

FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES
DE LACTOSUERO EN EL DESEMPEÑO
DE TERNEROS HOLANDO
TOTALMENTE CONFINADOS**

por

Homero Manuel NOLLA PALMIERI

T E S I S

2001

MONTEVIDEO

URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE LACTOSUERO EN EL
DESEMPEÑO DE TERNEROS HOLANDO TOTALMENTE
CONFINADOS

por

Homero Manuel NOLLA PALMIERI

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO

URUGUAY

2001

Tesis aprobada por:

Director: _____
Ing. Agr. M. Sc. Diego MATTIAUDA

Ing. Agr. Ph. D. Pablo CHILIBROSTE

Dr. Mario Franco

Fecha: Martes 20 de Marzo de 2001

Autor: _____
Homero Manuel NOLLA PALMIERI

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Diego Mattiauda, a todo los miembros de la cátedra de lechería y del laboratorio de la EEMAC por todo su apoyo y colaboración en la realización de esta tesis

También un agradecimiento especial a los integrantes del Criadero San Francisco por su fundamental aporte en el trabajo de campo.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCION</u>.....	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>.....	4
2.1 <u>CRECIMIENTO</u>.....	4
2.1.1 <u>Etapas del crecimiento</u>	4
2.1.2 <u>Modelo normal de crecimiento</u>	5
2.1.3 <u>Velocidad de crecimiento, consumo y eficiencia</u>	6
2.1.4 <u>Desarrollo ruminal</u>	9
2.1.5 <u>Importancia de la flora ruminal y factores que afectan su desarrollo</u>	9
2.1.6 <u>Selectividad</u>	10
2.1.7 <u>Crecimiento compensatorio</u>	10
2.2 <u>REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL TERNERO</u>.....	11
2.2.1 <u>Requerimientos proteicos</u>	11
2.2.2 <u>Requerimientos de hidratos de carbono</u>	12
2.2.3 <u>Requerimientos de lípidos</u>	12
2.3 <u>EL LACTOSUERO</u>.....	13
2.3.1 <u>Características generales</u>	13
2.3.2 <u>Realidad uruguaya</u>	15
2.4 <u>USO DE LACTOSUERO EN RUMIANTES</u>.....	16
2.4.1 <u>Frecuencia de suministro y temperatura del lactosuero</u>	17
2.4.2 <u>Problemas asociados a la alimentación con lactosuero</u>	17

2.4.2.1 Abastecimiento y conservación del lactosuero.....	17
2.4.2.2 Acostumbramiento.....	18
2.4.2.3 Problemas digestivos y metabólicos.....	18
2.4.2.4 Instalaciones.....	18
2.4.2.5 Problemas sanitarios.....	19
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>.....	20
3.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN.....	20
3.2 ANIMALES EXPERIMENTALES.....	20
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
3.4 TRATAMIENTOS.....	20
3.5 ALIMENTOS.....	21
3.5.1 <u>Componentes</u>	21
3.5.2 <u>Proteína y energía</u>	22
3.6 RUTINA EXPERIMENTAL.....	22
3.6.1 <u>Preparación del alimento sólido</u>	22
3.6.2 <u>Manejo del lactosuero</u>	22
3.6.3 <u>Alimentación</u>	23
3.6.3.1 Rutina de alimentación.....	23
3.6.3.2 Ajuste de la oferta.....	23
3.6.4 <u>Manejo sanitario</u>	23
3.6.5 <u>Rutina de lavado</u>	24
3.7 DETERMINACIONES.....	24
3.7.1 <u>En los animales</u>	24

3.7.2 <u>En los alimentos</u>	24
3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	26
4.1 PESO VIVO	26
4.1.1 <u>Descripción de la evolución del peso vivo</u>	26
4.2 CONSUMO	28
4.2.1 <u>Evolución del consumo de materia seca total</u>	28
4.2.2 <u>Consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo</u>	30
4.2.3 <u>Proteína cruda</u>	33
4.3 ALTURA DEL ANCA	37
4.4 ACTIVIDAD	37
4.5 SELECTIVIDAD	39
4.6 ANÁLISIS DE COSTOS	41
5. <u>CONCLUSIONES</u>	43
6. <u>RESUMEN</u>	44
7. <u>SUMMARY</u>	45
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46
9. <u>APÉNDICE</u>	49

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro 1.- Efecto del consumo de leche sobre el consumo de sólidos en la crianza de corderos.....	7
Cuadro 2.- Composición del lactosuero en macronutrientes, expresado en porcentaje de peso.....	14
Cuadro 3.- Composición del lactosuero en micronutrientes.....	14
Cuadro 4.- Componentes de la dieta por tratamiento y para cada periodo.....	21
Cuadro 5.- Composición proteica y energética de la dieta.....	22
Cuadro 6.- Variación de peso durante el experimento.....	26
Cuadro 7.- Evolución de la ganancia diaria de peso (kg/animal/día).....	26
Cuadro 8.- Variación del consumo de materia seca total (kg/animal/día).....	29
Cuadro 9.- Eficiencia de conversión del alimento en peso vivo.....	30
Cuadro 10.- Variación del consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo..	32
Cuadro 11.- Variación de los niveles de proteína cruda como valor absoluto en kg de PC/animal/día (PC) y como porcentaje de la materia seca total (PC%/MS).....	34
Cuadro 12.- Valores de porcentaje de proteína no degradable a nivel ruminal para los diferentes componentes de las dietas.....	36
Cuadro 13.- Nivel de proteína (PC como % de la MS) y energía metabolizable (EM Mcal/kg de MS) consumida de los diferentes tratamientos para cada periodo..	36
Cuadro 14.- Variación de la altura promedio de los tres tratamientos.....	37
Cuadro 15.- Descripción de las actividades de rumia, descanso y consumo.....	39
Cuadro 16.- Balance Oferta – Rechazo de la FDA y FDN, como porcentaje de la materia seca del alimento sólido.....	40
Cuadro 17.- FDA y FDN como porcentaje de la materia seca de los alimentos que componen las dieta de los tratamientos.....	40
Cuadro 18.- Costos.....	41

Gráfica 1.- Curva Teórica de Crecimiento Animal.....	5
Gráfica 2.- Evolución de Peso Vivo (PV) de Terneros Holando Totalmente Confinados con Tres Niveles de Lactosuero.....	27
Gráfica 3.- Consumo de Materia Seca Total por Animal y por Día para Terneros Holando Totalmente Confinados con Tres Niveles de Lactosuero.....	29
Gráfica 4.- Consumo de materia Seca como Porcentaje del Peso Vivo de Terneros Holando Totalmente Confinados con Tres Niveles de Lactosuero.....	31
Gráfica 5.- Consumo de Proteína Cruda (PC) por Animal por Día en Terneros Holando Totalmente Confinados con Tres Niveles de Lactosuero.....	35

1. INTRODUCCIÓN

Cualquier intento de potencializar la producción requiere entre otros aspectos, realizar un aprovechamiento racional de los recursos existentes. Dos ejemplos claros de que no se realiza un aprovechamiento racional de los recursos son:

El ganado Holando es faenado en su mayoría con una edad avanzada debido a que el proceso productivo es muy lento y poco eficiente.

Las industrias lácteas están desperdiciando una excelente fuente alimenticia como lo es el lactosuero, que por sus características (rápida descomposición y grandes volúmenes) es difícil de tratar en los sistemas de tratamiento de efluentes, provocando una importante contaminación al ser vertidos en los sistemas de cloacas o lechos de arroyos y ríos.

Principalmente en los sistemas familiares de producción lechera, se da de forma importante, la competencia de las diferentes categorías por el recurso forraje. Por lo general se destinan los mejores forrajes para el rodeo en producción, siendo los terneros machos discriminados, impidiendo que esta categoría exprese su potencial tanto desde el punto de vista genético como económico.

La información disponible indica que, en general para Latinoamérica, la mayoría de los novillos Holando son sacrificado con 500-600 kg y con una edad de 45 meses (Caballero, 1976 citado por Josifovich *et al.*, 1986).

Esto es importante de señalar pues debe tenerse en cuenta que la mayor eficiencia de conversión se encuentra en novillos entre 100 a 250 kg de peso (MacLeod, 1968).

En la actualidad el interés por el aprovechamiento del lactosuero es tanto de carácter económico como también ecológico. Se calcula que unas 300.000 toneladas de leche se destinan anualmente en Uruguay a la elaboración de quesos, produciéndose 255.000 toneladas de lactosuero remanentes, representando 237.150 toneladas de agua; 12.240 toneladas de lactosa; 2.550 toneladas de proteínas de alto valor biológico; 1.785 toneladas de sales minerales y 2.040 toneladas de lípidos (LATU, 1999).

En el caso particular de la planta afectada a este experimento (PILI SA), su destino anual de leche para la elaboración de queso es de 41.220 toneladas, produciéndose 35.037 toneladas de lactosuero remanentes, representando 32.584 toneladas de agua; 1.682 toneladas de lactosa; 350 toneladas de proteínas de alto valor biológico; 245 toneladas de sales minerales y 280 toneladas de lípidos.

El lactosuero es un subproducto de quesería que se origina en el proceso de coagulación de la leche durante la elaboración de queso. Esto implica la separación de una fracción sólida (constituida fundamentalmente por caseína y materia grasa) y otra

líquida (el lactosuero) cuyo principal componente es el agua (93%), el cual varía según el tipo de queso del cual se obtenga (NRC, 1996 y Schingoethe, 1987). Su condición de producto líquido y perecedero dificultan su manejo y aprovechamiento

En nuestro país, la utilización del lactosuero se circunscribe a la alimentación de porcinos, no así a la alimentación de rumiantes por la escasez de conocimientos científicos y técnicos de sus posibilidades de utilización de acuerdo a los requerimientos y limitantes de los bovinos.

Según Berra y Finster 1996, en términos generales el lactosuero suele tener 3 destinos:

Secado industrial:

El aprovechamiento de la materia seca de lactosuero que permite su almacenamiento, requiere del secado por un proceso de deshidratación industrial que solamente disponen grandes empresas lácteas; este proceso demanda una alta inversión y un costo energético que encarece el precio final del producto.

Alimentación de porcinos:

Probablemente la alternativa más frecuente para establecimientos pequeños sea la alimentación de cerdos. Además hay una basta información científica y experiencias productivas sobre el uso de lactosuero en esta actividad. El lactosuero es llevado en camiones cisternas o tanques hasta los establecimientos y por medio de un conducto es distribuido a los diferentes comederos, cubriendo así parte de los requerimientos nutricionales de los animales.

Efluente:

Si no se logra dar al lactosuero ninguno de los destinos anteriormente mencionados, este es vertido a los sistemas de depuración. Dado el gran volumen que se produce diariamente en las plantas elaboradoras de queso, su tratamiento demanda grandes inversiones. Debido a esa gran producción, el efecto contaminante si el lactosuero no es tratado correctamente es muy importante.

Ninguna de las alternativas anteriormente mencionadas toma en cuenta la utilización del lactosuero en rumiantes.

Por lo tanto, uniendo los problemas que tienen los establecimientos lecheros en lo que se refiere a la cría de sus terneros Holando con el problema de la industria referido al manejo del lactosuero, se puede obtener una herramienta más para el aprovechamiento del lactosuero y dar una nueva alternativa alimenticia para los animales de los productores lecheros. Así pues, implementando un sistema de cría, con una base de alimentación en el uso de lactosuero y totalmente confinada, se podrían superar las restricciones forrajeras dadas por la competencia entre categorías

productivas y no productivas, de forma económica. Sustituyendo de esta forma, un recurso de bajo costo como es el forraje, por otro también de bajo costo como es el lactosuero, ya que en este solo se incluye el costo del flete.

