



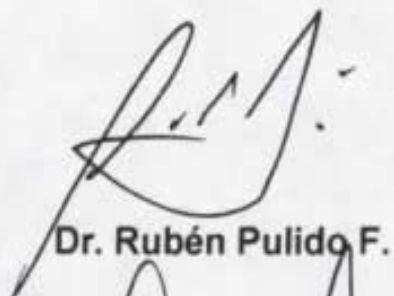
UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Veterinarias
Instituto de Zootecnia

Evaluación de tres sustitutos lácteos comerciales sobre algunos parámetros productivos en terneros criados artificialmente

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

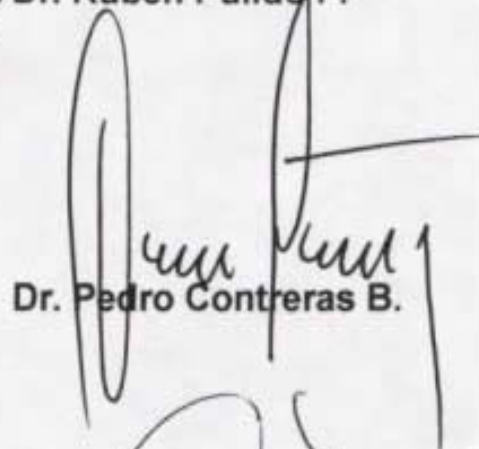
Mauricio Minoru Shinya Duran
Valdivia Chile 1999

PROFESOR PATROCINANTE:

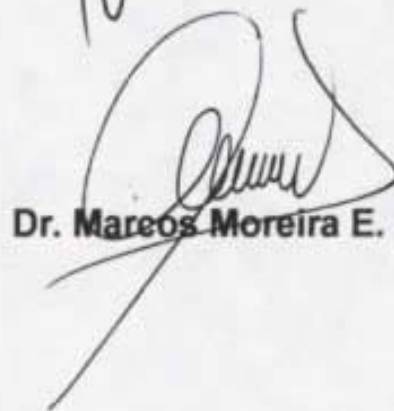


Dr. Rubén Pulido F.

PROFESORES CALIFICADORES:



Dr. Pedro Contreras B.



Dr. Marcos Moreira E.

FECHA DE APROBACION:

Octubre 14 de 1999

A mis Padres y Esposa

INDICE

	Pág.
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUCCION	3
3.1 GENERALIDADES	3
3.2 REVISION BIBLIOGRAFICA	4
3.2.1 Crianza	4
3.2.2 Anatomía y fisiología digestiva del ternero	6
3.2.3 Necesidades nutricionales	9
3.2.4 Sustitutos lácteos	10
3.2.5 Alimentación con sustitutos lácteos	13
3.3 HIPOTESIS Y OBJETIVOS	14
4. MATERIAL Y METODOS	15
4.1 MATERIAL	15
4.2 METODOS	17
5. RESULTADOS	20
5.1 VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS	20
5.2 PESOS VIVOS Y GANANCIAS DE PESO	20
5.3 CONSUMO DE ALIMENTOS	22
5.4 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN ALIMENTARIA	24
5.5 REGISTRO DE DIARREAS	25
6. DISCUSION	26
6.1 CONCLUSIONES	30
7. BIBLIOGRAFIA	31
8. ANEXOS	37

1. RESUMEN

El estudio se realizó en el Predio Santa Rosa de la UACH, con el objeto de evaluar en tres sustitutos lácteos comerciales la respuesta productiva, medida como peso vivo, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimentaria en terneros de lechería criados artificialmente.

Para tal efecto se utilizaron 30 terneros machos (ON x HF) de 5 días de edad que fueron asignados a un diseño completamente al azar de 3 tratamientos de 10 animales cada uno por 60 días:

- T1: 4 L. diarios de sustituto 1 más ración base.
- T2: 4 L. diarios de sustituto 2 más ración base.
- T3: 4 L. diarios de sustituto 3 más ración base.

La ración base estuvo compuesta de concentrado inicial, pellet de alfalfa y agua todos a discreción.

El peso vivo y el consumo de alimento fueron registrados al el inicio del experimento y controlados semanalmente.

La composición nutricional de los sustitutos lácteos fue similar. Sus contenidos de proteína cruda estuvieron bajo los niveles recomendados por NRC (1988). En el período 5 a 21 días la ganancia de peso ajustada de T2 presentó una diferencia estadísticamente significativa ($P<0.05$), respecto de T3. La eficiencia de conversión alimentaria fue mejor ($P<0.05$) en T1 y T2, con respecto a T3 en el período 21-65 días y T1 presentó la mejor eficiencia de conversión alimentaria total del ensayo ($P<0.05$). Se presentó una tendencia a favor de T2 al presentar una mejor respuesta productiva en los primeros 21 días.

Los sustitutos lácteos empleados no mejoraron el crecimiento ni el consumo de materia seca, en el período total del ensayo. Sin embargo la eficiencia de conversión alimentaria de T1 y T2 fueron estadísticamente superiores a T3.

2. SUMMARY

The study was carried out in the "Santa Rosa" farm of the Universidad Austral de Chile in order to evaluate the productive response of three milk replacers measured as growth rate, food intake and food conversion performance of artificially reared dairy calves.

For this purpose, 30 male calves (ON x HF), 5 days old, were assigned to a totally randomized design of three dietary treatments of 10 animals each, for a 60 days period.

- T1: 4 L. milk replacer 1 plus basic ration.
- T2: 4 L. milk replacer 2 plus basic ration.
- T3: 4 L. milk replacer 3 plus basic ration.

The basic ration consisted in a calf starter concentrate, alfalfa pellets and water, all *ad libitum*.

Body weight, food intake was registered at the beginning of the experiment and every week thereafter.

The average nutritional composition of all milk replacers was similar but their levels of Crude Protein was lower than the NCR (1988) recommendation. Between the beginning of the Experiment until day 21 the live weight gain of T2 showed a statistically significant difference ($P < 0.05$) compared with T3. The efficiency of food conversion was better ($P < 0.05$) in T1 and T2 compared with T3 between 21 to 65 days and T1 presented the best efficiency of food conversion for the whole trial ($P < 0.05$). There was a tendency for T2 to have a better productive performance in the first 21 days.

The milk replacers used did not improve growth rate gain or dry matter intake in all period. However, food conversion efficiency for T1 and T2 were statistically higher than T3 for the whole trial.

3. INTRODUCCION

3.1 GENERALIDADES

La masa bovina nacional en 1997 fue de 4.098.438 animales, de los cuales 1.010.532 eran terneros los que representaron un 24.6% del total (Odepa, 1999).

En la zona sur de Chile, alrededor del 44 % de los terneros fueron criados en algún sistema artificial de crianza (Tadich, 1982).

En la décima región se determinó que en los predios GTT (Grupos de Transferencia Tecnológica) el 72% de los productores utilizó el sistema de crianza artificial, un 18% amamantamiento regulado y un 10% crianza natural (González, 1995).

A nivel nacional, las pérdidas en la crianza artificial de terneros fluctuaron entre 10 a 15% en promedio, pero pueden alcanzar valores de hasta un 25% (Pulido, 1998). Estos valores son considerados altos comparado con el 2% señalado por Chase (1995) como un porcentaje de pérdida normal en la crianza artificial de terneros.

Para el productor lechero, la crianza de terneros es importante, no sólo del punto de vista productivo sino que también del económico. No debemos olvidar que este período es una de las etapas más importantes y delicadas dentro del proceso productivo bovino (Rush, 1980) debido a la mínima resistencia del animal para enfrentar enfermedades y a los manejos inadecuados que podrían efectuarse durante su crianza (Etgen y Reaves, 1985).

Desde el punto de vista económico la finalidad de toda empresa pecuaria es aumentar su producción minimizando sus costos para ser más rentable (Oelckers, 1969).

La crianza artificial de terneros tiene un alto costo y es frecuente el uso de sustitutos lácteos para disminuirlos. Lo anterior, permite ahorrar leche que el ternero consumiría, dejándola disponible para su comercialización (Alomar, 1980). Owen (1983) señala que en condiciones normales un ternero con consumos limitados de leche o sustituto lácteo, no ve afectado su desarrollo final.

Existen diversos tipos de crianza artificial de terneros, siendo todos adecuados en la medida que cumplan con un desarrollo integral del individuo, de modo que este pueda alcanzar una plena producción en la edad adulta y cumplir con los objetivos definidos al comienzo de la crianza (Eichholz, 1975).

En general, para una lechería intensiva los objetivos del programa de reemplazos son una tasa de mortalidad menor al 2% en la crianza de terneros, cubrir las hembras con 13-15 meses y con un 60% de su peso adulto, partos entre los 22 y 24 meses con un 85% de peso corporal postparto y un balance energético y proteico adecuado para promover un rápido crecimiento y evitar sobreengrasar los animales (Chase, 1995).

3.2 REVISION BIBLIOGRAFICA

3.2.1 Crianza

Dentro de los sistemas de crianza de terneros usados en el país existen dos grandes grupos, la crianza natural y la crianza artificial. La primera fue definida por Werner (1973) como aquella donde el ternero ingiere la leche directamente de la ubre de la madre y los sistemas que excluyen el suministro de leche directo de la ubre son denominados crianza artificial.

Según Roy (1980) "el sistema de crianza artificial es aquel donde el ternero es separado de la madre a las pocas horas o días del nacimiento, en donde la leche o sustituto se suministran durante un corto período de tiempo (8-12 semanas) y se incluyen otros alimentos como concentrado, heno, ensilaje y agua de bebida, además de un lugar especialmente habilitado para tales efectos (Bath y col. , 1987). Todo con el objetivo de transformar al ternero en "rumiante" lo antes posible.

En los sistemas de crianza artificial descritos por González (1995) de los predios GTT de la Xª región, se encontró que los terneros permanecieron en promedio 3 días consumiendo calostro de la madre, luego fueron separados y criados en jaulas individuales o corrales colectivos. El calostro excedente fue conservado y utilizado por un 43 % de los productores en la crianza de los terneros, en una ración de 4 litros diarios por 19 días. Posteriormente se suministró leche entera o sustituto lácteo dependiendo de la disponibilidad y del precio de la leche. Un 24% de los productores utilizó leche entera a razón de 4 litros/día promedio durante 59 días, con un rango de 5-150 días. En el caso de los sustitutos lácteos, un 48% de los productores los utilizaron a razón de 4 litros por ternero al día, durante 64 días.

El estudio anterior señaló que con respecto a la época de crianza un 48% de los agricultores realizó crianza durante el otoño-invierno y el 52% restante lo hizo en primavera-verano. Además, los pesos promedios obtenidos en la crianza de otoño-invierno fueron de 154 kg (75 - 190 kg) y los de primavera-verano de 158 kg (95 - 225 kg).

Sin embargo, la adopción de esta tecnología trajo consigo una serie de problemas tanto sanitarios como de manejo (Dirksen y Hoffman, 1974). Dentro de los problemas sanitarios la diarrea puede causar una alta mortalidad (Agüero, 1989).

Otros factores que determinan pérdidas dentro de este sistema de crianza artificial son tasas de crecimiento irregulares, enfermedades, gastos en tratamientos, tasas de conversión alimentaria deficientes y estrés (English, 1983; Fox, 1984; Zurita y col., 1987).

Durante la crianza artificial de terneros existen dos etapas, la etapa inicial y la etapa de crecimiento:

a) Etapla inicial: La fase de alimentación líquida del ternero, a pesar de ser una etapa obligada tiene una duración variable, la que depende tanto de eventos fisiológicos como de factores de manejo. La dependencia de este tipo de dieta se debe a la mínima capacidad de consumo de materia seca que oscila entre 1.3 - 1.5% de su peso vivo (Nannig, 1993).