De esta manera se estaría explotando el potencial genético del ganado Holando para la producción de carne en forma más eficiente y económica, sin competir con el recurso forraje destinado a otras categorías. Además se estaría dando otra vía de utilización del lactosuero para las industrias, sin generarles gastos de procesamiento.

El objetivo del siguiente trabajo consiste en evaluar el desempeño de terneros Holando deslechados, alimentados con distintos niveles de lactosuero en un sistema totalmente confinados.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CRECIMIENTO

Una pregunta de gran importancia para los biólogos y aquellas personas comprometidas con la producción animal, es cómo entender el crecimiento lo bastante para hacer juicios y comparaciones sensatas entre animales de genotipo diferente y creciendo bajo condiciones medioambientales distintas.

2.1.1 Etapas del crecimiento

Las necesidades funcionales de los animales cambian a medida que éstos se desarrollan y maduran. El crecimiento no es un proceso uniforme que apunta a transformar a un embrión en un adulto con una serie de adaptaciones a las necesidades actuales y futuras del animal.

El problema con la descripción matemática del crecimiento, es que aunque lo describen de forma simple y con una precisión razonable, no logran describir tan bien los impactos que provocan los cambios reproductivos o del estatus nutricional.

Etapas secuenciales del crecimiento.

- 1).- El embrión como un parásito eficaz.
- 2).- El feto como un competidor.
- 3).- El feto como patrón de crecimiento.
- 4).- Semi-independencia al crecimiento.
- 5).- Recién Destetados.
- 6).- Fase de crecimiento.
- 7).- Pubertad y comienzo de la capacidad reproductiva
- 8).- Fase reproductiva.
- 9).- Senescencia y muerte.

En la etapa de "Recién destetados", el cambio de una total dependencia nutricional hacia la madre a la habilidad de cosechar y digerir el alimento por sus propios medios, representa un paso importante en el crecimiento. En el caso del rumiante, el cambio de la digestión abomasal de la leche materna a la fermentación ruminal de alimentos toscos, representa cambios anatómicos y funcionales de suma importancia (Lawrence *et al.*, 1997 y Roy, 1972).

La etapa de "Crecimiento" esta dada por la necesidad de cada especie en lograr un cierto tamaño óptimo antes de embarcarse en las actividades reproductivas. El período desde el destete a la pubertad, normalmente es el de mayor crecimiento absoluto, caracterizándose por la utilización al máximo de los recursos nutricionales que le permitan lograr un tamaño adecuado para reproducirse con éxito. Es este el

periodo en donde se enfocan principalmente los sistemas de producción animal (Lawrence *et al.*, 1997).

El ciclo de crecimiento de cada órgano y tejido no ocurre de forma sincronizada. En general la forma o figura del animal y las proporciones de los tejidos que lo componen, varían considerablemente durante el crecimiento en respuesta a las necesidades fisiológicas futuras.

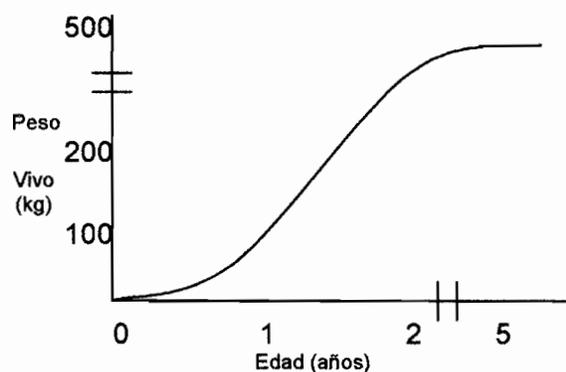
Los trabajos de Hammond durante 1936 a 1960, fueron la base para muchos pensamientos actuales acerca del crecimiento. Hammond se interesaba principalmente en la manera en que el hueso y la musculatura se desarrollaban con respecto a la calidad de la dieta en animales de granja.

Hammond (citado por Lawrence *et al.*, 1997) fue el primero en señalar la sucesión de eventos que se producen en los tejidos y parte del animal durante el ciclo de crecimiento. Dando así un orden de madurez; 1° el tejido nervioso; 2° el hueso; 3° el músculo y 4° la grasa.

El periodo de estudio de este experimento abarcó las etapas de desarrollo óseo y muscular.

2.1.2 Modelo normal de crecimiento

La gráfica 1 muestra una curva normal de crecimiento del peso vivo del ganado vacuno en circunstancias normales. Un ternero desde su nacimiento, siempre y cuando se le proporcione una nutrición adecuada, ira creciendo a lo largo de una curva sigmoide con una aceleración en la pubertad y disminuyendo la marcha al aproximarse a la madurez (McDonald *et al.*, 1986).



Gráfica 1: Curva Teórica de Crecimiento Animal.

Según Fowler, 1968 (citado por Lawrence *et al.*, 1997), el crecimiento tiene dos aspectos. El primero es medido como el aumento de masa (peso) por unidad de tiempo. El segundo se refiere a los cambios en forma y composición que resultan de

un crecimiento diferencial de las partes componentes del cuerpo. Al estudiar los animales productores de carne, nuestro interés primordial se centra en el crecimiento de los tejidos más importantes de la canal, los cuales son: el tejido muscular, adiposo y óseo y en la proporción de estos.

Cuando la alimentación diaria excede los requerimientos de mantenimiento, hay un balance positivo de energía para el crecimiento. Pero el proceso de crecimiento no es 100 % eficiente, ya que todas las reacciones bioquímicas involucradas tienen un costo energético.

Se puede considerar la energía para el crecimiento de dos formas:

1) Que la energía retenida en los tejidos es uniforme y definir una eficiencia para este proceso

2) Que la energía retenida en los tejidos varía según el tipo de tejido, muscular o adiposo, dándoles eficiencias diferentes a cada uno.

2.1.3 Velocidad de crecimiento, consumo y eficiencia

Los no rumiantes o pre-rumiantes, tienen una mayor capacidad de consumo de materia seca y de energía metabolizable por unidad de peso metabólico que los rumiantes. Esta diferencia puede atribuirse a una menor pérdida de nutrientes durante la digestión en el estómago o abomaso de los pre-rumiantes en comparación con la fermentación ruminal (Gorriil, 1974).

Hay un efecto importante del aumento en el consumo sobre el nivel de mantenimiento al relacionarlo con el crecimiento y eficiencia. Cuanto mayor es el aumento en el nivel de consumo sobre el mantenimiento, mayor es la ganancia de peso por unidad metabólica y mejora la eficiencia en la utilización del alimento expresada como el cociente entre consumo ($\text{g kg}^{-1} \text{M}^{0.75}$) y ganancia de peso vivo ($\text{g kg}^{-1} \text{M}^{0.75}$).

La información disponible indica que, en general para Latinoamérica, la mayoría de los novillos Holando son sacrificados con 500-600 kg de peso vivo y con una edad aproximada de 45 meses (Caballero, 1976 citado por Josifovich *et al.*, 1986). Esto es importante de señalar pues debe tenerse en cuenta que la mayor eficiencia de conversión se encontró en novillos entre 100 a 250 kg de peso vivo (MacLeod *et al.*, 1968).

La búsqueda de una alimentación adecuada de terneros Holando, para tratar de lograr aumentos importantes de peso, tienen antecedentes. Terneros muy bien alimentados en jaulas individuales fijas y posteriormente llevados a pastoreo, tuvieron una ganancia diaria promedio de 0,671 kg/día, llegando a los 12 meses de edad, a un peso de 254 kg (Anónimo, 1979 citado por Josifovich *et al.*, 1986).

Utilizando machos enteros Holando, en situación de pastoreo con libre disponibilidad de concentrado balanceado, se obtuvieron hasta 340-350 kg de peso vivo a los 10 meses de edad (Zubizarreta *et al.*, 1981). Lo que determina tomando como peso al nacer 40 kg, una ganancia diaria promedio de 0,984 kg/día.

En un experimento realizado por Josifovich *et al.* (1986), se probaron durante tres años seis tratamientos de alimentación de terneros Holando Argentino en la etapa inmediatamente posterior a su crianza. Los tratamientos fueron los siguientes; tratamiento 1 y 2 a corral basándose la alimentación en concentrado y heno; 3 y 4 a campo con libre disponibilidad de consumo de grano de sorgo y 5 y 6 a campo con acceso a una mezcla de 80 % de sorgo quebrado y 20 % de soja cruda quebrada. Los tratamientos impares fueron implantados con zeronol cada tres meses y los pares no implantados. El peso vivo inicial de los animales varió entre los 100 y 130 kg. Si bien hubo efecto año sobre las ganancias diarias, estas fueron en kg/animal/día, para los distintos tratamientos: 1) 1,111; 2) 1,016; 3) 1,045; 4) 0,966; 5) 1,146; 6) 1,087. El peso vivo es la medición más frecuente para determinar el crecimiento, pero si la tomamos por sí solo, puede traer aparejado errores de interpretación. En muchos casos pueden darse un crecimiento en altura sin haber aumento de peso, por lo que las mediciones de peso vivo deben ir acompañadas por mediciones en el esqueleto, como por ejemplo altura del anca (Hoffman, 1997 y Bonecarrére, 1972).

Después de la segunda o tercer semana de vida, el factor dietario más importante que está influenciando el consumo de sólidos y el desarrollo ruminal, es el nivel de alimento líquido de la dieta (Orskov, 1992). Este efecto fue demostrado por Davies y Owen, (1967) citados por Orskov, (1992). En el cuadro 1, se aprecia como los animales que consumieron más líquido alcanzaron menores niveles de consumo de concentrado.

Cuadro 1: Efecto del consumo de leche sobre el consumo de sólidos en la crianza de corderos (Davies y Owen, 1967 citados por Orskov, 1992).

Sexo	Leche ad libitum		Leche restringida	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Consumo de leche (litros/día)	1,94	1,92	1,07	1,03
Consumo de concentrado durante la cría (Kg)	0,59	1,06	3,50	3,43

Church (1974) también afirma que el principal factor que afecta el desarrollo ruminal es la dieta, ya que cuanto más prolongado sea el periodo durante el cual el ternero consume una dieta líquida, más tiempo llevará el desarrollo ruminal.

La gotera esofágica tiene una influencia directa sobre el metabolismo de los diferentes nutrientes a nivel ruminal, ésta determina el sitio donde la ingesta líquida y en suspensión es degradada; a nivel ruminal o a nivel abomasal. Cuando la gotera

esofágica está cerrada, esta forma un tubo que lleva la ingesta hasta el abomaso donde es digerida (Orskov, 1992).

Es necesario, entonces, que el animal continúe comportándose como lactante. Cada vez que consuma lactosuero, se cerrará la gotera esofágica, por un mecanismo reflejo y provocará que el alimento se dirija directamente al estómago, evitando el rumen. Este "by-pass" fisiológico garantiza un aprovechamiento óptimo de los nutrientes del alimento (lactosa, lípidos y proteínas) a nivel del intestino delgado (Berra *et al.*, 1996 y Orskov, 1992).

La entrada en funcionamiento de la gotera esofágica requiere de ciertos estímulos como dieta líquida, succión y edad del animal. La gotera esofágica deja de funcionar cuando el alimento hace necesaria la producción de saliva (Orskov, 1992).

Hay tres formas en que el animal puede beber; beber en un estado de excitación juvenil, beber para calmar la sed y beber en forma involuntaria. La gotera se cierra solo cuando el animal bebe con excitación juvenil. Como lo confirmaron Watson (1944) y Benzine *et al.* (1969) citados por Orskov (1992), solo cuando los animales succionan dietas líquidas a voluntad y con la característica excitación juvenil, la gotera se cierra de forma eficiente. Esto ocurre sin importar la composición química del alimento ni la forma en que fue suministrado.