Las dietas líquidas pueden estar constituidas por leche, calostro fresco o conservado, suero de quesería, sustituto lácteo o combinaciones de algunos de estos productos. Los resultados que se obtengan serán similares en la medida que su uso sea el adecuado (López y col., 1981).

Se ha demostrado que cuando los terneros reciben exclusivamente una dieta líquida (leche o sustituto lácteo) se retrasa el desarrollo del retículo-rumen y es menor que el de terneros con una dieta normal (Church, 1975). Lo anterior justificaría incorporar dietas sólidas en los primeros meses de manera de adelantar la transformación a "rumiante" (Stambuk, 1988). De esta forma se pretende obtener un desarrollo rápido de la funcionalidad ruminal, de tal manera que el ternero sea capaz de sustituir rápidamente la dieta líquida por alimentos concentrados y forrajes como únicas fuentes de nutrientes (Quigley y col., 1991).

Las dietas sólidas deben considerar tanto alimentos voluminosos como concentrados, por el distinto rol que cumplen en el desarrollo ruminal. Es así como los alimentos fibrosos contribuyen en forma importante al crecimiento ruminal a través de la elongación de tejidos, en especial del muscular; mientras que los alimentos concentrados participan en forma más activa en el desarrollo de la mucosa ruminal (Webster, 1984).

La etapa inicial de la crianza artificial del ternero concluye con el destete del animal, esta consiste en la supresión completa de la dieta líquida (Alomar, 1979). A partir de ese momento el aporte de nutrientes lo realizan sólo alimentos sólidos. Existen muchos criterios para determinar el momento de realizarlo, algunos se basan en edad, peso, ganancia de peso o consumo de concentrado (Church, 1974). Así como también existen diferentes criterios de cómo realizarlo, ya sea brusco o gradual (Appleman y Owen, 1975).

b) Etapa de crecimiento: En esta fase los alimentos sólidos constituyen la única fuente de nutrientes de los animales (Oelckers, 1991).

El sistema de crianza artificial, normalmente considera dentro de su manejo alimentario un cambio de concentrado, el de iniciación por el de crecimiento. El cambio de alimentos debe realizarse de manera tal que no coincida con el destete, se recomienda hacerlo a las 8-10 semanas de edad (López, 1987).

3.2.2 Anatomía y fisiología digestiva del ternero

a) Desarrollo Ruminal: El desarrollo post parto del sistema digestivo del ternero se puede dividir en tres fases. La primera es una fase de prerumiante que va de 0 a 3 semanas de edad; la segunda es una fase de transición desde las 4 a 8 semanas y finalmente una etapa adulta que se inicia a las 8 semanas y termina a los 3 ó 4 años de edad aproximadamente (Tomkins y Jaster, 1991).

El ternero al nacer debe ser considerado como "prerumiante" debido a que el 70% del volumen total su "estómago" (rumen, retículo, omaso, abomaso) corresponde a abomaso (Grossman, 1949; Radostis y Bell, 1970). Esta relación va cambiando a medida que el ternero crece; en la cuarta semana la relación rumen abomaso es de 0.5 - 1, en la octava semana es de 1 - 1, después de los tres meses el rumen alcanza el doble de tamaño y el animal adulto tiene más de 9 veces de capacidad que el estómago glandular (Church, 1974).

El mismo autor señala que el desarrollo diferencial de los compartimentos del estómago del vacuno presenta un aumento rápido del tamaño del retículo y del rumen tan pronto como el animal comienza a ingerir alimentos secos. El abomaso disminuye gradualmente en tamaño relativo y el omaso se desarrolla lentamente. Con un desarrollo normal, el tamaño adulto relativo del estómago se alcanza a los 5-6 meses (Church, 1974).

Según Quigley (1998a) es crítico para un exitoso destete el desarrollo adecuado del rumen y una correcta tasa de crecimiento. Para que esto ocurra debemos considerar 5 factores principales:

1. Establecimiento de bacterias en el rumen: cuando el ternero nace el rumen es estéril. Sin embargo, al día de nacido ya se pueden encontrar grandes cantidades de bacterias. El tipo de bacterias "típicas" del rumen adulto se produce a las 2 semanas de ingestión de alimento seco (Quigley, 1998a).

2. Líquido en el rumen: sin suficiente agua las bacterias no pueden crecer y el desarrollo ruminal es escaso. La mayoría del agua que entra al rumen proviene del consumo de "agua libre" (agua suministrada a los terneros). La leche o sustituto lácteo no constituye "agua libre" porque son desviados por la gotera reticular

(Quigley, 1998a). El cierre de la gotera también se produce en terneros alimentados mediante balde o botella (Sepúlveda, 1977).

El proveer agua desde el inicio de la crianza, incrementa la ganancia de peso, el consumo de concentrado de iniciación y reduce el número de diarreas neonatales (Quigley, 1998b).

3. Flujo de materiales desde el rumen: un adecuado desarrollo ruminal requiere que el material que entra al rumen pueda salir. Señales de actividad ruminal son las contracciones, la presión del rumen y la regurgitación. Con la ingestión precoz de alimento seco se pueden encontrar contracciones normales a partir de las 3 semanas de edad. Sin embargo, cuando los terneros son alimentados sólo con leche, las contracciones no se registran por largos períodos de tiempo (Quigley, 1998a).

4. Habilidad de absorción de los tejidos: la absorción de productos finales de la fermentación es un factor importante en el desarrollo ruminal. Los productos finales de la fermentación, particularmente los ácidos grasos volátiles (AGV: ácidos acético, propiónico y butírico) son absorbidos hacia el epitelio del rumen. Sin embargo, hay escaso o nulo metabolismo de AGV en terneros neonatales, por lo que el rumen del ternero debe presentar esta habilidad antes del destete (Quigley, 1998a).

5. Disponibilidad de sustrato en el rumen: bacterias, líquido, motilidad del rumen y la habilidad absorbente son establecidas antes del desarrollo ruminal. Por lo tanto el factor primario que determina el desarrollo ruminal es la ingestión de alimento seco, especialmente concentrado de iniciación (Quigley, 1998a).

b) Actividad enzimática: En terneros "prerumiantes" se puede dividir en tres partes, comienza en la boca con la estearasa pregástrica (PGE) que hidroliza ácidos grasos de cadena corta (Roy, 1980; Otterby y Linn, 1981). La PGE desaparece a los tres meses de edad (Roy, 1977).

Al llegar la leche al abomaso se produce la segunda actividad enzimática se separa el suero que contiene la lactosa y se forma un coágulo de caseína y grasa. Las proteínas del suero contienen inmunoglobulinas y gran cantidad de minerales, los que pasan al intestino delgado (Stobo y Roy, 1978, Otterby y Linn, 1981). El coágulo de caseína retenido en el abomaso es degradado a péptidos y sustancias nitrogenadas no proteicas por la acción de renina, pepsina y ácido clorhídrico (Roy, 1977).

A nivel intestinal se produce la tercera actividad enzimática que completa la digestión de los nutrientes que son absorbidos y utilizados por el metabolismo del animal (Otterby y Linn, 1981).

Los terneros nacen con gran cantidad de lactasa, enzima que se encuentra en la mucosidad intestinal y que hidroliza la lactosa, principal carbohidrato de la leche. Estos niveles decrecen en la medida que el ternero depende menos de la leche como alimento y con la edad (Otterby y Linn, 1981).

Las proteínas del suero y los péptidos liberados a partir de la digestión del cuajo de caseína, son sometidas en el intestino a la acción de la tripsina, quimiotripsina y otras peptidasas presentes en el jugo pancreático e intestino (Stobo y Roy, 1978).

Finalmente la hidrólisis de ácidos grasos de cadena larga se realiza principalmente por acción de la lipasa pancreática complementada con sales biliares (Otterby y Linn, 1981). La actividad de la lipasa pancreática es baja durante la primera semana de vida (Huber y col. , 1964).

c) Microflora Digestiva: ésta cumple un importante rol dentro de la fisiología digestiva de los animales.

El tubo digestivo del ternero se considera estéril hasta el día del nacimiento, a partir de ahí comienza a ser colonizado (Jacques, 1989). Desde ese momento unas 500 cepas bacterianas pueden ser identificadas en un tracto digestivo normal (Vanbelle y col. , 1990).

Existen tres grupos diferentes, uno principal y dominante (1), bacterias anaerobias estrictas (*Lactobacilos* y *Bifidos*, gram +, y *Bacteriodaceae*, gram -) que componen el 90% de la microflora intestinal. El segundo grupo (2), con un 1% de participación, son las bacterias anaerobias facultativas (*E. coli*, gram -, y *Enterococos*, gram +). El tercer grupo (3) lo constituyen bacterias apatógenas y patógenas como *Clostrídios*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Staphilococos*, además de levaduras de la especie *Candida* (Gedek, 1987).

El rol de la microflora intestinal se resume en:

- Producción de metabolitos como gases, ácidos grasos volátiles y aminas, a través de la fermentación del alimento.
- Síntesis de vitamina K y las del complejo B.
- Inducción de cambios anatómicos y fisiológicos "en la estructura celular de la pared intestinal.
- Inducción de modificaciones inmunológicas en el intestino y estimulación de la producción de inmunoglobulinas.
- Efecto de barrera o exclusión competitiva, aumentando la resistencia del animal contra bacterias enteropatógenas de los grupos 2 y 3 (Jacques, 1989; Vanbelle y col. , 1990).

3.2.3 Necesidades nutricionales

Las necesidades nutricionales de los terneros varían con la edad, tamaño, raza, composición de la dieta e intensidad de producción (NRC, 1988; Aroca, 1996).

En la Tabla N°1 se presentan los requerimientos nutritivos diarios de terneros de acuerdo a su raza y tipo de crianza, según National Research Council (NRC, 1988).

Se ha determinado que el consumo óptimo de materia seca (MS) por parte de terneros alimentados con dieta líquida es de 24 - 28 g/kg de peso vivo (Radostis y Bell, 1970).

El consumo voluntario de MS es influenciado por el medio ambiente, las altas temperaturas y la humedad relativa baja lo deprimen y las bajas temperaturas lo estimulan (Roy, 1972).

Las necesidades de energía y proteína dependen de la tasa de ganancia de peso deseada. Ambas deben ser de buena calidad y suplir las necesidades de los animales (Alomar, 1980).

TABLA N°1 Requerimientos diarios de nutrientes para terneros (NRC, 1988).

Peso Vivo (kg)	Ganancia (kg)	Consumo M.S.	Energía				Proteína	Minerales		Vitaminas	
			ENM	ENG	EM	ED	PC	Ca	P	A	D
			(Mcal)				(g)			(1000 UI)	
Raza grande alimentados sólo con leche o sustituto lácteo											
40	0,2	0,48	1,37	0,41	2,54	2,73	105	7	4	1,70	0,26
45	0,3	0,54	1,49	0,56	2,86	3,07	120	8	5	1,74	0,30
Raza grande alimentados con leche más starter											
50	0,5	1,30	1,62	0,72	5,90	6,42	290	9	6	2,10	0,33
75	0,8	1,98	2,19	1,30	8,98	9,78	435	16	8	3,20	0,50
Raza pequeña alimentados con leche o sustituto lácteo											
25	0,2	0,38	0,96	0,37	2,01	2,16	84	6	4	1,10	0,16
30	0,3	0,51	1,10	0,52	2,70	2,90	112	7	4	1,30	0,20
Raza pequeña alimentados con leche más starter											
50	0,5	1,43	1,62	0,72	6,47	7,06	315	10	6	2,10	0,33
75	0,5	1,76	2,19	0,96	7,98	8,69	387	14	8	3,20	0,50
Hembras de raza grande											
100	0,6	2,73	3,72	1,22	7,03	8,13	421	17	9	4,24	0,66
100	0,7	2,82	3,72	1,44	7,54	8,72	452	18	9	4,24	0,66
100	0,8	3,02	3,72	1,66	8,06	9,32	483	18	9	4,24	0,66

ENM = Energía neta para mantención. EM = Energía metabolizable. PC = Proteína cruda
ED = Energía digestible. ENG = Energía neta para ganancia

Los lípidos aportan ácidos grasos esenciales, por lo que es fundamental su inclusión en la dieta (Alomar, 1977). Una consecuencia del aporte insuficiente de energía en la dieta es un retardo del crecimiento, atraso en el inicio de la pubertad, diarreas y problemas musculares (Beels, 1992).

El ternero nace con escasas o nulas reservas de las vitaminas A, D y E, que son suplidas por el calostro materno. Sin embargo, la concentración de estos nutrientes se va afectada directamente por el plano nutritivo recibido por la madre durante la preñez. Otras vitaminas de importancia aportadas por el calostro y la leche son la vitamina K y las vitaminas del complejo B, pero los microorganismos del rumen las producen al iniciar su funcionamiento (Penn State University, 1985).

Los minerales son provistos sin problemas por la leche materna, en vacas adecuadamente nutridas (Abarzúa, 1992).

3.2.4 Sustitutos lácteos

La fabricación de sustitutos de leche para la crianza de terneros comenzó en la década de los cincuenta y su uso se ha incrementado fuertemente en los últimos veinticinco años (Stobo y Roy, 1978; Otterby y Linn, 1981; Latrille y Diaz-Castañeda, 1984; Latrille, 1994).

Los sustitutos lácteos se definen como concentrados de alto valor nutritivo, que se proporcionan en forma líquida una vez terminada la alimentación con calostro. Un sustituto de óptima calidad debe contener más de 22% de proteína, 10-20% de materia grasa y menos de 1% de fibra cruda (Tabla N°3) (NRC, 1988).

Algunas de las materias primas para fabricar sustitutos lácteos son leche descremada en polvo, grasa animal, aceites vegetales, suero de leche deshidratado, glucosa, proteína no láctea, harina de cereales, vitaminas, minerales, aminoácidos, además pueden incluir medicamentos y algunos aditivos como emulsificantes (Roy, 1980; Chase, 1995.; Quigley, 1999).

Stobo y Roy (1978) y Alomar (1980) indican que las principales características de un sustituto lácteo son:

- Poseer una composición similar a la de la leche (Tabla N°2), con la presencia de todos los aminoácidos esenciales.
- El sustituto debe ser apetecido por el ternero.
- El precio del sustituto debe ser inferior al de la leche.
- Polvo soluble en agua a temperatura de consumo (37°C).
- Mantenerse en suspensión en el agua para que no decante en el recipiente.

TABLA N° 2 Composición aproximada de calostro, leche y sustitutos de leche de alta calidad en base materia seca (BMS) (g/kg).

BMS (g/kg)	CALOSTRO	LECHE	SUSTITUTO LACTEO
GRASA	273	313	200
PROTEINA	571	242	249
LACTOSA	110	391	423
MINERALES Y OTRAS SUSTANCIAS	46	54	128

(*Owen, 1983)

TABLA N°3 Composición de un sustituto lácteo y de un concentrado inicial según NRC, 1988.

	Sustituto	Starter		Sustituto	Starter
ENM (mcal/kg)	2.40	1.90	Cl(%)	0.20	0.20
ENG (mcal/kg)	1.55	1.20	S(%)	0.29	0.20
EM (mcal/kg)	3.78	3.11	Vit. A (UI/lb)	1700	1000
ED (mcal/kg)	4.19	2.53	Vit. D (UI/lb)	270	140
TDN*(%)	95.0	80.0	Vit. E (UI/lb)	18	11
PC(%)	22	18	Fe (ppm)	100	50
FC(%)	-	-	Co (ppm)	0.10	0.10
E E*min. (%)	10	3	Cu (ppm)	10	10
Ca(%)	0.70	0.60	Mn (ppm)	40	40
P(%)	0.60	0.40	Zn (ppm)	40	40
Mg(%)	0.07	0.10	I (ppm)	0.25	0.25
	0,65	0,65			
K(%)			Se (ppm)	0.30	0.30
Na(%)	0.10	0.10			

TDN: nutrientes digestibles totales.
EE: extracto etéreo.

Para determinar la calidad de los sustitutos lácteos se han empleado métodos como la coagulación de renina. Esta prueba consiste en la adición de renina que al reaccionar con la caseína produce un coágulo, a mayor firmeza de éste mejor calidad posee en sustituto lácteo (Quigley, 1998c).

Otro método es la medición de fibra cruda (FC), que es proporcional al contenido de proteína de origen vegetal del sustituto lácteo. De acuerdo a ello existen 3 calidades, la primera de 0 a 0.15% de FC (sin proteínas vegetales); la segunda, de 0.15 a 0.5% de FC (contenido bajo o moderado); y la tercera sobre un 0.5% de FC (alto contenido de proteínas vegetales) (Quigley, 1998c).

Drackley (1999) recomienda una evaluación más sencilla:

- Revisar el color: el sustituto debe tener un color amarillo-crema. Colores anaranjados pueden evidenciar daño por calor durante la fabricación.
- El polvo debe estar libre de grumos y de cuerpos extraños.
- Olor a quemado o a caramelo puede indicar daño por calor. Olores a pintura, pasto o gasolina indican rancidez de la grasa.
- Otros como sabor "avinagrado" también indican alteraciones serias en la calidad.

Sin embargo, la mejor evaluación de un sustituto lácteo es la respuesta productiva del animal. Esta puede ser medida como aumento de peso vivo, consumo de materia seca y eficiencia de conversión alimentaria, algunos de los factores involucrados con este desempeño incluyen a un fabricante de sustitutos con buena reputación, el análisis del sustituto (proteína y energía), los ingredientes empleados, el nivel de medicamentos y otras características como la facilidad de mezclado y su permanencia en solución (Quigley, 1998c).

Los factores más importantes que determinan la calidad de un sustituto lácteo son la fuente y contenido de proteína y energía, las vitaminas, los minerales y la adición de aditivos.

Dentro de la formulación de los sustitutos lácteos encontramos 4 grupos de importancia.

El primer grupo son las proteínas, estas deben tener un balance adecuado de aminoácidos esenciales, fácilmente digeribles y apetecidos por el ternero (Roy, 1980). El NRC (1988) recomienda que un sustituto lácteo no debe poseer menos de 22% de proteína.

Como fuentes proteicas encontramos la leche en polvo, suero en polvo, caseína, suero de mantequilla en polvo, soya, trigo, proteína de papas y recientemente se ha usado proteínas animales de alta calidad como proteínas plasmáticas (Chase, 1995; Quigley, 1999)

Otro componente de importancia son los carbohidratos. Durante las primeras etapas de vida el ternero debe usar una fuente de energía rápidamente asimilable. Esta fuente de energía es la lactosa que es el carbohidrato más importante de la leche. Los niveles de lactosa no deben superar el 40% porque pueden producir diarrea (Owen, 1983). Otra fuente de hidratos de carbono que se podría utilizar es la glucosa pero generalmente es antieconómico (Otterby y Linn, 1981).

Se han utilizado otros carbohidratos como fructosa y sacarosa pero no han dado buenos resultados (Roy, 1977; Otterby y Linn. 1981). El uso de almidón tampoco es

recomendable debido a una escasa actividad enzimática de la amilasa pancreática y maltasa intestinal en el ternero prerumiante (Huber, 1969).

Los lípidos son el tercer grupo de importancia dentro de los componentes de los sustitutos lácteos. La leche de vaca posee un 30% de grasa (BMS) aproximadamente, por lo tanto los sustitutos de leche debieran poseer niveles similares pero se recomienda que el sustituto posea entre un 10 a 20% de grasa, esto permite reducir el riesgo de diarreas, ayuda a un destete precoz y a un mejor desarrollo post-destete de los terneros (Roy, 1980; NRC, 1988). Además un 10% de grasa es suficiente para obtener ganancias de peso apreciables y económicamente beneficiosos (Vera, 1988).

La importancia de las grasas en los sustitutos lácteos radica en que se pueden utilizar muchos tipos para su fabricación. Aunque la butirosa es una excelente fuente de grasa, es uno de los componentes de la leche fácilmente reemplazable por una larga lista de materiales sin afectar el rendimiento del sustituto. Se pueden usar aceites vegetales de alta calidad como el de soya, maravilla, maíz, coco, maní, margarina, además se pueden utilizar aceites de pescado y subproductos de la refinería de aceites comestibles (Otterby y Linn, 1981; Owen, 1983; Jenkins y col., 1985).

Estas grasas deben ser emulsificadas y homogenizadas, para ser transformadas en pequeños glóbulos para permitir una mejor mezcla con agua (Owen, 1983).

El cuarto grupo de importancia son las vitaminas y minerales. En la Tabla N°3 se presentan las recomendaciones de NRC (1988) para el contenido de vitaminas en sustitutos lácteos.

3.2.5 Alimentación con sustitutos lácteos

En general la solución de sustituto lácteo se proporciona en relación al 8-10% del peso vivo del ternero, o bien 400-600 gr de materia seca por animal al día (Sepúlveda, 1977; Hutjens, 1985).

La preparación de los sustitutos de leche se realiza con agua caliente a 50°C aproximadamente para poder disolver el polvo mediante agitación y presentar el producto en solución (Sepúlveda, 1977; Hutjens, 1985). Se recomienda esta temperatura de preparación (50°C) para que al ser ingerida por el ternero posea una temperatura cercana a la de la madre (35°-38°C). Con éstas últimas temperaturas se produce el mayor consumo de dieta líquida (Roy, 1977; Otterby y Linn, 1981).

Roy (1972) afirma que es de suma importancia que se mantenga constante la temperatura en que se suministran las dietas líquidas porque cambios en ella puede originar trastornos digestivos.

En estudios realizados, no se han encontrado diferencias de crecimiento entre terneros alimentados una vez al día, respecto de los terneros alimentados dos veces al día (Roy, 1977; Calvez y col. , 1978; Owen, 1983).

García (1979) sostiene la conveniencia de suministrar una cantidad constante de dieta líquida (4 litros diarios) desde el nacimiento hasta el destete, esto estimula el consumo de alimento, el desarrollo del rumen y permite que al destete el ternero este capacitado para utilizar dietas sólidas en forma eficiente.

En resumen parece valioso señalar que en la crianza artificial de terneros el éxito dependerá del control factores productivos y de la calidad del personal.

Según Quigley (1998d) los sustitutos lácteos comerciales son fabricados con materias primas de buena calidad. Sin embargo no se debe olvidar al fabricante como factor relevante en la calidad del producto (Quigley 1998c).

3.3 HIPOTESIS Y OBJETIVOS

Para la realización de este trabajo la hipótesis planteada postula que el uso de los sustitutos lácteos comerciales empleados en este ensayo, no producen diferencias en el peso vivo, consumo de alimentos y eficiencia de conversión alimentaria, en terneros de lechería criados artificialmente.

Para aceptar o rechazar la hipótesis enunciada se realiza este experimento con los objetivos que a continuación se enumeran:

- 1) Medir y comparar el peso vivo y la ganancia de peso logradas por los animales durante el ensayo.
- 2) Analizar las eficiencias de conversión alimentaria y los consumos de alimentos, alcanzados en los diferentes tratamientos.

4. MATERIAL Y METODOS

El presente estudio formó parte de un convenio entre la Universidad Austral de Chile (UACH) y la empresa Ferosor S.A., y correspondió a la evaluación y discusión de los resultados de un proyecto sobre el uso de sustitutos lácteos en la crianza artificial de terneros de lechería.