El efecto de aprendizaje y la estimulación son determinantes para el funcionamiento de la gotera esofágica. Cuanto más parecido sea el método de suministro de sustituto lácteo al del consumo directo de la madre, mejor va a ser el efecto del estímulo de la gotera. También es importante no forzar al animal a consumir (Orskov, 1992).

El reflejo de la gotera esofágica puede ser mantenido por muchos años si se continúa estimulando. (Watson, 1944 y Orskov, 1974 citados por Orskov, 1992).

Desde el punto de vista nutricional el mantenimiento del reflejo de la gotera esofágica es importante ya que la proteína consumida es protegida de la degradación ruminal y suple a la proteína microbiana procedente del rumen. O en el caso de animales jóvenes que no han alcanzado un desarrollo de la flora ruminal, les permite dicho reflejo aprovechar la proteína (Orskov, 1992).

Para que continúe funcionando el reflejo de la gotera esofágica, deben de estar diferenciados los motivos de beber; manteniendo un acceso libre y permanente al agua como forma de saciar la sed y mantener una rutina de acceso limitado al consumo de leche o sustituto, siempre con un mismo método de ofrecimiento y en el mismo lugar (Orskov, 1992).

Tanto tener un acceso libre al agua y restringido al alimento líquido como que el método de beber agua para satisfacer la sed sea diferente al método de beber líquido

para alimentarse, permiten al animal manejar el reflejo de la gotera con mayor éxito (Orskov, 1992).

2.1.4 Desarrollo ruminal

El aumento del tamaño del retículo rumen puede darse muy rápido. El factor principal que determina que el proceso sea más rápido o más lento, es la capacidad de producción de ácidos grasos volátiles de los carbohidratos que componen su dieta. Una mayor producción de ácidos grasos volátiles permite un mayor desarrollo de las papilas rumiantes (Orskov, 1992). El desarrollo de las papilas del rumen es muy importante ya que son fundamentales para determinar la capacidad de absorción del rumen (Preston *et al.*, 1974).

El consumo de alimentos balanceados es fundamental para el desarrollo ruminal. La interacción del alimento balanceado con los microorganismos del rumen produce ácidos grasos volátiles que estimulan el desarrollo funcional de las papilas ruminales. El balanceado debe de ser muy palatable y tener un óptimo estado de conservación (Berra *et al.*, 1996). Otro factor importante en el desarrollo ruminal es la inclusión de fibra en la dieta ya que ésta posibilita el desarrollo de las estructuras musculares del rumen, esto se logra ofreciendo heno de buena calidad, preferentemente de alfalfa (Berra *et al.*, 1996; Orskov, 1992; Van Soest, 1994).

2.1.5 Importancia de la flora ruminal y factores que afectan su desarrollo

El establecimiento de la flora ruminal, es muy importante para el buen funcionamiento del rumen (Lengemann *et al.*, 1955). Dependiendo del sustrato presente a nivel ruminal, se vera afectado el crecimiento y predominio de uno u otro tipo de microorganismo (Pounden *et al.*, 1948).

Los microorganismos utilizan el ATP que se produce en la fermentación de los carbohidratos en ácidos grasos volátiles para aumentar y mantener la población microbiana del rumen (Orskov, 1992). Por lo tanto, si no hay un adecuado aporte de carbohidratos a nivel ruminal, no habrá la suficiente energía para que los microorganismos se desarrollen.

El tipo de alimentación va a estar determinando el tipo de microflora que se desarrolla en el rumen, por lo que cualquier cambio en la dieta, traerá aparejados cambios en la flora microbiana. Por ejemplo si una dieta es en base a heno, se desarrollaran en mayor medida los microorganismos celulolíticos y si la dieta es en base a grano, disminuye el número de organismos celulolíticos mientras que se aumentan los fermentadores de almidón. Estos cambios no son inmediatos por lo que se requiere de un período de tiempo para que se establezca la nueva población microbiana (Broster *et al.*, 1992; Lengemann *et al.*, 1955; Schingoethe, 1987).

2.1.6 Selectividad

Hay ciertos estudios que han determinado que los rumiantes generalmente seleccionan dietas ricas en nutrientes y bajas en toxinas (Rosenthal y Berenbaum, 1992 citados por Provenza, 1995)

También hay evidencias de que la selección involucra interacciones entre el sentido del olfato, tacto y mecanismos que permiten al animal evaluar las consecuencias de la ingesta; como satisfacción si el animal ingiere una adecuada cantidad y tipos de nutrientes, o malestar cuando ingiere deficiencias o excesos de nutrientes o toxinas (Provenza, 1995).

Los mecanismos de feedback hacen que el rumiante perciba las consecuencias de la ingesta de comida. Un feedback puede ser enviado por el intestino al sistema nervioso central, causando probablemente que el animal reduzca su consumo si la comida es muy rica en energía o aumentando el consumo si la dieta es muy baja en energía (Provenza, 1995).

Los responsables de este feedback, son probablemente las variaciones en los niveles de las sustancias (propiónico, acético, amoniaco y aminoácidos) producidas por los microorganismos en la fermentación ruminal. Los microorganismos juegan un papel fundamental en la nutrición de los rumiantes. Deficiencias de nutrientes o toxinas, afectan negativamente a los microorganismos, reduciendo las sustancias que producen en la fermentación (Owen, 1998 y Bryant, 1991 citados por Provenza, 1995).

Lo mismo es posible que suceda para otros nutrientes esenciales; y como ellos afectan la selección de comida depende de los requerimientos de nutrientes del animal y de la oferta forrajera (Emmans, 1991 citado por Provenza, 1995).

2.1.7 Crecimiento compensatorio

Hay varios factores que afectan la capacidad de los animales para recuperarse de los efectos de una penuria nutricional, uno de estos es el estado de desarrollo al comienzo de la restricción.

El estado de desarrollo en el momento en que se produce una restricción alimenticia es de fundamental importancia en la recuperación durante la realimentación. La imposición de una penuria nutricional en el punto de inflexión de la curva sigmoide del crecimiento (aproximadamente hasta el año de vida), va a resultar en la máxima inhibición del crecimiento. Esto es válido tanto para tejidos y órganos en forma individual como para el individuo como un todo. Aquellos tejidos de maduración mas tardía, como aquellos que están conectados al sistema muscular, aparecen como mas afectados por períodos de subnutrición (Verde, 1974).

Wardrop (1966) citado por Verde (1974) estudió el efecto del nivel nutricional en las primeras 13 semanas de vida postnatal de vacunos sobre el subsiguiente crecimiento y desarrollo. El efecto de un nivel nutricional bajo hasta las 13 semanas, está presente todavía a los 12 meses, no observándose crecimiento compensatorio.

Broadbent *et al.* (1969), restringieron por 12 semanas terneros que tenían edades que oscilaban entre 3 y 5 semanas, de tal forma que al fin de la penuria se había originado una diferencia de 24 kg. Los animales fueron faenados con 450 kg y aproximadamente 2 años de edad y en ese momento las diferencias impuestas por los tratamientos estaban presentes todavía.

Los trabajos sobre crecimiento compensatorio que han presentado resultados más típicos han sido realizados con animales cuyas edades oscilan entre 8 y 12 meses de edad. La revisión de la bibliografía indica que cuando se imponen restricciones a animales muy jóvenes, estos hacen menores ganancias que animales restringidos a mayor edad luego de pasado el periodo de penumbra alimenticia (Verde, 1974). Esto es debido a que si la restricción se da cuando el animal no ha llegado a fijar su potencial de crecimiento, este se vera afectado para el resto de su vida, sin poder recuperarse de la restricción sufrida.

Jubert (1954), sugiere que los animales de mas edad están en mejores condiciones de soportar la restricción y por lo tanto demuestran un crecimiento compensatorio mayor.

2.3 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL TERNERO

La leche materna es la mejor fuente de nutrientes para el ternero. Su sistema digestivo está especialmente adaptado para recibir, digerir y absorber los constituyentes de ese alimento.

- Los elementos constituyentes del lactosuero son los mismos que los de la leche; sin embargo, algunos de ellos (proteínas y lípidos) se encuentran en cantidades deficitarias respecto de los requerimientos del ternero.

2.2.1 Requerimientos proteicos

- › En el ternero recién nacido, el rumen no es funcional, por lo que la nutrición proteica es tan importante como en los monogástricos y los requerimientos de aminoácidos indispensables deben ser cubiertos totalmente por el alimento. En el lactosuero, las proteínas no están en cantidades adecuadas, siendo éstas un 0,9 % de los componentes totales del lactosuero. La caseína, principal proteína de la leche, ha quedado retenida durante la elaboración del queso. Se requiere entonces, complementar con proteína de alto valor biológico, adecuando los requerimientos de

aminoácidos esenciales para la etapa de desarrollo en que se encuentre el ternero (Berra *et al.*, 1996).

2.2.2 Requerimientos de hidratos de carbono

• Los hidratos de carbono, están representados por la lactosa, que se encuentra presente en el lactosuero en los mismos niveles que en la leche, cubriendo satisfactoriamente los requerimientos del animal. El intestino del ternero produce una enzima específica, la lactasa, que provoca la hidrólisis del disacárido lactosa en dos monosacáridos, glucosa y galactosa, que se absorben como tales en el primer segmento del intestino delgado (Berra *et al.*, 1996).

• La lactosa (principal componente del lactosuero) es el carbohidrato preferido en dieta de animales jóvenes; ésta no sólo es una fuente importante de energía sino que también es beneficiosa para el metabolismo del calcio y para la síntesis de vitaminas en el intestino delgado. Sin embargo, la lactosa en el rumen es utilizada por las bacterias y se producen ácidos grasos volátiles, mayormente ácido propionico. (Woods *et al.*, 1962).

La utilización de la lactosa en el rumen es menos eficiente que si ésta pasa directamente al abomaso ya que es transformada en AGV para que después sean aprovechados. Mientras que si la lactosa llega al abomaso sin degradarse, esta pasa al intestino donde es hidrolizada, siendo este un proceso más eficiente que la fermentación a nivel ruminal (Gorril, 1974).

2.2.3 Requerimientos de lípidos

• Gran parte de los lípidos de la leche quedan retenidos en el coágulo al precipitarse la caseína, por lo que se requiere incorporar grasas de origen animal o vegetal para cubrir los requerimientos del ternero. Durante las primeras semanas de vida, los niveles de lipasa pancreática (enzima responsable de la hidrólisis de las grasas) son muy bajos, dificultando la absorción de ácidos grasos de cadena larga en el intestino. Por lo tanto, cuando no sea posible utilizar grasa de leche, se debe tratar de suplir con lípidos que tengan, en su constitución, ácidos grasos de cadena corta, que son los que el ternero puede aprovechar mejor (Berra *et al.*, 1996).

2.3 EL LACTOSUERO

2.3.1 Características generales

• El lactosuero, según la Federación Internacional de Lechería “es el fluido que se obtiene al separar el coágulo de la leche entera o descremada, y del cual se ha retirado la mayor parte de la grasa de la leche”.

• La Food and Drug Administration, de los Estados Unidos, define el lactosuero como “la sustancia líquida que se obtiene al separar el coágulo de la leche, crema o leche descremada, en la fermentación del queso”.

• Existen dos tipos de lactosuero, suero dulce y suero ácido: *Suero dulce*, es el obtenido en el procedimiento de elaboración de quesos en los cuales se han usado principalmente enzimas del tipo cuajo (enzimas que solo coagulan la caseína), para obtener el coágulo, otro suero dulce es el que proviene de la elaboración de manteca. *Suero ácido*, es el que proviene de la elaboración de quesos en el que el coágulo ha sido formado fundamentalmente por acidificación, mediante la acción de ácidos orgánicos o inorgánicos diluidos, así como también de la fabricación de la caseína láctea. Este suero se considera de menor calidad que el suero dulce debido a la acidez remanente y a su composición proteica (Spreer, 1957).