4.1 MATERIAL

Ubicación y duración del estudio: el presente trabajo se realizó en la Estación Experimental "Santa Rosa", dependiente del Centro Experimental de Predios Agrícolas (CEPA), de la UACH, ubicada a 1 km al noreste del límite urbano de la ciudad de Valdivia, entre los paralelos 39°45'30" a 39°47'30" latitud sur y los meridianos 73°14'55" a 73°13'5" longitud oeste, Décima Región, Chile (Nissen, 1974).

La etapa de campo se realizó entre Marzo y Agosto de 1998.

Animales utilizados: se utilizaron 30 terneros machos (ON x HF), de partos de otoño, provenientes de vacas de los planteles de "Santa Rosa" y "Vista Alegre". Los animales recién nacidos se trajeron a la ternera del fundo Santa Rosa donde se les desinfectó el cordón umbilical, se les suministró calostro y se les enseñó a tomar leche del balde. Al quinto día de vida fueron asignados, a un diseño completamente al azar de tres tratamientos con 10 repeticiones cada uno.

Los animales se identificaron individualmente con autocrotales plásticos de tres colores, uno por tratamiento. Además se incluyó una ficha individual por ternero en cada cubículo con los siguientes datos: Número, peso al nacimiento, nombre del padre y de la madre, tipo de sustituto, fechas de inicio y final del ensayo, y tipo de alimentación (Figura N°1).



FIGURA N°1. Infraestructura utilizada durante el ensayo

Ambiente: ingresados al galpón de crianza artificial, los terneros fueron distribuidos en jaulas individuales de madera con piso de tierra, provistas de comederos para el concentrado de inicial y el pellet de alfalfa. Para el suministro de leche y agua se utilizaron baldes. La cama de paja fue removida una vez al día. En este ambiente, los terneros, permanecieron hasta cumplir los 65 días de edad (Figura N°2).

Alimentación base: la alimentación láctea consistió en 4 litros de sustituto lácteo comercial el que se preparó diluyendo 1.25 kg de sustituto en polvo en 9 litros de agua a 50° C aproximadamente, para que al momento de ser suministrado al ternero tuviera una temperatura de 39°C aproximadamente. De esta ración se administraba 2 litros en la mañana y 2 litros en la tarde, durante los 60 días de ensayo.



FIGURA N°2. Infraestructura y Ambiente.

Además, se ofreció una ración base consistente en concentrado inicial¹ y agua a libre disposición desde el ingreso del animal al ensayo. Al día 21 de edad se complementó la ración sólida con pellet de alfalfa² (*Medicago sativa*) a libre disposición (Figura N°3).



FIGURA N°3. Pellet de alfalfa y Concentrado inicial.

¹ Suralim - Biomaster (M.R.)

² Agropel Ltda. (M.R)

Los terneros se destetaron a los 65 días de edad y fueron llevados a jaulas colectivas.

4.2 METODOS

a) Tratamientos: Para el ensayo se consideró un período preexperimental de adaptación de 5 días en que los terneros dispusieron de calostro a razón de 4 litros día como único alimento.

Los terneros se asignaron al azar a los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1 (T1): 10 terneros machos, ración base más S1 (sustituto lácteo importado, M.R.).
- Tratamiento 2 (T2): 10 terneros machos, ración base más S2 (sustituto lácteo importado, M.R.).
- Tratamiento 3 (T3): 10 terneros machos, ración base más S3 (sustituto lácteo nacional, M.R.).

b) Obtención de datos: Para evaluar los tratamientos se efectuaron las siguientes mediciones:

1) Peso vivo (PV): Se efectuaron los siguientes controles individuales de peso de los animales: Peso nacimiento, peso al inicio del ensayo, control de peso dos veces por semana hasta finalizar el ensayo y un control final una semana después del destete (Figura N°4). Con estos valores se calculó la ganancia de peso diaria (GPD).



2) Consumo de alimento: el consumo individual de concentrado y alfalfa, se estableció mediante un sistema que permitió calcular por diferencia entre lo suministrado y lo rechazado. El procedimiento se realizó dos veces por semana, para lo cual se utilizó una balanza con una sensibilidad de 25 g (Figura N°5) que fue controlada periódicamente.

Se calcularon los requerimientos nutricionales de los terneros a los 21 y 65 días de edad de acuerdo al PV y GPD promedio del tratamiento y se compararon con los aportes de los alimentos para cada grupo.

3) Eficiencia de conversión alimentaria: se calculó sobre la base de la relación existente entre el consumo de materia seca y ganancia de peso vivo.

4) Análisis de alimentos: Durante el ensayo se recolectaron submuestras de los alimentos utilizados para obtener una muestra representativa de cada uno de ellos, las que una vez finalizado el ensayo se enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal de la UACH, para su respectivo análisis.

Los análisis solicitados para los sustitutos fueron: materia seca, cenizas totales, proteína bruta, fibra cruda, energía metabolizable y materia grasa. Para el concentrado y los pellets de alfalfa se solicitó materia seca, cenizas totales, proteína bruta, extracto etéreo, fibra cruda y energía metabolizable.

El método analítico empleado para determinar la composición nutricional de los alimentos se detalla en la Tabla N°4.

5) Registro de diarreas: diariamente se registró su presencia o ausencia, para lo cual fueron anotadas con fecha, número del ternero, duración, características, tratamientos realizados y sus resultados.

6) Análisis de datos: Los datos obtenidos serán sometidos a un análisis estadístico de covarianza en un diseño de bloques completamente al azar. Para evaluar las diferencias entre los grupos en estudio, será utilizada la distribución "F", y considerándose como significativo un valor de ($P < 0.05$).

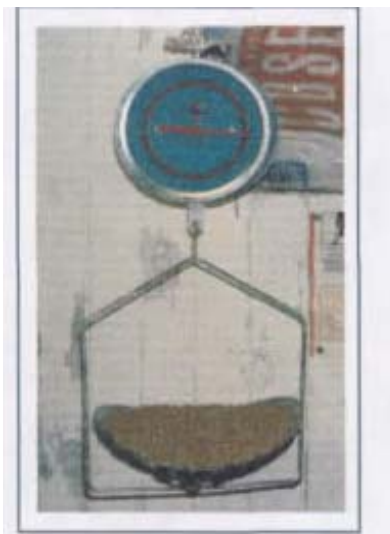


FIGURA N°5. Balanza para alimentos

TABLA N°4. Métodos analíticos empleados para la evaluación nutricional de los alimentos.

DETERMINACIÓN	MÉTODO	REFERENCIA
Materia seca	Horno de ventilación forzada a 60° C por 48 hrs. Y estufa a 105° C por 12 hrs.	Bateman(1970)
Cenizas totales	Calcinación en mufla entre 550° y 600° C por 5 hrs.	Bateman (1970)
Proteína bruta	Micro-Kjeldahl	Bateman (1970)
Extracto etéreo	Hidrólisis acida	AOAC(1984)
Energía metabolizable*	Método de Tilley y Terry modificado	Goering y van Soest (1972)
Fibra cruda	Método de van Soest	Goering y van Soest (1972)
Calcio	Espectrometría de absorción atómica (EAA)	Bateman (1970)
Fósforo	Vanado molíbdico	AOAC (1975)
Sodio	(EAA)	Bateman (1970)
Potasio	(EAA)	Bateman (1970)
Magnesio	(EAA)	Bateman (1970)

*EM: corregida por contenido de EE (Laboratorio de Nutrición Animal de la UACH).

5. RESULTADOS

5.1 VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS

Los valores nutritivos de los alimentos empleados durante el ensayo se obtuvieron a partir de las etiquetas de los alimentos (Anexo 2 y Anexo 4) y fueron corroboradas por análisis de laboratorio efectuados por el Laboratorio de Nutrición Animal de la UACH (Anexo 3 y Anexo 5). Los resultados de los análisis de composición nutricional se presentan en la Tabla N° 5.

TABLA N° 5 Composición nutricional de los alimentos empleados durante el ensayo (BMS).

Muestra	MS	PC	EM	FC	EE	CT
	-----%-----		- (Mcal/kg) -		-----%-----	
S 1	94,1	19,6	3,90*	0,19	17,7	10,4
S 2	95,3	18,1	4,04*	0,25	19,0	8,9
S 3	95,0	18,9	3,86*	0,17	16,4	9,7
Concentrado inicial	86,1	18,1	3,07	7,26	4,8	6,8
Pellet alfalfa	85,5	14,1	2,24	30,09	1,1	9,9

*EM: corregida por EE (Laboratorio de Nutrición Animal de la UACH).

De acuerdo a la composición química de los sustitutos lácteos que se observa en la Tabla N°5, los contenidos de PC y de EM están bajo el 22% y 3.78 Mcal/kg recomendado por NRC (1988), respectivamente. El contenido de FC indica que se empleó una baja o moderada cantidad de proteína vegetal para su elaboración (Quigley, 1998c). Los EE se encuentran sobre el 10% mínimo recomendado por NRC (1988). Las Cenizas Totales (CT) se encuentran dentro de rangos normales (NRC.1988).

5.2 PESOS VIVOS Y GANANCIAS DE PESO

Durante el ensayo se obtuvieron los pesos vivos de los terneros (Anexo 6) y se calcularon las ganancias de peso promedio por períodos de los diferentes tratamientos (Anexo 7).

En la Tabla N°6 se presentan los pesos vivos (kg) y las ganancias diarias de peso (kg/día) promedio corregidas por peso vivo inicial, por edades y total del ensayo, de los diferentes tratamientos.

TABLA N°6 Peso vivo (kg) y ganancias diarias (kg/día) promedio corregidas por peso vivo inicial, por edades y total de los diferentes tratamientos.

EDAD (días)	TRATAMIENTOS			
	T 1	T2	T3	s.e.d
Peso vivo (kg)				
Inicial	37,2	41,3	39,5	2,54 NS
5 días	40,9	40,5	40,6	0,95 NS
21 días	47,1	48,3	45,3	1,21 NS
65 días	83,3	82,3	81,3	3,16 NS
Ganancia de peso (kg/día)				
5-21 días	0,39ab	0,49 b	0,29 a	0,060 *
21-65 días	0,93	0,88	0,92	0,057 NS
TOTAL	0,77	0,76	0,74	0,039 NS

s.e.d.= Error estándar de la diferencia entre dos promedios.

* = $a \neq b = P < 0.05$

NS = $P > 0.05$

El peso vivo inicial promedio de los tres tratamientos fue de 39.3 kg y el peso vivo promedio al finalizar el ensayo fue de 82.4 kg.

El Gráfico N°1 presenta la evolución promedio del peso vivo (kg) de los animales por tratamiento, desde el nacimiento hasta finalizar el ensayo.

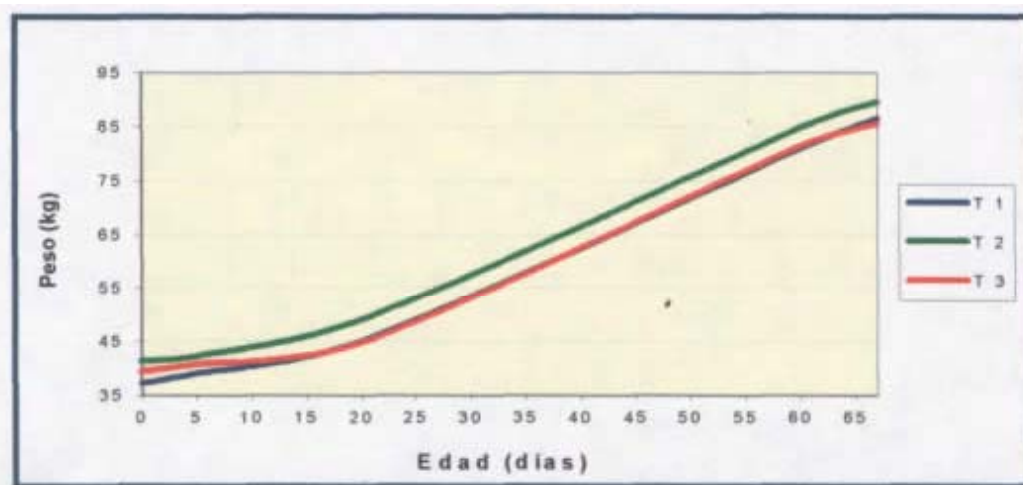


GRÁFICO N°1 Evolución del peso vivo promedio (kg) de los animales por tratamiento, desde el nacimiento hasta finalizar el ensayo.