De aquí en más se considerará como lactosuero únicamente al suero dulce proveniente de la elaboración de quesos.

• La composición del lactosuero depende entre otros factores, de la leche y de los procesos empleados en la elaboración del queso. Estos últimos son muy variados, dependiendo del tipo de queso y del procedimiento específico que emplea cada planta en su elaboración. Sin embargo, la composición del lactosuero, en cuanto a macro-constituyentes es relativamente poco variable, aproximadamente un 7% de sólidos totales.

Los macro-constituyentes más importantes del lactosuero son proteínas séricas de alto valor nutricional, carbohidratos fundamentalmente lactosa, materia grasa y cenizas, como se puede apreciar en el cuadro 2.

Cuadro 2: Composición del lactosuero en macronutrientes, expresado como porcentaje en peso

Compuesto	Porcentaje
Agua	93%
Sólidos Totales	7%
Lactosa	4,9-5,1%
Materia Grasa	0,3%
Cenizas o Sustancias Minerales	0,6%
Proteína Total	0,9%
Proteínas Coagulables Térmicamente	0,5%
Proteínas y Materias Nitrogenadas No Coagulables	0,4%

Fuente: Organización de Alimentos y Agricultura, (FAO, 1996).

Entre los constituyentes que se encuentran en menor proporción se destacan, el calcio, fósforo, hierro, vitamina A, riboflavina, tiamina y niacina.

Cuadro 3: Composición del lactosuero en micronutrientes.

Elemento	Cantidad
Calcio	51 (mg/100gr)
Fósforo	53 (mg/100gr)
Hierro	1,0 (mg/100gr)
Vitamina A	10 (U.I./100gr)
Tiamina	0,03 (mg/100gr)
Riboflavina	0,14 (mg/100gr)
Niacina	0,1 (mg/100gr)

Fuente: Organización de Alimentos y Agricultura, (FAO, 1996).

Aproximadamente el 30% de la producción mundial de leche se destina a la manufactura de queso, quedando retenidos en este el 50 % de los sólidos de la leche. El restante 50 % de los sólidos está presente en el lactosuero. En otras palabras aproximadamente el 15% de los sólidos presentes en la producción mundial de leche tienen como destino el lactosuero.

Los volúmenes de lactosuero producidos en la industria láctea son muy importantes, esto es, debido a que por cada kg de queso elaborado se obtienen aproximadamente 9 kg de lactosuero. El vertido de este sin tratamiento, es una fuente importante de contaminación del medio ambiente, ya que 100 kg de lactosuero consume aproximadamente la misma cantidad de oxígeno que 45 personas por día (Milk Industry Fundation, 1967). Por lo tanto, no se debe en ningún caso, eliminar el suero en las aguas residuales sin tratamiento. Esto obliga a las empresas a llevar a cabo las inversiones necesarias para reducir su carga contaminante por medio del tratamiento de efluentes. Por ello, aunque solo fuera por razones medioambientales, es necesario proponer soluciones que permitan su utilización de forma económica.

En la esfera industrial ya hay posibilidades de utilizar el lactosuero, pero su procesamiento es muy costoso lo que estaría limitando su aplicación. Para instalar una planta de secado de suero con capacidad de procesamiento de 35 millones de litros de lactosuero anuales (producción de PILI S.A.), solo en maquinaria es necesaria una inversión de un millón de dólares (Proyecto de Inversión, Planta Procesador de Lactosuero, Universidad de la República, Facultad de Ingeniería, 1996).

2.3.2 Realidad uruguaya

La industria láctea uruguaya produce anualmente aproximadamente 21.000 toneladas de queso, lo que se traduce en un volumen anual de lactosuero de aproximadamente 189.000 toneladas. Por otra parte las queserías artesanales del país producen 7.000 toneladas de quesos, con su equivalente de lactosuero de 63.000 toneladas. Esto da una producción diaria de lactosuero de aproximadamente 690 toneladas/día (LATU 1999).

El destino dado hoy al lactosuero por parte de las industrias y artesanos, es su utilización como alimento en la cría de cerdos, o desecharlo con todos los problemas de contaminación que esto implica.

El bajo porcentaje de materia seca (7%) que presenta el lactosuero, dificulta el traslado en distancias largas y su almacenamiento, a lo que se le suma su rápida acidificación. Esto provoca que se deba utilizar en un período de no más de dos días luego de su elaboración. Siempre y cuando no se pasteurice o no se le agregue ningún conservante luego de producido. El costo del flete a su vez, hace que se tenga que trasladar a distancias cortas ya que traslados muy largos hace inviable su aprovechamiento.

Dado que el transporte de leche tiene las mismas características que el del lactosuero (rápida degradación y bajo porcentaje de materia seca), los establecimientos lecheros se ubican cercanos a las plantas procesadores, por lo que sería muy factible que el lactosuero pueda volver a los establecimientos y ser utilizado por sus rodeos.

En la investigación nacional, no hay reportes de suministro de lactosuero a ruminantes salvo como sustituto lácteo en guacheras. A nivel internacional, la bibliografía revisada se remite a la investigación en categorías adultas como vacas en producción o vaquillonas de seis a ocho meses en adelante, habiendo muy poca información sobre el período estudiado en el presente trabajo (de 2 a 4 meses de edad).

2.4 USO DE LACTOSUERO EN RUMIANTES

Hay reportes de que con niveles de consumo de lactosuero de hasta un 30 % de la materia seca total en terneros y vaquillonas, no habría problemas de trastornos digestivos ni efectos negativos en la ganancia de peso (Schigoethe, 1987).

Utilizando vacas lecheras y vaquillonas de 6 a 8 meses de edad y con una dieta base de alfalfa *ad libitum*, se lograron mayores ganancias de peso (0,17 kg más por día) y un mayor consumo de materia seca (0,5 kg más de MS/día) con niveles de lactosuero de 28,8 l/animal/día y 2,3 kg de grano/animal/día, que con niveles de lactosuero de 40,0 l/animal/día sin grano y que con 2,3 kg de grano/animal/día sin lactosuero. No se encontraron diferencias significativas en las mediciones del desarrollo corporal de los tres tratamientos (Anderson *et al.*, 1974).

Woods y Burroughs (1962), encontraron diferentes respuestas al suministrar distintos niveles de lactosuero a tres categorías de animales. Adicionando a animales de entre 419 y 424 kg de peso vivo inicial 227 gr de lactosuero/a/d, expresado en base seca, se encontró un incremento en la ganancia de peso del orden de los 90 gr/día y un aumento en consumo de 953 gr y una pérdida en la eficiencia (aumento de peso por unidad de alimento consumido), al compararlo con el tratamiento en el que no se suministraba lactosuero. Cuando se trabajó con animales de 351 kg de peso vivo promedio inicial y con niveles de suero de 0,0 gr/a/d (control); 113 gr/a/d; 227 gr/a/d y 454 gr/a/d, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para los parámetros de ganancia de peso, consumo y eficiencia de conversión. Sin embargo, en el caso en el que los animales con que se trabajó pesaban 208 kg de peso vivo promedio inicial, hubo diferencias significativas en la ganancia de peso a favor de los tratamientos con suero frente al control, pero no hubo diferencias entre los tratamientos con lactosuero (113 y 227 libras/a/d), siendo la ganancia de peso del control de 908 gr/animal/día contra 1044 gr/animal/día para los tratamientos con lactosuero. También se encontraron diferencias significativas en lo que se refiere a la eficiencia en la conversión del alimento, siendo más eficientes los tratamientos con lactosuero que en el control. Esta diferencia en la respuesta al suministro de lactosuero en animales de diferente peso vivo, podría estar dada por el aprovechamiento del estímulo de la gotera esofágica que tienen los animales más jóvenes frente a los de mayor edad, ya que dicho reflejo se pierde naturalmente con el tiempo si no es estimulado. Además, el lactosuero pasa directamente al rumen, perdiendo eficiencia su proceso digestivo.

Según Berra *et al.*, (1996) y Schingoethe (1987), es posible el uso de lactosuero en la recría, siempre y cuando se pase por un período de acostumbamiento. Dicho periodo no está especificado en la bibliografía, pero por lo visto en este experimento no hubo inconvenientes con un lapso de adaptación de 10 días. Es también de suma importancia el hecho de mantener el estímulo de la gotera esofágica. Los terneros pueden consumir sin causarles problemas alrededor de 1 litro de lactosuero por cada 10 kg de peso corporal, repartido siempre en dos tomas diarias. En esta etapa el lactosuero recibido puede cubrir del 20 al 25 % de los requerimientos de materia seca

total del animal, por lo que el otro 75 a 80 % deberá ser cubierto por otras fuentes alimenticias, como recursos forrajeros disponibles, alimentos balanceados, granos y/o subproductos.

2.4.1 Frecuencia de suministro y temperatura del lactosuero

Es fundamental respetar la administración del lactosuero en dos tomas diarias, una en la mañana y otra en la tarde. Los últimos avances en el campo de la Fisiología Digestiva indican que la velocidad del tránsito gastrointestinal, en el ternero, es muy elevada. Una vez finalizada la ingesta del alimento lácteo y alojado en el interior del estómago, comienza a ser evacuado al intestino, donde tiene lugar la absorción de nutrientes (Berra *et al.*, 1996). El hecho de que sean dos tomas diarias sería como mínimo, en el caso de ser posible si se dan más tomas, el nivel de líquido que llega al abomaso e intestino será menor, mejorando la digestión y absorción de nutrientes.

Aproximadamente el 75 % del volumen del alimento llega al intestino dos horas después de ingerido. El poco tiempo de contacto del alimento con las paredes intestinales sumado a los bajos niveles de enzimas proteolíticas, amilolíticas y lipolíticas, hacen que las posibilidades de degradación y absorción de los nutrientes sean limitadas. En el caso particular del uso del lactosuero, este aspecto es aún más importante, ya que la ausencia de caseína no permitirá la formación del coágulo que normalmente ocurre cuando se suministra leche. La presencia del coágulo retarda el pasaje de una importante fracción proteica y lipídica, favoreciendo su digestión y absorción de aminoácidos y ácidos grasos (Berra *et al.*, 1996).

La administración del lactosuero a una temperatura semejante a la corporal (38°C), favorece la emulsificación y posterior absorción de los lípidos, nutrientes de gran importancia para los terneros. El suministro del producto a bajas temperaturas, demanda un gasto de energía corporal que va en desmedro de su desarrollo (Berra *et al.*, 1996).

2.4.2 Problemas asociados a la alimentación con lactosuero

2.4.2.1 Abastecimiento y conservación del lactosuero

Un constante abastecimiento de lactosuero fresco es primordial para mantener el consumo y evitar un trastorno digestivo. El lactosuero se vuelve ácido y menos palatable después de tenerlo almacenado más de un día y medio o dos. El suero excesivo se conserva fresco mediante la refrigeración, pasteurización o agregándole conservantes. El formaldehído es uno de los productos químicos más económicos y efectivos que se usa como conservante. Es muy utilizado en Europa, pero no está aprobado para ser usado en Estados Unidos o Canadá, y es poco probable que se admita su uso en vacas lecheras ya que pasa a la leche (Schingoethe, 1987).

Cuando el lactosuero es fresco y dulce, los animales ya acostumbrados no tienen problemas de consumo, pero si el lactosuero tiene más de 36 hs. ya no lo consumen (Anderson *et al.*, 1974).

2.4.2.2 Acostumbramiento

Todos los animales requieren de un período de acostumbramiento previo al consumo de lactosuero, llegando de forma gradual a los niveles de lactosuero de las diferentes dietas (Anderson *et al.*, 1974).

El lactosuero debe ser introducido gradualmente durante un determinado período de tiempo, con el fin de prevenir distorsiones digestivas como diarrea, hinchazón, disminución del apetito o pérdida en la ganancia de peso. También la inclusión gradual del lactosuero permite que la flora ruminal se adapte a la nueva fuente de energía (Schingoethe, 1987).

2.4.2.3 Problemas digestivos y metabólicos

La hinchazón ocurre si los animales sobre - consumen lactosuero o si no consumen suficiente alimento tosco. Para evitar la hinchazón es necesario: 1)- mantener el abastecimiento y la buena calidad del lactosuero, 2)- no se debe dejar de proporcionar lactosuero a los animales por un largo período de tiempo, y 3)- un permanente y adecuado nivel de fibra en la dieta. La alimentación con una dieta balanceada en lactosuero disminuye el riesgo de hinchazón (Schingoethe, 1987).

Un elevado consumo de lactosuero de algunos animales previo a que los niveles de éste se hayan ajustado, puede causarles problemas de diarrea. Pero una vez acostumbrados, el problema desaparece y la consistencia fecal es similar a la de animales consumiendo pasturas (Anderson *et al.*, 1974).

2.4.2.4 Instalaciones

La alimentación con lactosuero provoca un aumento en la producción de orina de los animales, por lo cual las instalaciones deben estar preparadas para manejar los mayores volúmenes de orina. La sal en el lactosuero fomenta el consumo de este, y la sal extra es eliminada por vía urinaria, sin causar problemas al animal (Schingoethe, 1987). El nivel de sal varía según la técnica que se emplee en la etapa de separación de la caseína y el lactosuero durante la elaboración de queso. Para el caso particular de este experimento, la planta que suministro el lactosuero, no emplea sal en dicha etapa.

Es necesario un espacio adicional en los bebederos donde se suministra el lactosuero ya que los animales requieren de un mayor tiempo que para beber agua. Los animales gastan una excesiva cantidad de tiempo lamiendo y jugando con el lactosuero, por lo que es necesario restringir el acceso a los bebederos (Schingoethe, 1987).

2.4.2.5 Problemas sanitarios

Es imprescindible un apropiado manejo sanitario. Se debe mantener higienizado el equipamiento para evitar problemas de palatabilidad en el lactosuero. El exceso de orina causa problemas sanitarios; todos estos factores se agravan especialmente en las épocas de calor (Schingoethe, 1987).

La mosca puede ser un problema en los sistemas de alimentación con lactosuero. El controlar los niveles de lactosuero para que no haya sobrantes en los bebederos puede disminuir el problema. Por lo tanto, es necesario una apropiada higienización y control de la mosca (Anderson *et al.*, 1974).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN

El experimento se realizó en el establecimiento "Criadero San Francisco" ubicado a 15 km de la ciudad de Paysandú y de la planta procesadora de leche PILI S.A. la cual suministraba el lactosuero.

El ensayo comenzó el 4 de Mayo de 1999 con un período de acostumbramiento de quince días o sea hasta el 18 de Mayo, mientras que el período del ensayo propiamente dicho se inició el 19 de Mayo y finalizó el 8 de Julio de 1999.

3.2. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 18 terneros Holando provenientes del establecimiento del Dr. Daniel Belassi, con un promedio de edad de 53 días y $57,9 \pm 4,49$ kg de peso vivo. El manejo previo de los terneros consistió en una cría individual en estaca, alimentados con leche y ración balanceada. Se seleccionaron los animales con edades similares.

3.3. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Los 18 terneros se asignaron al azar en tres tratamientos (6 terneros por tratamiento) con dos repeticiones (corrales) por tratamiento (3 terneros por corral). El criterio para subdividir los terneros fue el peso vivo. Se ordenaron de mayor a menor peso vivo y se dividieron en tres grupos. El primer grupo con los animales más pesados, el segundo con los animales de peso medio y el tercer grupo los animales más livianos. Luego se sorteó un animal de cada grupo para asignarle también por sorteo un corral de cada tratamiento. Quedando en cada corral un animal pesado otro de peso medio y otro de menor peso.

3.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos se diferenciaban en los niveles de lactosuero suministrados y en los alimentos utilizados para completar los requerimientos no satisfechos por el lactosuero. En los tres tratamientos los animales estaban totalmente confinados y disponían de agua y sales minerales durante las 24 hs. del día.

Tratamiento 1:

Este fue el tratamiento testigo, en el cual no se le suministraba lactosuero a los animales. La dieta estaba compuesta por paja de trigo molida; pelet de soja molido; grano de maíz molido; carbonato de calcio; cobalfosal 15/16; fosfato de calcio; sebo y

un núcleo de vitaminas y aditivos. Variando sus proporciones según requerimientos de los animales.

Tratamiento 2:

En este tratamiento la oferta de lactosuero era el 25% de la materia seca ofrecida y el otro 75% una mezcla compuesta por paja de trigo molida; pelet de soja molido; grano de maíz molido; harina de pescado; carbonato de calcio; cobalfosal 15/16; sebo y un núcleo de vitaminas y aditivos. La relación lactosuero/alimento seco, no varió durante el experimento, lo que sí variaron son los porcentajes de los diferentes componentes del alimento seco según requerimientos del animal.

Tratamiento 3:

Este es el tratamiento con mayor nivel de lactosuero en la dieta, alcanzando un 50% de la materia seca ofrecida, siendo el otro 50% una mezcla compuesta por paja de trigo molida; pelet de soja molido; pelet de girasol molido; harina de pescado; carbonato de calcio; sebo y un núcleo de vitaminas y aditivos. La relación lactosuero/alimento seco tampoco varió durante el experimento, lo que sí variaron son los porcentajes de los diferentes componentes del alimento seco según requerimientos del animal al igual que en los demás tratamientos.

3.5. ALIMENTOS

La composición de las dietas varió entre un período y otro debido a los cambios en los requerimientos de los animales.

3.5.1 Componentes

Cuadro 4: Componentes de la dieta por tratamiento y para cada período

	TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2		TRATAMIENTO 3	
	Per 1	Per 2	Per 1	Per 2	Per 1	Per 2
COMPONENTES	% EN BASE SECA					
PAJA DE TRIGO	13,1	13,1	9,9	9,8	6,5	6,4
GRANO DE MAÍZ	28,6	42,1	19,7	27,8	0,0	0,0
PELET DE SOJA	48,2	36,2	31,9	31	18,6	35,6
PELET DE GIRASOL	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	0,0
HARINA DE PESCADO	0,0	0,0	7,9	0,0	9,4	0,0
SEBO	4,6	4,5	2,9	2,8	2,9	5,1
VIT.MIN.ADIT.	5,5	4,1	2,7	3,5	1,0	2,8
SUERO	0,0	0,0	25,0	25,0	50,0	50,0

3.5.2 Proteína y energía

Cuadro 5: Composición protéica y energética de la dieta.

	PC	ED	EM	ENm	ENg
	Kg/Kg alim BS	Mcal/Kg de Alimento en BS			
PERIODO 1					
TRAT. 1	0,24	3,57	2,95	2,00	1,34
TRAT. 2	0,25	3,56	2,94	1,98	1,32
TRAT. 3	0,25	3,39	2,8	1,85	1,2
PERIODO 2					
TRAT.1	0,20	3,64	3,01	2,04	1,37
TRAT.2	0,20	3,57	2,95	1,99	1,33
TRAT.3	0,23	3,67	3,04	2,07	1,39

NRC 1996

El lactosuero utilizado es del tipo dulce, que se obtiene luego de la coagulación de la leche por acción del cuajo.

3.6 RUTINA EXPERIMENTAL

3.6.1 Preparación del alimento sólido

El alimento para cada tratamiento fue preparado semanalmente según fórmulas ya establecidas y almacenado en tanques etiquetados. La compra de los componentes del alimento sólido se efectuó en su totalidad al comienzo del experimento. Con excepción del sebo, que se traía fresco previo a la preparación semanal; ya que este no se puede almacenar por un período de tiempo muy prolongado.

El único componente del alimento que se maneja aparte fue la paja, ésta se mezclaba con el resto de los componentes en las bateas antes del suministro, siguiendo las proporciones establecidas.

3.6.2 Manejo del lactosuero

El lactosuero se traía diariamente de la planta procesadora en un camión cisterna y luego era descargado en un tanque de acero inoxidable. Previo al suministro se extraía la cantidad necesaria para los tres tratamientos en una tarrina para ser calentado a baño maría hasta los 37°C, siendo luego suministrado en los volúmenes necesarios a cada corral. El calentamiento del lactosuero era debido a que los fines de semana no había suero fresco disponible y éste era almacenado a bajas temperaturas.

Logrando de esta manera que los animales consumieran el lactosuero siempre a una misma temperatura.

3.6.3 Alimentación

3.6.3.1 Rutina de alimentación

La rutina de suministro del alimento consistió en que a las 8:00 hs se les suministraba el lactosuero a los tratamientos 2 y 3 y el alimento sólido al tratamiento 1. Luego de finalizado el consumo de lactosuero por los tratamientos 2 y 3 se secaban las bateas y se les suministraba el alimento sólido. A las 17:00 hs se les retiraba el rechazo a los tres tratamientos y se suministraba lactosuero a los tratamientos 2 y 3 y el alimento sólido al tratamiento 1. Al finalizar el consumo de lactosuero se procedía a secar las bateas y suministrar el alimento sólido a los tratamientos 2 y 3. A la mañana siguiente previo al suministro del alimento sólido del tratamiento 1 y lactosuero de los tratamientos 2 y 3 se retiraba el rechazo. Para los tres tratamientos había un suministro permanente de agua y sales minerales.

3.6.3.2 Ajuste de la oferta

Para ajustar la oferta de alimento "ad libitum" se determinó que el rechazo del alimento sólido siempre fuera mayor al 10% de lo ofrecido. O sea que cuando el rechazo descendía a niveles menores al 10% de la oferta, ésta era aumentada. Manteniendo constante la proporción entre **oferta materia seca alimento sólido / oferta materia seca lactosuero** para cada tratamiento.

Para poder realizar dicho procedimiento, el rechazo se pesaba diariamente. Excepto los días en que el rechazo era afectado por la actividad de pesada de los animales.

3.6.4 Manejo sanitario

El manejo sanitario consistió en una inmunización y desparasitación previa al ingreso de los animales al establecimiento. La inmunización fue una dosis contra Clostridiosis, Carbunco y Leptospirosis, repitiéndose la dosis a los 20 días. La primera desparasitación fue doble dosis y se repitió una dosis cada 20 días.

3.6.5 Rutina de lavado

Los corrales se lavaban con agua dos veces por día, luego de retirado el rechazo del alimento seco de los tres tratamientos y antes del suministro del alimento seco para el tratamiento 1 y del lactosuero para el tratamiento 2 y 3.

3.7 DETERMINACIONES

3.7.1 En los animales

Se determinó el peso vivo y altura de anca. Las determinaciones se realizaron una vez por semana siempre el mismo día y a la misma hora, previo al suministro de alimento de la mañana.

Tanto las determinaciones de peso vivo como altura de anca se realizaban de forma individual. Para la determinación del peso vivo se utilizó una balanza marca Ancheti de brazo con una precisión de 0,5 kg. La altura de anca se midió con un ancometro.

También se determinó por medio de las pesadas diarias de la oferta y rechazo, el consumo del alimento sólido y lactosuero de cada tratamiento.