La evolución presentada por la ganancia de peso promedio (kg/día) de cada tratamiento durante el ensayo se observa en el Gráfico N°2.

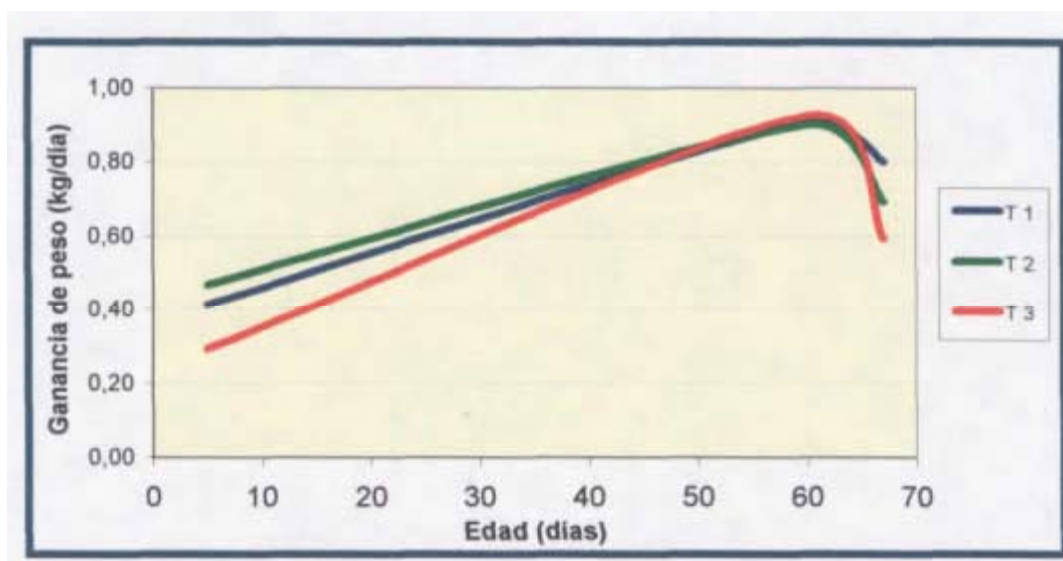


GRÁFICO N°2 Ganancia de peso promedio (kg/día) de los diferentes tratamientos durante el ensayo.

Las curvas de ganancia de peso diario de los tres tratamientos presentadas en el Gráfico N°2, son similares a la descrita por Eichholz (1975) como normal. Esta muestra un aumento progresivo hasta el destete donde decae.

5.3 CONSUMO DE ALIMENTOS

La ingesta de alimento se registró como consumo de MS. El consumo de materia seca de cada alimento y de cada tratamiento son detallados en los Anexos 8 y 9.

En la Tabla N°7 se presenta el consumo promedio de concentrado inicial y pellet de alfalfa (kg MS/día) por edades y total del ensayo, de los diferentes tratamientos.

El Gráfico N°3 presenta el consumo promedio de sustituto lácteo, concentrado inicial y pellet de alfalfa expresado en materia seca (kg MS/día) de los diferentes tratamientos.

TABLA N°7 Consumo promedio de concentrado inicial y pellet de alfalfa (kg MS/día) por edades y total de los diferentes tratamientos.

EDAD (días)	TRATAMIENTOS			
	T 1	T 2	T 3	s.e.d. Sig.
Concentrado inicial				
5 - 21 días	0,179	0,217	0,133	0,036 N S
21 - 65 días	0,766 a	0,725 a	0,899 b	0,066 *
TOTAL	0,546	0,529	0,621	0,048 N S
Pellet de alfalfa				
TOTAL	0,102	0,145	0,139	0,030 N S

s.e.d.= Error estándar de la diferencia entre dos promedios.

* = $a \neq b = P < 0.05$

NS = $P > 0.05$

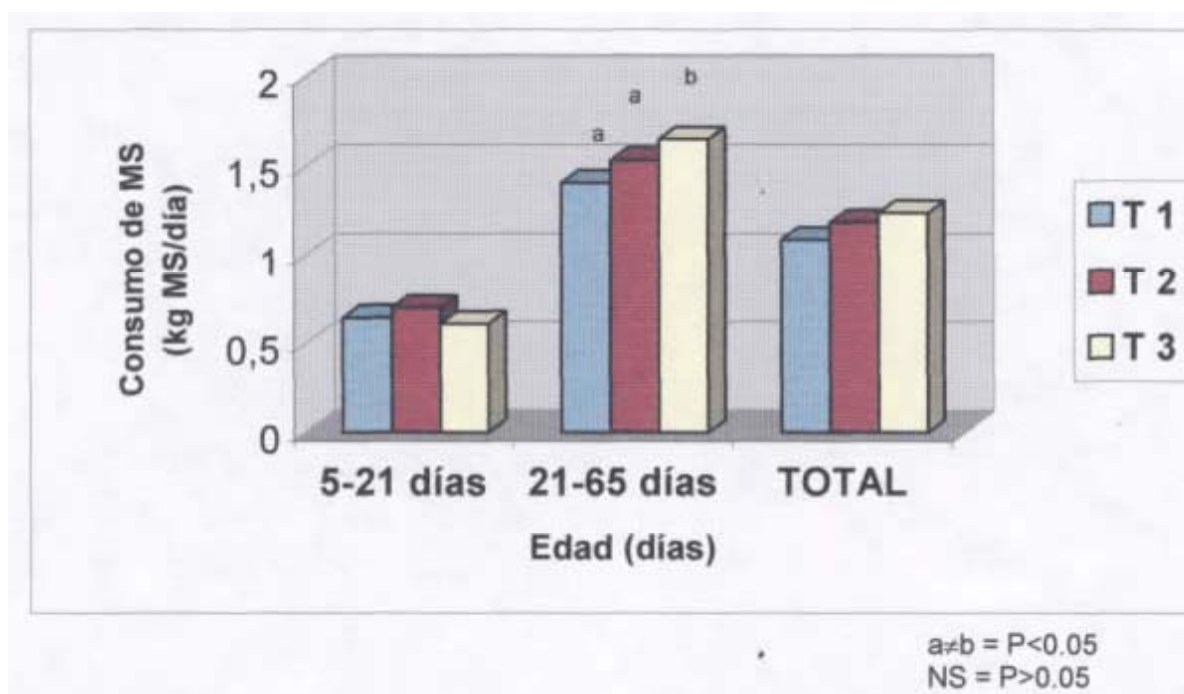


GRÁFICO N°3 Consumo promedio de materia seca (kg MS/día), por edades y total de los diferentes tratamientos.

En la Tabla N°8 se presentan los requerimientos nutricionales diarios de MS (kg), PC (g) y EM (Mcal/día) de los terneros a los 21 y 65 días de edad. Estos se calcularon de acuerdo al peso vivo (PV) y ganancia de peso diaria (GPD) promedio de cada tratamiento indicados en la Tabla N°6.

TABLA N°8 Requerimientos y aportes diarios promedio de MS (kg), PC (g) y EM (Mcal/kg) tratamiento a los 21 y 65 días de edad.

	MS(kg)	21 días PC(g)	EM (Mcal)	MS (kg)	65 días PC(g)	EM (Mcal)
TRATAMIENTO 1						
Requerimientos*	1.36	219.07	3.65	2.48	398.35	6.64
Total aportes	2.29	422.10	7.43	3.80	686.30	11.89
TRATAMIENTO 2						
Requerimientos*	1.51	242.33	4.04	2.45	392.26	6.45
Total aportes	2.31	421.01	7.60	4.96	863.70	15.25
TRATAMIENTO 3						
Requerimientos*	1.21	193.61	3.23	2.40	384.78	6.42
Total aportes	2.64	483.40	8.50	5.47	859.51	16.79

* Requerimientos según NRC, 1988.

5.4 EFICIENCIA DE CONVERSION ALIMENTARIA

La relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso vivo se calcula mediante la eficiencia de conversión alimentaría (consumo de MS / ganancia de peso). Las eficiencias de conversión alimentaría que se obtuvieron durante el ensayo para cada tratamiento se presenta en el Anexo 1.0. La eficiencia de conversión alimentaría promedio por tratamiento en los diferentes períodos del ensayo se presentan en la Tabla N° 9.

TABLA N°9 Eficiencia de conversión alimentaria promedio por edades y total de los diferentes tratamientos.

EDAD (días)	TRATAMIENTOS				
	T 1	T 2	T 3	s.e.d	Sig.
5 - 21 días	1,83	1,72	2,71	0,505	NS
21 - 65 días	1,58 a	1,71 ab	1,8 b	0,082	*
TOTAL	1,46 a	1,51 a	1,66 b	0,063	*

s.e.d.= Error estándar de la diferencia entre dos promedios.

* = $a \neq b = P < 0.05$

NS = $P > 0.05$

5.5 REGISTRO DE DIARREAS

El estado de la heces se observó diariamente y no se detectaron cuadros de diarrea.

6. DISCUSION

La composición nutricional de los 3 sustitutos lácteos empleados durante el ensayo es similar (Tabla N°5). El contenido PC está bajo lo recomendado por NRC (1988) para un sustituto lácteo de buena calidad (Tabla N°3).

NRC (1988) recomienda un 22% de PC y en promedio los tres sustitutos están aproximadamente un 14% bajo los niveles de proteína cruda señalados.

Las diferencias en los niveles de PC de los sustitutos empleados durante el ensayo pueden ser importantes debido a que es uno de los nutrientes más relevantes en la composición de un sustituto lácteo, no sólo su cantidad sino que también su fuente (Quigley, 1998d). Sin embargo, estos menores aportes porcentuales, fueron compensados en el presente ensayo por una ingesta de MS superior a los requerimientos indicados por NRC (1988).

Se recomiendan proteínas de origen lácteo sobre todo durante las tres primeras semanas de vida del ternero porque otras fuentes no aportarían los niveles necesarios y podrían producir diarreas (Welsh, 1998). Esta recomendación se basa en el hecho de que el ternero está mejor capacitado enzimáticamente para digerir proteínas de origen lácteo (Tomkins y Jaster, 1991). Sobre tres semanas de edad, los terneros pueden utilizar mejor las proteínas no lácteas (Dupchak, 1999).

De acuerdo a lo anterior la diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) que se produce en la ganancia de peso en el período 5-21 días de edad (Tabla N°6) es atribuida al tipo de proteína empleado en el sustituto lácteo empleado en T2, que a pesar de tener la menor cantidad de proteína en su composición nutricional sería de mejor calidad (Tabla N°5).

Lo anterior se asocia a una mejor respuesta productiva general de los terneros de T2, porque para igual período (5-21 días de edad) obtuvieron los mayores pesos vivos (Tabla N°6), la mejor eficiencia de conversión alimentaria (Tabla N°9). Esto favorecerá el desarrollo ruminal y general de los animales para lograr un destete precoz y un buen desarrollo posterior (García, 1979; Quigley, 1998a).

Los valores EM se encuentran sobre la recomendación hecha por NRC (1988) que son 3.78 Mcal/kg. Además, se observan niveles similares entre los diferentes sustitutos (Tabla N°5).

Los niveles de fibra presentados por los sustitutos lácteos (Tabla N°5) indican que se empleó una cantidad baja o moderada de proteína vegetal en su elaboración (Quigley, 1998c).

Existe una diferencia notable entre los contenidos de extracto etéreo de los sustitutos, pero todos se encuentran sobre el 10%, valor mínimo recomendado por NRC(1988).

La composición nutricional del concentrado inicial (Tabla N°5) se encuentra dentro de lo recomendado para éste tipo de alimento según NRC, 1988. La composición nutricional del pellet de alfalfa se encuentran dentro del rango promedio señalado como normal por Anrique y col. (1995).

El peso vivo inicial promedio obtenido durante el ensayo fue de 39.3 kg (Anexo 1), valor que se encuentra dentro del rango de 38.8 kg y 42.8 kg, según registros de pesos al nacimiento de los mismos predios (UACH, 1995; Moreno, 1992; Gaete, 1993; Opazo 1993; Toledo, 1994 y Aroca, 1996).

El peso vivo al finalizar los 60 días de ensayo osciló entre los 81.3 kg y los 83.3 kg (Tabla N°6), estos pesos son superiores a los obtenidos por Vera (1988), Toledo (1994) y Aroca (1996). El peso vivo promedio más alto lo obtuvo T1 a pesar de ser el tratamiento con el menor peso vivo promedio inicial (Tabla N°6), lo que indica una buena calidad del sustituto lácteo 1.

El Gráfico N°1 muestra el comportamiento del peso vivo durante el ensayo y se observa que durante los primeros veinte días T1 y T2 tienen una evolución similar pero T3 muestra una evolución menor. Esta menor evolución de T3 se traduce en una menor respuesta productiva de los animales medida como ganancia de peso entre el día 5 y el día 21 de edad (Tabla N°6), originada en la deficiente calidad de la dieta láctea porque en esta etapa el consumo de alimento se basa principalmente en el sustituto lácteo (Sommerfeldt, 1985), lo que se observa en la tabla N° 7.

A partir del día veinte los tres tratamientos presentan curvas de peso vivo similares (Gráfico N°1). Esto se atribuye a que a partir de las tres semanas ya existe un desarrollo ruminal incipiente, lo que sumado al aumento en el consumo de concentrado inicial permite un aumento progresivo en el peso vivo de los terneros (Aroca, 1996; Quigley, 1998e).

Las ganancias diarias de peso corregidas por tratamiento hasta el destete se muestran en la Tabla N°6, y se observan diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) entre T2 y T3. El tratamiento T3 presenta las menores ganancias de peso vivo durante en ensayo (Tabla N°6 y Gráfico N°2).

Las ganancias de peso diarias obtenidas en el ensayo (Tabla N°6) se aproximan a los 0.8 kg/día recomendados por NRC (1988) y son superiores a las descritas por Eichholz (1975), que considera como normales ganancias del orden de 0.5 - 0.6 kg/día.

Las curvas de ganancia de peso diaria de los tres tratamientos presentadas en el Gráfico N°2, son similares a la descrita por Eichholz (1975) como normal, la que muestra un aumento progresivo hasta el día 65 de vida, momento en el cual decae como consecuencia del destete lo que causa estrés en los animales y origina una ganancia de peso menor

En la Tabla N°7 se detalla el consumo de concentrado inicial y pellet de alfalfa, expresado en materia seca. En el periodo de 21-65 días de edad se produce una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en el consumo de concentrado inicial de T3 que es mayor al de los otros 2 tratamientos. A pesar de esto no se producen diferencias significativas al analizar el periodo total del ensayo. A su vez este mayor consumo de concentrado de iniciación no se refleja en una mejor ganancia de peso lo que hace que T3 sea menos eficiente en la conversión de los alimentos (Tabla N°9).

El consumo de pellet de alfalfa es similar en los tres tratamientos y no existen diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$).

Los consumos de materia seca registrados durante el ensayo son superiores a los obtenidos por Vera (1988) y Aroca (1996) en estudios similares, en cambio son menores a los obtenidos por Toledo (1994).

El total de la materia seca consumida durante el ensayo (sustituto lácteo, concentrado inicial y pellet de alfalfa) se presenta en el Gráfico N°3. Se aprecia una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en T3 que consume una mayor cantidad de materia seca en el período 21-65 días de edad (tabla N° 7). Esto significa que T3 consume una mayor cantidad de materia seca (Tabla N°8) y a pesar de ello este grupo posee el menor peso final promedio del ensayo (Tabla N°6), lo que indica que T3 es menos eficiente en la conversión de los alimentos (Tabla N°9).

En la Tabla N°8 se presentan los requerimientos nutricionales diarios de MS, PC y EM promedios por tratamiento a los 21 y 65 días de edad. También se presentan los aportes de los alimentos empleados durante esos períodos durante el ensayo. Al compararlos se aprecia que en todos los casos lo aportado por el concentrado inicial, los pellet de alfalfa y los sustitutos lácteos sobrepasa los requerimientos diarios promedio de cada tratamiento. Lo anterior se refleja en el hecho de que a pesar de que los 3 sustitutos lácteos poseen una cantidad de PC inferior a lo recomendado por NRC (1988), el consumo total de alimentos suple la deficiencia y se obtienen ganancias de peso adecuadas y un buen desarrollo de los animales.

La eficiencia de conversión alimentaria obtenida en este trabajo fue mejor a la obtenida por Vera (1988), Moreno (1992), Toledo (1994) y Aroca (1996), en estudios similares.

- En la Tabla N°9 se muestra la eficiencia de conversión alimentaria expresada como la relación entre el consumo de materia seca y ganancia de peso. Del análisis de la Tabla N°9 se desprende que las diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) se presentan en el período 21-65 días de edad entre los tratamientos T1 y T3. Al analizar la eficiencia de conversión alimentaria durante el total del periodo de ensayo, la diferencia significativa ($P < 0.05$) se presentó en T3 respecto de los otros dos tratamientos.

El concepto de eficiencia de conversión alimentaria es importante porque al ser ella mejor, permite obtener la misma ganancia de peso vivo los animales con un consumo menor de alimento. Por ende, al conocer ésta se puede tomar una decisión respecto de que alimentos utilizar en la crianza artificial de terneros.

Al comparar los resultados del presente ensayo con uno realizado por Vera (1988) bajo condiciones muy similares, donde evalúa dos sustitutos lácteos importados y leche entera en la crianza artificial de terneros, se puede señalar que obtuvo ganancias de peso promedio de 0.48 kg/día al destete (57 días) en base al uso de sustitutos lácteos y una ganancia de 0.61 kg/día al destete con 45 días. Ambas ganancias son menores que las obtenidas durante el presente ensayo. Las eficiencias de conversión alimentaria obtenidas durante el presente ensayo fueron mejores que las obtenidas por Vera (1988), empleando sustitutos lácteos y similares a las eficiencias obtenidas en ese mismo ensayo en grupos alimentados con leche entera. Al respecto la eficiencia de conversión alimentaria del citado ensayo alcanzó a 1.59 kg se MS consumida por kg de aumento de peso.

Lo anterior demuestra que los fabricantes de sustitutos lácteos han logrado nuevas fórmulas y mejores tecnologías que han permitido una mejora en la crianza de los animales en nuestras condiciones del sur de Chile.

6.1 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio y del análisis de los resultados obtenidos al evaluar el efecto de tres sustitutos lácteos comerciales sobre algunos parámetros productivos en terneros criados artificialmente, se concluye lo siguiente:

- No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el peso vivo ni en el consumo total de alimentos.
- La eficiencia de conversión alimentaria total fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en los grupos T1 y T2.

7. BIBLIOGRAFIA

- ABARZUA, A. 1992.** Evaluación de un hidrolizado de pescado (H-75) como fuente de proteína en la fabricación de sustitutos lácteos. Tesis, Lic. Agr., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- AGÜERO, H. 1989.** Crianza de terneros: Estado sanitario y eficiencia productiva. *Holstein Chile*. 4: 9-13.
- ALOMAR, D. 1977.** Crianza de terneros Holstein con dos edades de destete y dos concentrados de iniciación. Tesis Mag. Cienc. Agr. Men. Prod. Anim., Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago de Chile.
- ALOMAR, D. 1979.** Crianza de terneros y reemplazos. En: Curso FAO-INDAP, Producción de Leche. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile, pp.1-19.
- ALOMAR, D. 1980.** Crianza de terneros y reemplazos. En: Curso FAO-INDAP, Producción de Leche. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile, pp.251-263.
- ANRIQUE, G., X. VALDERRAMA, R. FUCHSLOCHER. 1995.** Composición de alimentos para el ganado de la zona sur. Fundación Fondo de Investigación Agropecuaria, FIA, Ministerio de Agricultura. Valdivia.
- AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. 1975.** Official Methods of analysis. 11^a ed., William Horwist. Washington D.C..
- AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. 1984.** Fat or ether extract in source pet food, gravimetric method. 14^a ed., William Horwist. Washington D.C..
- APPLEMAN, R.D., F. OWEN. 1975.** Breeding housing and feeding management. *Jou. Dai. Sci.* 58: 447-464.
- AROCA, Y. 1996.** Evaluación de un concentrado proteico de licor de maíz (CPLM) como fuente de proteína en la fabricación de sustitutos lácteos. Tesis Ing. Agr., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- BATEMAN, J. 1970.** Nutrición animal. Manual de métodos analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. Programex Editora S.A. , México D.F..

- BATH, D., F. DICKINSON, H. TUCKER y R. APPLEMAN. 1987.** Ganado Lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios. Nueva Editorial Americana, S.A. 2ª ed., México, D.F.
- BEELS, G. 1992.** Efecto de la calidad de la proteína del suplemento proteico sobre el comportamiento productivo de terneros de grano. Tesis Ing. Agr., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- CHASE, L. E. 1995.** Dairy Cattle. In Pond, W. G., D. C. Church and K. R. Pond. (Ed.) Basic Animal Nutrition and Feeding. 4ª ed. J. Willey. USA, 403-414.
- CHURCH, D. 1974.** Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Acribia, Zaragoza, España.
- CHURCH, D. 1975.** Digestive physiology and nutrition of ruminants. 2ed. Corvallis: O & B Books.
- DIRKSEN, G. y W. HOFFMAN. 1974.** Problemas actuales de Veterinaria sugeridos con motivo de la crianza y del engorde del ternero, Not. Med. Vet. Bayer. 1: 3-22.
- DRAKLEY, J. 1999.** Evalúate milk replacer quality. <http://www.diaryherd.com> 17/04/99.
- DUPCHAK, K. 1999.** Feeding tips from Manitoba Agricultura evaluating milk replacers for calves. <http://www.milk.mb.ca/Producer/reDlacer.htm>. 17/04/99.
- EICHHOLZ, J. 1975.** Consideraciones con respecto al uso de sistemas de crianza artificial de terneros de lechería en el sur de Chile, Agrosur 3: 67-70.
- ENGLISH, P.L. 1983.** Efectos de *L acidophilus*, *L plantarum* y *Strep. Faecium* (*Feed-Mate 68 r*) como aditivo microbiano sobre parámetros productivos en lechones. Tesis, M.V., Universidad de Concepción, Departamento de Medicina Veterinaria. Chillan, Chile.
- ETGEN, W.M., P.M. REAVES. 1985.** Ganado lechero, alimentación y administración. 1ª. edición. Limusa. México.
- FOX, W.M. 1984.** Welfare of farms animals. University Park Press. Baltimore.
- GAETE, P. 1993.** Comparación del crecimiento de terneros alimentados con calostro ácido, sustituto de leche y sustituto de leche con probiótico. Tesis, M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.