3.7.2 En los alimentos

Se tomaron muestras de la oferta y rechazo del concentrado y también de la oferta del suero, que fueron analizadas posteriormente en el laboratorio de la Facultad de Agronomía (EEMAC). Dichas muestras se analizaron en forma compuesta siguiendo los parámetros tratamiento y período.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los consumos de MS, proteína total y consumos por peso fueron analizados utilizando el siguiente modelo estadístico con prueba de heterogeneidad de pendientes:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ik} + \beta_1 \times \delta_j + (\beta_1 \times \delta_j) \times \tau_i + \beta_1 \times \delta_j^2 + (\beta_1 \times \delta_j^2) \times \tau_i + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable de respuesta

μ es la media general

τ_i es el efecto del tratamiento

$\beta_1 \times \delta_j$ es el coeficiente de regresión lineal respecto al tiempo (día)

$\beta_1 \times \delta_j^2$ es el coeficiente de regresión cuadrático respecto al tiempo (día)
 $(\beta_1 \times \delta_j) \times \tau_i$ es la interacción del coeficiente de regresión lineal por el tratamiento
 $(\beta_1 \times \delta_j^2) \times \tau_i$ es la interacción del coeficiente de regresión cuadrático por el tratamiento
 ε_{ik} es el error experimental
 ε_{ijk} es el error correspondiente a las medidas repetidas

Las curvas cuadráticas de consumo fueron comparadas globalmente, es decir comparando a la vez los interceptos, componentes lineales y cuadráticos.

Las variables peso vivo y altura del anca fueron analizadas utilizando el siguiente modelo estadístico con prueba de heterogeneidad de pendientes:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ik} + \beta_1 \times \delta_j + (\beta_1 \times \delta_j) \times \tau_i + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable de respuesta

μ es la media general

τ_i es el efecto del tratamiento

$\beta_1 \times \delta_j$ es el coeficiente de regresión lineal respecto al tiempo (día)

$(\beta_1 \times \delta_j) \times \tau_i$ es la interacción del coeficiente de regresión lineal por el tratamiento

ε_{ik} es el error experimental

ε_{ijk} es el error correspondiente a las medidas repetidas

Las curvas lineales de evolución de peso vivo y altura del anca fueron comparadas globalmente, es decir comparando a la vez los interceptos y componentes lineales.

La eficiencia de consumo por período y el peso vivo inicial y final, fueron analizada según el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} es la variable de respuesta

μ es la media general

τ_i es el efecto del tratamiento

ε_{ij} es el error experimental

Las medias de tratamientos diferentes fueron contrastadas utilizando el test de tukey.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PESO VIVO

4.1.1 Descripción de la evolución de peso vivo

En lo que se refiere al peso vivo, se partió de un peso promedio inicial sin diferencias significativas para los tres tratamientos, el cual fue de $57,9 \pm 4,49$ kg. En lo que se refiere al peso vivo final para los tres tratamientos, tampoco se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$); pero se podría decir que hay una tendencia a que los tratamientos 1 y 2 sean mayores al tratamiento 3 con un $P < 0,1$, (cuadro 6).

Cuadro 6: Variación de peso durante el experimento.

	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Promedio
Peso Vivo Inicial (Kg)	57,9 (a)	57,4 (a)	58,5 (a)	57,9
Peso Vivo Final (Kg)	130,8 (a)	134,8 (a)	129,0 (a)	131,5

($P < 0,05$; las diferentes letras representan diferencias de peso significativas)

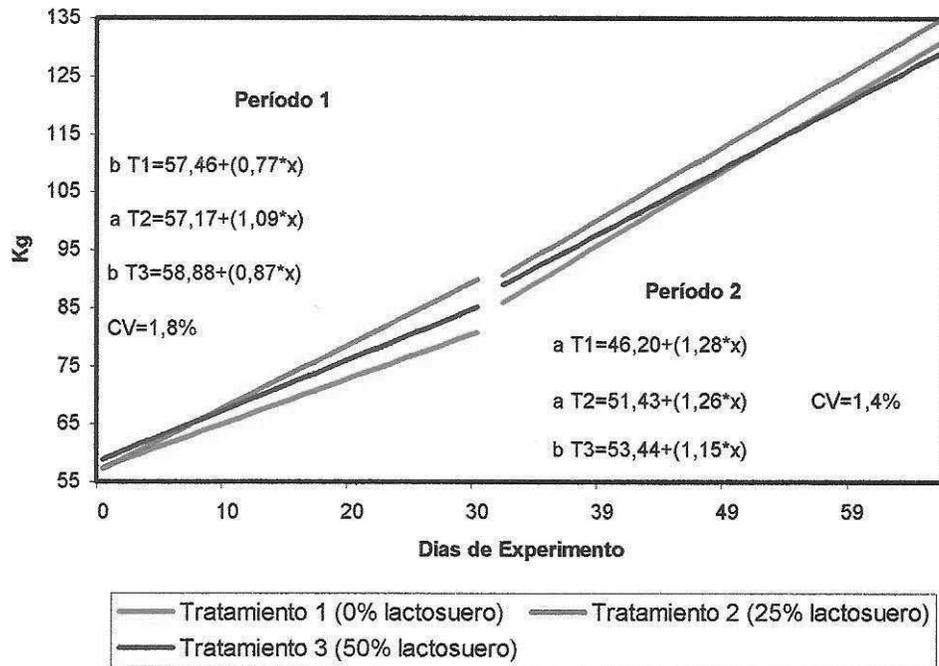
En términos generales podemos destacar que la ganancia diaria promedio para los tres tratamientos fue de 1,1 Kg/animal/día (cuadro 7); buena al compararla con otros sistemas de alimentación (Josifovich, 1986). En el período 1, el tratamiento 2 fue el de mayor ganancia diaria siendo diferente a los tratamientos 1 y 3 (cuadro 7), los cuales a su vez no difieren estadísticamente entre sí ($P < 0,05$). En el período 2, mejoró la ganancia diaria de los tres tratamientos, desapareciendo las diferencias entre el tratamiento 2 y 1 debido a un mayor aumento en la ganancia diaria del tratamiento 1, siendo ambos mayores en la ganancia diaria que el tratamiento 3 ($P < 0,05$).

Cuadro 7: Evolución de la ganancia diaria de peso (Kg/animal/día)

	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
Periodo 1	0,778 (b)	1,092 (a)	0,873 (b)
Periodo 2	1,282 (a)	1,263 (a)	1,145 (b)
Promedio	1,0	1,2	1,1
Diferencia entre periodos	0,504	0,171	0,272

($P < 0,05$; las diferentes letras representan diferencias de ganancia diaria de peso significativas)

Pasando al análisis de las curvas de la evolución del peso vivo (Gráfica 2), se puede apreciar el comportamiento más estable del tratamiento 2 durante todo el experimento.



Gráfica 2: Evolución del Peso Vivo (PV) de Terneros Holando Totalmente Confinados con Tres Niveles de Lactosuero.

Letras diferentes representan diferencias significativas entre las curvas ($P < 0,05$).

Los diferentes comportamientos de los tratamientos durante el experimento estuvieron dados por las diferencias en las composiciones de sus dietas desde el punto de vista de la relación sólido/líquido y de la variación de la dieta entre la alimentación en la guachera y en el experimento, ya que el período de adaptación a las nuevas dietas varía según la intensidad del cambio (Schingoethe, 1987). El tratamiento que sufre más los cambios de dieta es el 1 y el que sufre menos es el 2. El tratamiento 3 estaría en un punto intermedio. Lo que se aprecia en las diferencias de ganancia diaria entre períodos (cuadro 7).

Los animales en la guachera previo al experimento eran alimentados con leche y ración, por lo que para el tratamiento 1 el cambio de dieta fue brusco al pasar a consumir 100 % de su dieta como alimento sólido. Al ser la dieta 100 % sólida, el reflejo de la gotera esofágica no actúa y el alimento pasa al rumen, el cual en animales

jóvenes no tiene un total desarrollo en lo que se refiere a su capacidad física como de su flora ruminal. Esto impide el aprovechamiento al máximo de los nutrientes que aporta la dieta (Orskov, 1992).

Para el caso del tratamiento 3, el cambio de dieta fue hacia un mayor nivel de alimento líquido. Este aumento en los niveles de líquido, estaría aumentando la velocidad de pasaje del lactosuero por el tracto gastrointestinal, disminuyendo la capacidad de digestión y absorción del lactosuero, con el agravante de que los terneros presentan bajos niveles de enzimas digestivas y además el lactosuero no presenta caseína, la cual forma coágulos que disminuyen la tasa de pasaje (Berra *et al.*, 1996). Además, el cierre de la gotera esofágica no es del todo perfecto y dado los niveles de líquido de dicho tratamiento, podría haber un rebalse de lactosuero hacia el rumen (Orskov, 1992). Esto estaría impidiendo que los animales del tratamiento 3 alcancen los niveles de ganancia diaria del tratamiento 2, cuyos menores niveles de lactosuero permitirían una menor tasa de pasaje y menor rebalse hacia el rumen, mejorando la digestión y absorción de los componentes del alimento líquido. Otro efecto negativo que puede causar el rebalse del lactosuero hacia el rumen es meteorismo (Schingoethe, 1976), lo cual no sucedió.

Por lo que se puede apreciar, como en el caso de los dos tratamientos extremos en la relación sólido/líquido (tratamiento 1 y 3), la performance de los terneros se ve afectada frente al tratamiento intermedio en dicha relación (tratamiento 2). Ya que este tratamiento logra un equilibrio entre la cantidad de sólido que consume y la capacidad digestiva de su rumen, y los niveles de alimento líquido que consume y su capacidad de digestión y absorción en el abomaso e intestino delgado; permitiendo de esta forma utilizar los dos sistemas de digestión.

4.2 CONSUMO

4.2.1 Evolución del consumo de materia seca total

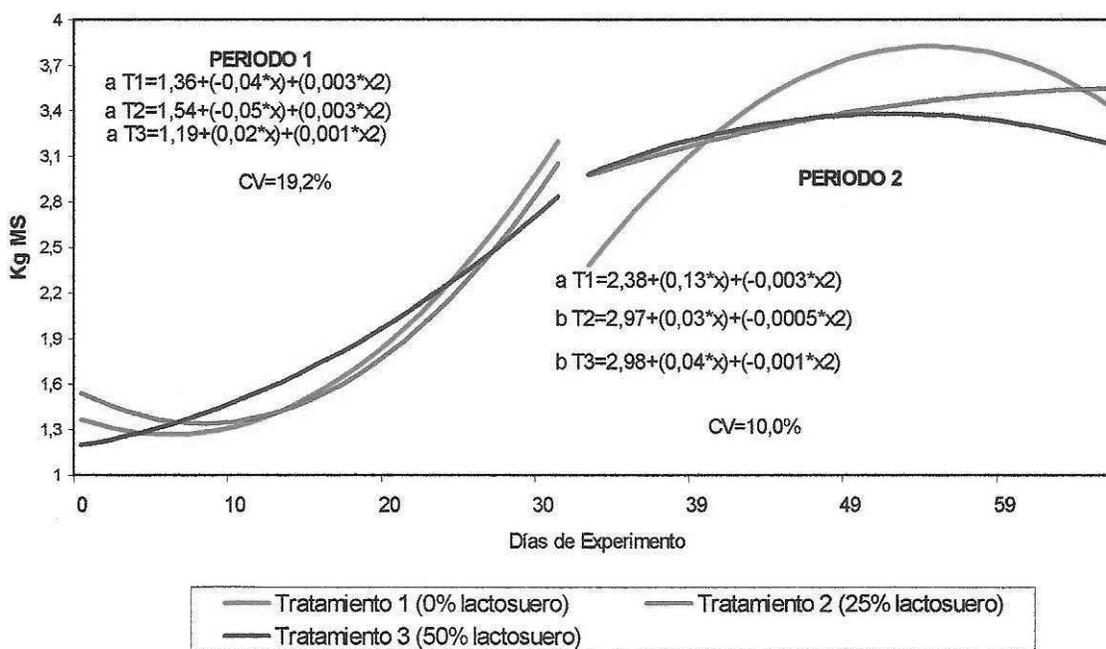
Del análisis de la evolución del consumo de materia seca (gráfica 3), se aprecia como en el primer período del experimento no hubo diferencias entre las curvas de los tres tratamientos ($P < 0,05$). Sin embargo, en el período 2, se encontraron diferencias entre las curvas, siendo la curva del tratamiento 1 diferente a las curvas del tratamiento 2 y 3, las cuales entre sí no tienen diferencias con un $P < 0,05$ (gráfica 3).