- GALVEZ, J, V. CANEQUE, F. LAZADO. 1978.** Repercusión de la cantidad de leche utilizada en la cría artificial de terneros sobre el crecimiento posterior al destete y los rendimientos económicos. Andes INIA. Sene *Producción Animal*. (9): 81-94.
- GARCIA, A. 1979.** Crianza de terneros de lechería. *El Campesino* 110: 56-61.
- GEDEK, M. 1987.** Probiotics in animal feeding. Effects on performance and animal health. *Feed Magazine*. 1: 21-33.
- GONZALEZ, M. 1995.** Estudio de caso: Sistema de crianza de terneros en predios GTT de la X Región. Boletín Técnico N°219. E. E. Remehue, Chile.
- GOERING, H.K., P.J. VAN SOEST. 1972.** Análisis de fibra de forrajes. Programa de Forrajes, Universidad Agraria La Molina. Lima. (Boletín N° 10).
- GROSSMAN, J.D. 1949.** Form, development and topography of the stomach of the Ox. *Jou. Am. Vet Med. Asso.* 114-416.
- HUBER, J.T., R. RIFKIN y J. KEITH. 1964.** Effects of level of lactose upon lactose concentration in the small intestines of calves. *Jou. Dai. Sci.* 47: 789-792.
- HUBER, J.T. 1969.** Calf nutrition and rearing. Development of the digestive and methabolic aparatus of the calf. *Jou. Dai. Sci.* 52. 1303.
- HUTJENS, M.F. 1985.** Nutritional managment of calves. *Mod. Vet. Pr.* 66 (7): 451-454.
- JACQUES, K.A. 1989.** Probióticos y ganadería. *Agricultura de las Américas.* 38: 34-36.
- JENKINS, K., J. KRAMER, F. SABER, D. EMMONS. 1985.** Influence of triglycerides and free fatty acids in milk replacers on calf performance, blod plasma and adipose lipids. *J.Dairy Sci.* 68 (3): 669-680.
- LATRILLE, L. y C. DIAZ-CASTAÑEDA. 1984.** New ingredients for calf milk replacers. In: Proc. of the nutrition day conference, Canadian Feed Industry Association, Canadá, pp. 95-106.
- LATRILLE, L. 1994.** Avances en manejo de terneras de lechería desde el nacimiento al primer parto, pp. 154-178. En: Avances de producción animal. Valdivia, Universidad Austral de Chile.
- LOPEZ, A., M. GONZALEZ, C. GARCIA y M. MARTINEZ. 1981.** Un sustituto lácteo para la crianza de terneros: respuesta productiva de animales en crecimiento. *Arch. Med. Vet.* 13(2): 61-66.

- LOPEZ, A. 1987.** Aspectos nutricionales y alimentarios del ternero de lechería. Avances en la investigación nacional en los últimos diez años (1976-1986). *Monog. Med. Vet.* 9(1): 5-17.
- MORENO, G. 1992.** Comparación del crecimiento de terneros Holstein Friesian, Frisón Negro y diferentes cruzas Holstein Friesian-Frisón Negro. Tesis, M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- NANNIG, A. 1993.** Efecto de la adición de bicarbonato de sodio, solo o asociado a cloruro de potasio, sobre características productivas y variables sanguíneas en la ración de terneros de lechería entre 60 a 120 días de edad. Tesis, M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1988.** Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth revised edition. National Academy Press, Washington D.C..
- NISSEN, J. 1974.** Estudio Agrológico del Predio Experimental "Santa Rosa". Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Suelos y Abonos. Valdivia.
- ODEPA. 1999.** Existencia de ganado por especie período 1990-1997. <http://www.minaagri.gob.cl/webodepa/cifras/tabla.html/Dproductivas/tabla031.html>. 17/04/99.
- OELCKERS, E. 1969.** Crianza artificial de terneros. En: Segundo Curso de Actualización para Médicos Veterinarios. Facultad de Medicina Veterinaria, Valdivia, Chile, pp 53-93.
- OELCKERS, R.H. 1991.** Uso de pellet de alfalfa en alimentación de terneros de crianza artificial. Tesis M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- OPAZO, A. 1993.** Eficiencia de crecimiento de terneros hasta los 120 días de edad, en base a dos tipos diferentes de alimentación: método tradicional y método con destete precoz. Tesis M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- OTTERBY, D.E. y LINN, J.G. 1981.** Advances in nutrition and management of calves and heifers. *Jou. Dai. Sci.* 64(6): 1365-1377.
- OWEN, J. 1983.** Cattle Feeding. Wharfedale Road: Farming Press. Great Britain.
- PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. 1985.** Feeding the newborn dairy cattle. College of Agriculture. Extension Service University of Park Pennsylvania. Special Circular 311.

- PULIDO, R. 1998.** Crianza de terneros de lechería. En: *Agrosaval*. Saval F.G., Valdivia, Chile, pp 8-9.
- QUIGLEY, III, J.D.; L.A. CALDWELL; J.D. SINKS y R.N. HEITMANN. 1991**
Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. *J. Dairy Sci.* 71: 250-257.
- QUIGLEY, J. 1998a.** Calf Notes. Development of the rumen epithelium. <http://www.americanprotein.com/ralf/calfnotes/APCCN20.htm>.. 25/03/99.
- QUIGLEY, J. 1998b.** Calf Notes. Water, water, everywhere... <http://www.americanDrotein.com/calf/calfnotes/APCCN04.htm>.. 25/03/99.
- QUIGLEY, J. 1998c.** Calf Notes. Measures of milk replacer quality. <http://www.americanprotein.com/calf/calfnotes/APCCN33.htm>.. 27/03/99.
- QUIGLEY, J. 1998d.** Calf Notes. New trends in milk replacer management. <http://www.americanprotein.com/calf/calfnotes/APCCN37.htm>.. 27/03/99.
- QUIGLEY, J. 1998e.** Calf Notes. How calf starter intake drives rumen development. <http://www.americanprotein.com/calf/calfnotes/APCCN27.htm>.. 27/03/99.
- QUIGLEY, J. 1999.** Calf Notes. Milk replacer ingredients and labels. <http://www.americanprotein.com/calf/calfnotes/APCCN53.htm>.. 14/07/99.
- RADOSTIS, O. y J. M. BELL. 1970.** Nutrition of the pre-ruminant calf with special reference to digestión and absorption of nutrients; a review. *Can. J. Anim. Sci.* 50: 405-452.
- ROY, J.H.B. 1972.** El ternero: Manejo y Alimentación. Acribia, Zaragoza, España.
- ROY, J.H.B. 1977.** The composition of milk sustitute diets and the nutrient requiriments of the prerumiant calf. National Institute for Reserch in Dairing. Shinfield, Inglaterra.
- ROY, J.H. B. 1980.** The calf. 4^a. Ed., Butterworths, London, England.
- RUSH, K. 1980.** La importancia del hierro en la crianza del ternero. *Chile Agrícola*. 5: 214-215.
- SEPULVEDA, A. 1977.** Crianza artificial de terneros. Boletín Informativo N°7. E.E Quilamapu, Chillan, Chile.
- SOMMERFELDT, J.L. 1985.** Milk replacres for dairy cattle. <http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AarEnv/ndd/voungsto/>. 17/04/99.
- STANBUK, I. 1988.** Crianza de terneros. *Holstein Chile*. 5: 9-13.

- STOBO, U. y J.H.B. ROY. 1978.** Empleo de proteínas no lácteas en los sucedáneos de la leche para terneros. *Revista Mundial de Zootecnia* (FAO). 25 : 18-24.
- TADICH, N. 1982.** Factores que influyen en la presentación de diarreas en terneros de crianza artificial. En: Curso de actualización para profesionales del agro. "Crianza y engorda de ganado bovino". Los Angeles, Chile.
- TOLEDO, A. 1994.** Efecto de la adición de un probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) sobre algunas parámetros productivos de terneros lactantes criados artificialmente. Tesis M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- TOMKINS, T., E. JASTER. 1991.** Dairy Nutrition Mangment. Prerumiant Calf Nurition. Dundee, Illinois.
- UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE - FONDO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1995.** Composición de alimentos para el ganado de la zona sur. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias.
- VANBELLE, M.; E. TELLER y M. FOCANT. 1990.** Probiotics in animal nutrition: a review. *Arch. Anim. Nutr.* 40(7): 543-567.
- VERA, A. 1988.** Evaluación de dos sustitutos lácteos comerciales de origen importado en crianza artificial de terneros. Tesis Lic. Agr., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- WEBSTER, J. 1984.** Calf husbandry health and welfare. Collins Professional and Technical Books. London.
- WELSH, J. 1998.** Evaluating Milk Replacers. <http://NAWw.inform.umd.edu/EdRes/Topic/AqrEnv/ndd/>. 17/04/99.
- WERNER, B. 1973.** Influencia de los diferentes sistemas de crianza desde el nacimiento hasta la cubierta, en hembras de lechería nacidas en otoño. Tesis, M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- ZURITA, L.A.; P. SMITH y L. ZURICH. 1987.** Diarrea del ternero recién nacido. *Monoqr. de Med. Vet* 9(2):5-26.

8. ANEXOS

ANEXO 1

Resultados generales del ensayo

Sustituto	Número	F.nacimiento	Peso nac.kg	Inicio Ensayo	Fin de Ensayo	Peso 65 d	Peso 72 d
S1	T1						
1	2133	7-mar	40,0	12-mar	11-may	87,0	95,5
2	2134	11-mar	30,0	16-mar	15-may	85,0	90,0
3	2135	12-mar	43,0	17-mar	16-may	90,5	94,0
4	2136	20-mar	31,0	25-mar	24-may	64,0	71,5
5	1237	22-mar	34,0	27-mar	26-may	72,0	76,0
6	1238	23-mar	36,3	28-mar	27-may	82,5	90,0
7	1240	23-mar	40,8	28-mar	27-may	89,5	95,5
8	1246	31-mar	29,0	5-abr	4-jun	69,0	73,0
9	2143	3-abr	48,0	8-abr	7-jun	85,5	91,5
10	1279	30-abr	40,0	5-may	4-jul	84,5	89,0
S2	T2						
1	1241	26-mar	41,5	31-mar	30-may	90,0	92,0
2	1242	29-mar	33,9	3-abr	2-jun	73,0	81,0
3	1245	30-mar	40,8	4-abr	3-jun	82,0	90,5
4	2137	22-mar	49,0	27-mar	26-may	92,0	95,5
5	2138	23-mar	39,0	28-mar	27-may	76,0	81,0
6	2139	24-mar	45,0	29-mar	28-may	95,5	102,0
7	2140	25-mar	46,0	30-mar	29-may	87,5	92,0
8	2142	3-abr	41,0	8-abr	7-jun	84,0	88,0
9	2144	4-abr	36,0	9-abr	8-jun	78,0	81,5
10	1254	4-abr	41,0	9-abr	8-jun	90,0	93,0
S3	T3						
1	1255	4-abr	29,0	9-abr	8-jun	66,0	69,0
2	1256	5-abr	41,0	10-abr	9-jun	86,5	90,5
3	1257	5-abr	35,0	10-abr	9-jun	80,5	89,0
4	1259	9-abr	35,5	14-abr	13-jun	78,0	78,0
5	1267	17-abr	40,0	22-abr	21-jun	85,0	89,0
6	1265	16-abr	36,0	21-abr	20-jun	70,0	73,5
7	1266	16-abr	45,0	21-abr	20-jun	85,0	90,0
8	1272	20-abr	37,0	25-abr	24-jun	86,5	91,0
9	2145	13-abr	47,0	18-abr	17-jun	85,5	87,5
10	1276	24-abr	49,0	29-abr	28-jun	91,0	98,0

ANEXO 2

Composición nutricional de los sustitutos lácteos (según etiqueta)

	Proteína	Grasa	Fibra	Ceniza	Lactosa	Lisina	Calcio	Fósforo	Magnesio	Energía bruta [Energ. Metab.]	
	————— (%) —————									————— (Kcal/kn) —————	
S1	21,0	15,0	0,3	9,0	46,0	n.e. *	ae.*	ae.*	n.e.*	a e.*	ae.*
S2	20,0	17,0	0,5	7,2	n.e. *	1,6	0,9	0,8	0,19	n.e.*	n.e.*
S3	20,0	17,0	0,2	10,5	46,0	1,4	0,9	0,7	n.e.	5,100	4,590

* n.e. = no especificado en la etiqueta del producto.