El consumo inicial fue de 1,2; 1,5 y 1,1 kg MS/animal/día para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. Se puede apreciar al final del período 1 y al comienzo del período 2, como el tratamiento más afectado por el cambio de dieta fue el tratamiento 1 (cuadro 8). Dicho efecto estaría dado ya que al cambiar las proporciones de los alimentos habría cambios en la palatabilidad de la dieta, pero los animales se adaptaron rápidamente, superando el problema, ya que a los pocos días alcanzan los niveles de consumo anteriores.

Cuadro 8: Variación del consumo de materia seca total (kg MS/animal/día).

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Inicio periodo 1	1,2	1,5	1,2
Final periodo 1	3,1	2,8	2,7
Inicio periodo 2	1,9	3,2	3,0
Final periodo 2	3,9	3,7	3,2

De la evolución en todo el período de las curvas de consumo de materia seca (gráfica 3), se puede destacar como la mayor estimulación de la digestión ruminal del tratamiento 1 permite alcanzar niveles superiores de consumo de materia seca, lo cual se evidencia en los valores más altos logrados en el periodo 2 por dicho tratamiento.



Gráfica 3: Consumo de Materia Seca Total por Animal por Día para Terneros Holando Totalmente Confinados con Tres Niveles de Lactosuero

Letras diferentes corresponden a diferencias significativas entre las curvas (P<0,05)

Al analizar más detalladamente las curvas de consumo de materia seca y relacionándolas con las de ganancia de peso vivo, en el período 1, se destaca como el tratamiento 2 con un mismo consumo de MS logró ganancias de peso mayores frente a

los tratamientos 1 y 3. Por lo que el tratamiento 2 en dicho período fue más eficiente en el aprovechamiento del alimento (cuadro 9), definiendo como eficiencia a la relación entre el aumento de peso vivo por unidad materia seca consumida. Esto se explica por la mejor relación alimento sólido/líquido de este tratamiento frente a los demás. Ya que el tratamiento 2, explota de forma adecuada, tanto su capacidad de digerir el alimento líquido por parte del abomaso e intestino al ser alimentado con un menor nivel de lactosuero que el tratamiento 3 (Orskov, 1992; Berra *et al.*, 1996), como su capacidad de digerir alimentos sólidos al tener un desarrollo ruminal mas adecuado a su nivel de consumo comparado con el tratamiento 1.

Cuadro 9: Eficiencia de conversión del alimento en peso vivo

	Período 1	Período 2
Tratamiento 1	0,538 b	0,381 a
Tratamiento 2	0,622 a	0,371 a
Tratamiento 3	0,546 b	0,326 a

En el periodo 2, es donde se diferenciaron los niveles de consumo de MS, siendo el tratamiento 1 diferente a los tratamientos 2 y 3, los cuales no tienen diferencias entre si ($P < 0,05$). Se aprecia en la gráfica 3, como el tratamiento 1 alcanza los niveles mas altos de consumo de materia seca. Esto se explica ya que con un buen aporte de alimentos productores de ácidos grasos volátiles, se estaría favoreciendo el rápido y adecuado desarrollo de las papilas ruminales, alcanzando además un buen desarrollo de la flora microbiana ruminal (Orskov, 1992; Berra *et al.*, 1996). Lo que no sucede en los tratamientos 2 y 3 dado que el mantener el suministro de alimentos líquidos, disminuye la capacidad de consumo del animal (Davies y Owen, 1967 citados por Orskov, 1992 y Church, 1974), al no estimularse de forma adecuada, ni el aumento en tamaño del rumen ni el desarrollo de su flora microbiana.

Al comparar la eficiencia de los tratamientos en el periodo 2 vemos que ya no hay una mayor eficiencia del tratamiento 2, sino que son las tres iguales. Por lo tanto el tratamiento 1 habría logrado un desarrollo ruminal acorde al consumo de alimento sólido y el tratamiento 3 un adecuado desarrollo del abomaso dado los niveles de alimento líquido de su dieta.

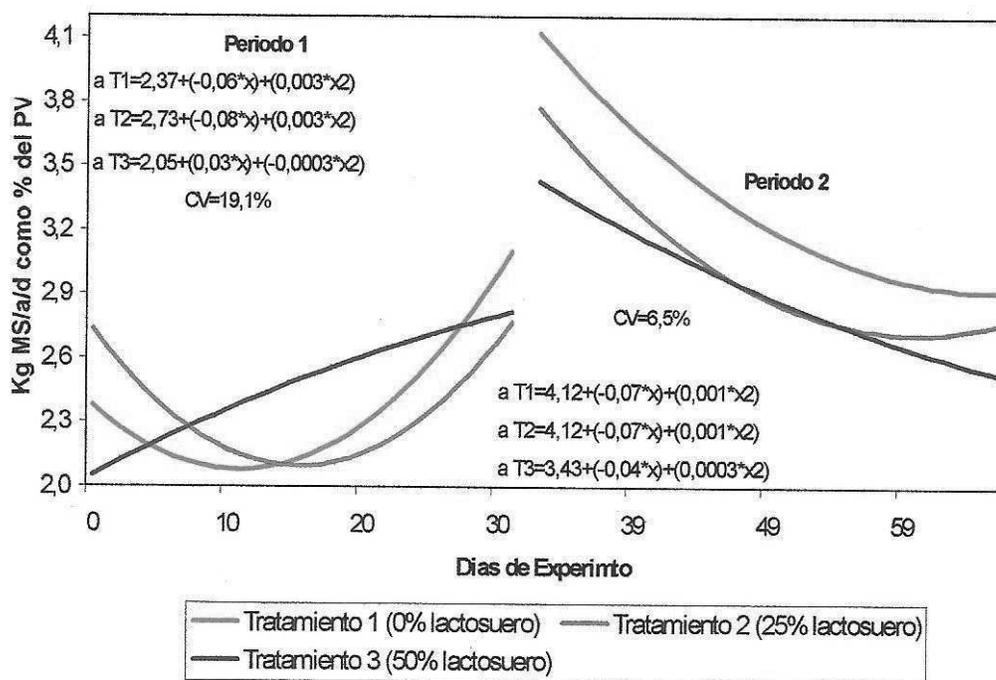
4.2.2 Consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo

El análisis de la variable consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo, no estaba incluida dentro de las variables a analizar en el protocolo del experimento. Una vez analizadas las demás variables, se decidió incluir al consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo ya que esta podría aportar más datos para entender de forma más clara el comportamiento de los diferentes tratamientos.

Al analizar el consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo (gráfica 4), no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$), en

ninguno de los dos períodos. Lo que si se puede apreciar, son los diferentes comportamientos de los tratamientos.

En el período 1, el tratamiento 2 tuvo los niveles iniciales más altos de consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo, siendo este de 2,73%, descendiendo hasta llegar al día 15 con un valor de 2,09% para luego aumentar y terminar este período con un valor similar al del comienzo, 2,77%. El tratamiento 1 tuvo un comportamiento similar, partiendo de un valor de 2,37% y descendiendo hasta 2,08 en el día 12, para finalizar el período con un valor de 3,1%, superior al del comienzo. El tratamiento 3 se comporta de forma diferente, partió con un valor de 2,05%, menor a los demás tratamientos y fue subiendo durante todo el período para llegar al final del mismo con un valor de 2,82%, similar al del tratamiento 2 (cuadro 10).



Gráfica 4: Consumo de Materia Seca como Porcentaje del Peso Vivo de Terneros Holando Totalmente Confinados con Tres Niveles de Lactosuero

Letras diferentes corresponden a diferencias significativas entre las curvas ($P<0,05$).

En el período 2, se producen cambios en las curvas, apreciando diferentes tendencias ($P<0,10$), entre el tratamiento 1 y 3, quedando en un punto intermedio el tratamiento 2, sin diferencias con los otros dos tratamientos. El tratamiento 1, fue el que presentó valores que estaban por encima de los demás tratamientos, partiendo

con un valor de 4,12% y descendiendo hasta llegar al final del período con un valor de 2,92%. El tratamiento 2 comenzó con un valor de 3,77% descendiendo hasta llegar al final del período con un valor de 2,76%. El tratamiento 3 comenzó con el valor más bajo 3,43%, descendiendo hasta 2,53% al final del período (cuadro 10).

Cuadro 10: Variación del consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Periodo 1			
Inicio	2,37	2,73	2,05
Mitad	2,08	2,09	2,49
Final	3,10	2,77	2,82
Periodo 2			
Inicio	4,12	3,77	3,43
Final	2,92	2,76	2,53

Se puede apreciar como los tratamientos 1 y 2 en los primeros 15 días tienen una restricción en su consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo. Esta limitante estaría dada por la falta de desarrollo del rumen. También se puede apreciar como el tratamiento 1 supera algunos días antes esa restricción. El superar antes esa restricción está determinando un desarrollo ruminal más rápido, dado por el tipo de dieta del tratamiento 1, con un mayor aporte de carbohidrato a nivel ruminal que el tratamiento 2, favoreciendo de esta manera el desarrollo ruminal más precoz (Orskov, 1992).

En la curva del tratamiento 3, no se da esa disminución en el consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo; dado su mayor nivel de lactosuero, es más independiente del desarrollo ruminal ya que el 50 % de la materia seca consumida se digiere en el abomaso e intestino.

En el período 2, vemos como el tratamiento 1 logra los mayores niveles de consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo. Pero si la comparamos con la curva del tratamiento 2 y las relacionamos con la ganancia diaria de peso, se aprecia como logran la misma ganancia de peso pero de formas diferentes. Para el caso del tratamiento 2 un nivel de consumo más estable, permitió lograr dichas ganancias; los animales del tratamiento 1 lograron contrarrestar esa mayor variación del consumo llegando a niveles de consumo más altos.

Para poder aclarar lo desarrollado hasta el momento en los puntos anteriores podemos resumir que:

Tratamiento 1: Luego de un período de adaptación de su rumen a la nueva dieta logra alcanzar los mejores valores de ganancia diaria, logra esto adaptando su rumen a mayores niveles de consumo de materia seca

Tratamiento 2: La dieta mas equilibrada en la relación líquido/sólido de este tratamiento, le permite al animal no depender tanto de un solo sistema de digestión. Por lo que el desarrollo del rumen y su flora microbiana como el desarrollo del abomaso, del intestino y de las enzimas digestivas, acompañan de forma más equilibrada a los niveles de consumo y requerimientos nutricionales del animal.

Tratamiento 3: También requiere de un período de adaptación a la nueva dieta, pero debido a los altos niveles de liquido de la misma. Por lo que el animal debe desarrollar el abomaso e intestino para poder alojar el alto volumen de liquido de la dieta y aumentar su producción enzimática, permitiendo una adecuada digestión del lactosuero. En este tratamiento se estaría llegando a los limites de consumo de liquido ya que hay una tendencia a que la ganancia diaria de los animales sea menor a la de los demás tratamientos

4.2.3 Proteína cruda

El consumo de proteína al comienzo del experimento, fue similar para los tres tratamientos, variando entre 0,37 y 0,4 Kg de PC/animal/día. Siendo la proteína cruda como porcentaje de la materia seca total, 29,4% para el tratamiento 1; 25,9% para el tratamiento 2 y 31,1% para el tratamiento 3. Sin haber diferencias entre las curvas de los tres tratamientos para el período 1. Al final de dicho período los valores se dispersan, siendo el tratamiento 1 el de mayor valor, 0,92 Kg de PC/animal/día frente a 0,70 y 0,74 Kg de PC/animal/día de los tratamientos 2 y 3 respectivamente. Siendo la proteína cruda como porcentaje de la materia seca total algo inferior a los valores del comienzo del período (cuadro 11).