ANEXO 3

Composición nutricional de los sustitutos lácteos (según Laboratorio) (BMS)

	Materia seca	Ceniza	Proteína bruta	Fibra cruda	Energía Metab.
	————— (%) —————				— (Mcal/kg) —
S1	94,11	10,41	19,56	0,19	3,90 *
S2	95,43	8,93	18,12	0,25	4,04 *
S3	95,04	9,66	18,89	0,17	3,86 *

* EM corregida por contenido EE (Laboratorio de Nutrición Animal, UACH)

ANEXO 4

Composición nutricional del concentrado inicial y pellet de alfalfa (según etiqueta)

	Materia seca	Proteína cruda	Fibra cruda	Extracto etereo	Calcio	Fósforo	Energía Metab.
	————— (%) —————						— (Mcal/kg) —
CONCENTRADO	88,0	18,0	12,0	2,00	0,80	0,60	2,90
ALFALFA	90,0	18,0	n.e.*	n.e...*	0,99	0,27	2,16

* n.e. = no especificado en la etiqueta del producto.

ANEXO 5

Composición de concentrado y alfalfa (según Laboratorio) (BMS)

	Materia seca	Ceniza	Proteína bruta	Fibra cruda	Extracto etéreo	Energía Metab.
	————— (%) —————					— (Mcal/kg) —
CONCENTRADO	86,07	6,83	18,09	7,26	4,76	3,07*
ALFALFA	85,47	9,85	14,13	30,09	1,11	2,24

* EM corregida por contenido de EE (Laboratorio de Nutrición Animal, UACH)

ANEXO 6

Pesos vivos obtenidos en los diferentes tratamientos durante el ensayo.

Sustituto	Peso nacimiento	Peso inicio ensayo	Peso 21 días	Peso 65 días	Peso 72 días
	------(Kg)-----				
S1	T1				
1	40,0	42,0	49,2	87,0	95,5
2	30,0	36,5	41,0	85,0	90,0
3	43,0	43,0	48,3	90,5	94,0
4	31,0	31,0	37,5	64,0	71,5
5	34,0	33,0	38,9	72,0	76,0
6	36,3	36,2	44,2	82,5	90,0
7	40,8	41,0	48,3	89,5	95,0
8	29,0	30,3	38,8	69,0	73,0
9	48,0	48,7	55,5	85,5	91,5
10	40,0	48,5	54,5	84,5	89,0
S2	T2				
1	41,5	42,5	48,0	90,0	92,0
2	33,9	35,7	45,6	73,0	81,0
3	40,8	38,8	50,5	82,0	90,5
4	49,0	49,0	56,4	92,0	95,5
5	39,0	40,5	46,1	76,0	81,0
6	45,0	47,0	55,5	95,5	102,0
7	46,0	46,6	48,3	87,5	92,0
8	41,0	42,0	50,0	84,0	88,0
9	36,0	37,1	45,4	78,0	81,5
10	41,0	43,3	51,5	90,0	93,0
S3	T3				
1	29,0	33,5	37,0	66,0	69,0
2	41,0	42,4	45,6	86,5	90,5
3	35,0	36,6	44,0	80,5	89,0
4	35,5	36,2	45,2	78,0	78,0
5	40,0	41,8	44,4	85,0	89,0
6	36,0	37,4	44,0	70,0	73,5
7	45,0	44,6	47,4	85,0	90,0
8	37,0	40,8	48,2	86,5	91,0
9	47,0	46,0	48,2	85,5	87,5
10	49,0	48,0	50,0	91,0	98,0

ANEXO 7

Ganancia de peso promedio y la ganancia total promedio (kg/día) durante el ensayo.

Sustituto	5-21 DIAS	21-65 DIAS	65-72 DIAS	5-65 DIAS	Ganancia total (kg/día)
	------(kg/día)-----				
S1	T1				
1	0,450	0,969	1,214	0,818	0,783
2	0,281	1,128	0,714	0,882	0,917
3	0,331	1,082	0,500	0,864	0,792
4	0,406	0,679	1,071	0,600	0,550
5	0,369	0,849	0,571	0,709	0,633
6	0,500	0,982	1,071	0,842	0,770
7	0,456	1,056	0,786	0,882	0,812
8	0,531	0,774	0,571	0,704	0,667
9	0,425	0,769	0,857	0,669	0,625
10	0,375	0,769	0,643	0,655	0,742
S2	T2				
1	0,344	1,077	0,286	0,864	0,808
2	0,619	0,703	1,143	0,678	0,652
3	0,731	0,808	1,214	0,785	0,687
4	0,463	0,913	0,500	0,782	0,717
5	0,350	0,767	0,714	0,645	0,617
6	0,531	1,026	0,929	0,882	0,842
7	0,106	1,005	0,643	0,744	0,692
8	0,500	0,872	0,571	0,764	0,717
9	0,519	0,836	0,500	0,744	0,700
10	0,513	0,987	0,429	0,849	0,817
S3	T3				
1	0,222	0,744	0,429	0,592	0,617
2	0,200	1,049	0,571	0,802	0,758
3	0,463	0,936	1,214	0,798	0,758
4	0,563	0,841	0,000	0,760	0,708
5	0,163	1,041	0,571	0,785	0,750
6	0,413	0,667	0,500	0,593	0,567
7	0,175	0,964	0,714	0,735	0,667
8	0,463	0,982	0,643	0,831	0,825
9	0,138	0,956	0,286	0,718	0,642
10	0,125	1,051	1,000	0,782	0,700

ANEXO 8

Consumo promedio por períodos de concentrado inicial y pellet de alfalfa durante el ensayo (MS).

Sustituto	CONCENTRADO (kg.)			ALFALFA (kg.)
	Cons MS 5-21d	Cons MS 21-65 d	Cons MS 5- 65d	Cons MS 21-65d
S1	T1			
1	0,69	31,76	32,45	4,80
2	2,39	33,09	35,48	9,59
3	2,82	31,79	34,61	12,35
4	2,35	15,66	18,01	5,96
5	2,60	22,85	25,46	5,60
6	3,66	30,55	34,21	7,56
7	5,38	35,01	40,39	2,56
8	1,51	17,34	18,85	2,84
9	3,70	28,27	31,98	3,31
10	2,54	32,15	34,69	8,24
S2	T2			
1	2,69	36,36	39,05	6,97
2	5,01	23,24	28,25	8,24
3	5,96	37,29	43,25	4,26
4	4,58	33,59	38,18	4,82
5	2,95	30,94	33,89	2,31
6	4,88	41,29	46,18	3,46
7	3,34	35,42	38,76	7,01
8	3,12	24,50	27,62	13,09
9	1,61	19,41	21,02	14,27
10	1,65	19,52	21,17	21,36
S3	T3			
F1	1,33	17,62	18,96	9,80
F2	1,53	32,52	34,04	5,54
F3	3,89	33,82	37,72	5,97
F4	2,19	28,30	30,49	8,19
F5	1,31	40,52	41,83	8,51
F6	0,88	29,10	29,99	7,32
F7	0,97	38,64	39,61	10,93
F8	3,55	40,75	44,30	9,76
F9	3,72	43,16	46,88	8,35
F10	2,00	47,21	49,21	8,76

ANEXO 9

Consumos diarios promedio por periodos de materia seca total en los diferentes tratamientos durante el ensayo (MS).

Sustituto	Consumo total (kg)	Consumo diario (g)	Consumo total (kg)	Consumo diario (g)	Consumo total (kg)	Consumo diario (g)
	----- 5 - 21 días -----		----- 21 - 65 días -----		----- 5 - 65 días -----	
S1	T1					
1	8,2	513,6	57,3	1468,4	65,5	1091,4
2	9,9	619,8	63,4	1625,4	73,3	1221,8
3	10,3	646,7	64,8	1662,8	75,2	1253,3
4	9,9	617,1	42,3	1085,4	52,2	870,1
5	10,1	633,3	49,2	1260,4	59,3	988,1
6	11,2	699,2	58,8	1508,2	70,0	1166,8
7	12,9	806,5	58,3	1494,4	71,2	1186,4
8	9,0	564,7	40,9	1048,4	49,9	832,1
9	11,2	701,9	52,3	1340,8	63,5	1058,7
10	10,1	629,2	61,1	1566,5	71,2	1186,0
S2	T2					
1	10,3	645,3	64,3	1649,4	74,6	1244,2
2	12,6	790,5	52,5	1345,6	65,1	1085,4
3	13,6	849,7	62,5	1603,6	76,1	1268,9
4	12,2	763,6	59,4	1523,2	71,6	1193,7
5	10,6	661,4	54,2	1390,9	64,8	1080,4
6	12,5	782,4	65,7	1685,9	78,3	1304,5
7	11,0	685,6	63,4	1626,3	74,4	1239,9
8	10,8	672,4	58,6	1502,0	69,3	1155,6
9	9,2	578,0	54,7	1402,0	63,9	1065,4
10	9,3	580,2	61,9	1586,6	71,2	1186,0
S3	T3					
1	8,9	558,6	48,3	1239,4	57,3	954,5
2	9,1	570,7	59,0	1511,9	68,1	1134,9
3	11,5	718,6	60,7	1556,3	72,2	1203,2
4	9,8	612,4	57,4	1471,7	67,2	1119,9
5	8,9	557,2	69,9	1793,4	78,9	1314,3
6	8,5	530,3	57,3	1470,0	65,8	1096,9
7	8,6	535,7	70,5	1807,0	79,0	1317,4
8	11,2	697,1	71,4	1831,4	82,6	1376,3
9	11,3	707,9	72,4	1856,7	83,7	1395,6
10	9,6	600,3	76,9	1971,1	86,5	1441,3

ANEXO 10

Eficiencia de conversión alimentaria por periodos durante el ensayo *.

Sustituto	EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DIARIA		
	5 - 21 DIAS	21 - 65 DIAS	5 - 65 DIAS
S1	T1		
1	1,14	1,52	1,33
2	2,20	1,44	1,39
3	1,95	1,54	1,45
4	1,52	1,60	1,45
5	1,72	1,49	1,39
6	1,40	1,54	1,39
7	1,77	1,41	1,35
8	1,06	1,35	1,18
9	1,65	1,74	1,58
10	1,68	2,04	1,81
S2	T2		
1	1,88	1,53	1,44
2	1,28	1,92	1,60
3	1,16	1,99	1,62
4	1,65	1,67	1,53
5	1,89	1,81	1,67
6	1,47	1,64	1,48
7	6,45	1,62	1,67
8	1,34	1,72	1,51
9	1,11	1,68	1,43
10	1,13	1,61	1,40
S3	T3		
1	2,52	1,67	1,61
2	2,85	1,44	1,42
3	1,55	1,66	1,51
4	1,09	1,75	1,47
5	3,43	1,72*	1,67
6	1,29	2,20	1,85
7	3,06	1,87	1,79
8	1,51	1,86	1,66
9	5,15	1,94	1,94
10	4,80	1,87	1,84

* (Consumo MS / ganancia de peso vivo).

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a las personas que colaboraron en el éxito de este trabajo.

Al Dr. Rubén Pulido F., M. V., Mg. Se., Ph. D., Profesor Patrocinante por su ayuda en la planificación y desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Wolfgang Stehr, M. V., Dr. Agr. por su colaboración y destacados aportes para la elaboración de este trabajo.

A la empresa FEROSOR S.A. por el financiamiento del presente ensayo.

Al personal del CEPA por su colaboración y cuidado en la crianza de los terneros.

A todos muchas gracias.