En el período 2 los valores de proteína cruda bajaron, para el tratamiento 1 y 2, dado esto por los cambios efectuados en la dieta. El tratamiento más bajo fue el 1 con un valor de 0,55 Kg de PC/animal/día frente a 0,65 y 0,75 Kg de PC/animal/día de los tratamientos 2 y 3 respectivamente. En lo que respecta a la proteína como porcentaje de la materia seca, los valores fueron: 23,1%; 21,8% y 25,1% para el tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente, siendo menores a los del período 1 (cuadro 11), ya que como se mencionó anteriormente hubo un cambio en la composición de las dietas.

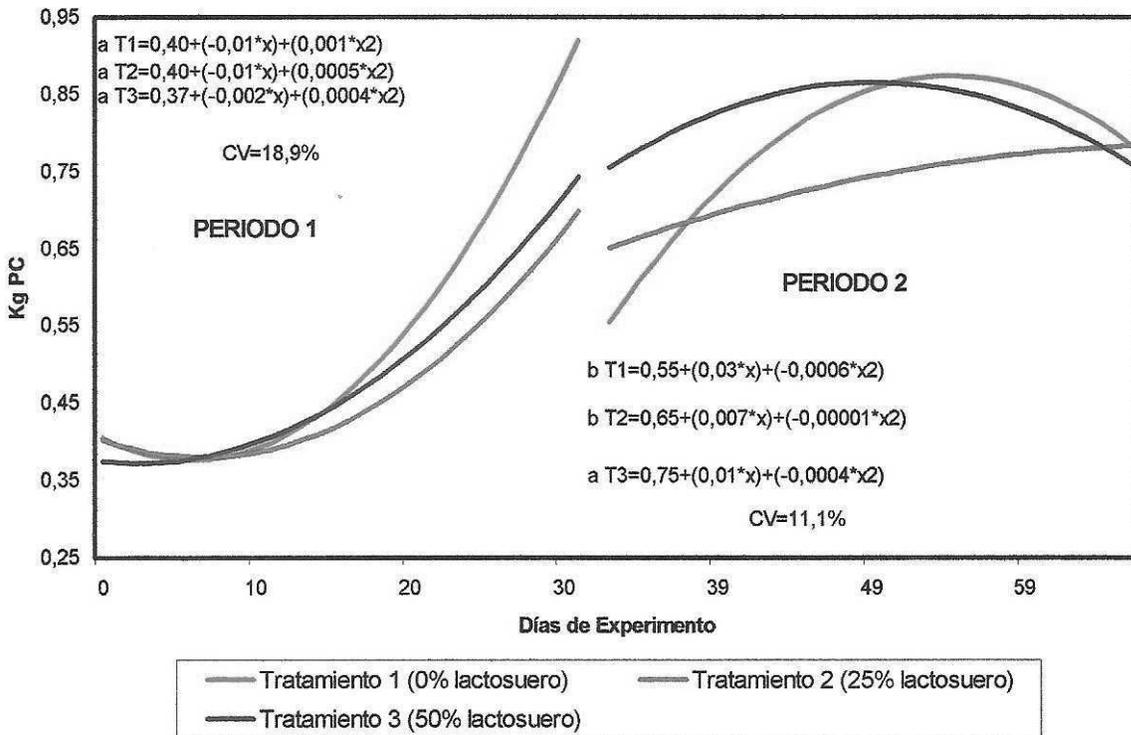
En este período si se encontraron diferencias entre los tratamientos ($P < 0,05$) siendo el tratamiento 3 el de mayores niveles de proteína, quedando por debajo los tratamientos 1 y 2 sin diferencias entre sí.

Al final del período 2, los valores de los tres tratamientos se agrupan, variando entre 0,78 y 0,76 Kg de PC/animal/día, con un valor de proteína como porcentaje de la materia seca de 22,9%; 21,9% y 23,9% para el tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente, sin grandes variaciones con respecto al comienzo del periodo (cuadro 11).

Cuadro 11: Variaciones de los niveles de proteína cruda como valor absoluto en Kg de PC/animal/día (PC) y como porcentaje de la materia seca total (PC%/MS)

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	PC	PC%/MS	PC	PC%/MS	PC	PC%/MS
Período 1						
Inicio	0,40	29,4%	0,40	25,9%	0,37	31,1%
Final	0,92	28,8%	0,70	22,9%	0,74	26,1%
Período 2						
Inicio	0,55	23,1%	0,65	21,8%	0,75	25,1%
Final	0,78	22,9%	0,78	21,9%	0,76	23,9%

Al comparar las curvas de los tras tratamientos (gráfica 5), con la ganancia de peso (gráfica 2), vemos como en el período 1, con iguales niveles de proteína el tratamiento 2 logra ganancias de peso mayores. En el periodo 2 los tratamientos 1 y 2 son los que tienen menores niveles de proteína con respecto al tratamiento 3, sin embargo logran ganancias de peso mayores. Este comportamiento estaría explicado por una diferencia en el balance de energía - proteína a nivel ruminal. Un desequilibrio en el aporte de proteína y energía a nivel ruminal, provoca una ineficiencia en el proceso digestivo (no se puede utilizar todo el nitrógeno que llega al rumen y además se genera un gasto para su eliminación) y afectando también el adecuado desarrollo de la flora ruminal, principal fuente de proteína para el rumiante (Orskov, 1992 y Sauvart *et al.*, 1995).



Gráfica 5: Consumo de Proteína Cruda (PC) por Animal y por Día en Terneros Holando Totalmente Confinados con Tres Niveles de Lactosuero

Letras diferentes corresponden a diferencias significativas entre las curvas ($P<0,05$).

Para explicar de forma mas clara los conceptos anteriores, primero debemos aclarar cuales son los componentes que aportan energía y proteína en cada dieta y donde estos se digieren. Para el caso del tratamiento 1 todos los componentes de su dieta pasarían directamente al rumen. Para el caso del tratamiento 2, los alimentos proteicos irían al rumen y los que aportan energía se dividen en los granos de maíz que irían en mayor parte al rumen y el lactosuero que iría en mayor parte al abomaso e intestino. Para el tratamiento 3 el aporte energético esta dado por el lactosuero que iría mayormente al abomaso e intestino y los alimento que aportan proteína irían mayormente al rumen. No toda la proteína de los alimentos que llegan al rumen es degradada en ese lugar, los diferentes alimentos tienen diferentes proporciones de su proteína que pasa sin ser degradada por el rumen hacia el intestino (cuadro 12).

Cuadro 12: Valores de porcentaje de proteína no degradable a nivel ruminal para los diferentes componentes de las dietas

	%
Paja de Trigo	25
Grano de Maíz	50
Pelet de Soja	34
Pelet de Girasol	26
H. de Pescado	60

NRC (1996).

Por lo que tenemos en el caso del tratamiento 3, un desequilibrio del aporte de energía y proteína a nivel ruminal, lo cual se expresa en una menor ganancia diaria de peso. Dicho desequilibrio se mantiene en el período 2 ya que aunque en este período sus niveles de proteína fueron mayores a la de los otros tratamientos, no logra alcanzar sus niveles de ganancia de peso

El tratamiento 1 tendría un adecuado equilibrio energía - proteína, en el período 1 no logra los niveles de ganancia de peso del tratamiento 2, esto estaría dado ya que aunque el equilibrio fue adecuado, una falta de desarrollo de la flora microbiana y una total dependencia hacia el rumen, impediría una adecuada utilización de los nutrientes que llegan a este. Lo cual es superado en el período 2 ya que luego de una etapa de adaptación los animales logran desarrollar la flora microbiana adecuada para aprovechar los nutrientes de su dieta, igualando de este modo los niveles de ganancia de peso del tratamiento 2

Para el tratamiento 2, los niveles de energía y proteína que llegan al rumen serían también adecuados, tanto en el equilibrio energía-proteína como acordes al desarrollo de la flora ruminal que presentan, por eso que ya en el período 1 logran los altos niveles de ganancia de peso que mantendrán también durante el período 2.

Los niveles de proteína y energía de las diferentes dietas se aprecian en el cuadro 13

Cuadro 13: Niveles de proteína (PC como % de la MS) y energía metabolizable (EM Mcal/kg MS) de la materia seca consumida de los diferentes tratamientos para cada periodo

	Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
	Per. 1	Per. 2	Per. 1	Per. 2	Per. 1	Per. 2
PC	29,31	22,94	26,37	21,97	25,98	25,25
EM	2,81	2,84	2,86	2,87	2,84	8,85

4.3 ALTURA DE ANCA

La medición de la altura del anca se propuso para comprobar si había relación entre el consumo de lactosuero y el desarrollo corporal.

En lo que se refiere a la obtención de los datos de la altura anca, hubo ciertos inconvenientes que hicieron que no se pueden realizar las mediciones desde el comienzo del experimento, por lo que éstas se realizaron ya avanzado dicho experimento. La primera medición se realizó el día 10/6, o sea a los 38 días comenzado el experimento.

Del análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$). Correspondiendo esto con el trabajo de Anderson et al., (1974), quien no encontró diferencias en el desarrollo corporal de los animales alimentados con diferentes niveles de lactosuero.

La altura promedio inicial para los tres tratamientos fue de 92,39cm y la final fue de 99,75cm, lo que corresponde a un crecimiento de 7,36cm. El periodo de días entre la primera medición y la última fue 28 días, por lo que la tasa de crecimiento fue de 1,84 cm/semana (cuadro 14)

Cuadro 14: Variación en la altura promedio para los tres tratamientos

	Promedio
Altura inicial (cm)	92,39
Altura final (cm)	99,75
Aumento en altura (cm)	7,36
Tasa de crecimiento (cm/semana)	1,84

4.4 ACTIVIDAD

Antes de comenzar el análisis de este punto debemos hacer algunas aclaraciones. Principalmente en lo que se refiere al hecho de que las mediciones de las actividades de los animales se comenzaron a determinar en el periodo final; debido a que no estaba en el protocolo experimental. Por lo que al darnos cuenta de que había una conducta diferencial según los tratamientos se comenzó con dicha medición. Esto determina que haya que tomar los datos con cierta relatividad.

El período de observación fue desde las 08:50 hs hasta las 17:00 hs, lo que determina un tiempo de observación de 8 hs. Luego de las 17:00 hs no se realizaron más observaciones dada la falta de luz.

Como se aprecia en el cuadro 15, para las observaciones del 22/6 la actividad a la cual los animales de los tres tratamientos le dedican más tiempo es al descanso. Luego en lo que se refiere a la actividad de consumo o de rumia, hay variaciones entre

tratamientos. Para el caso del tratamiento 1, la dedicación es algo menor a la rumia frente al consumo. Para el tratamiento 2, hay una diferencia mayor entre la rumia y el consumo, siendo la actividad de rumia mayor a la actividad de consumo. En el tratamiento 3 se da lo mismo, una mayor dedicación a la rumia frente al consumo.

Al analizar cada actividad por separado, comenzando por el consumo, vemos como el tratamiento 1 es el de mayor dedicación a esta actividad, seguido por el tratamiento 2 con un valor menor y luego el tratamiento 3 con un valor similar al tratamiento 2. En lo referente al descanso, el tratamiento que le dedica mas tiempo a esta actividad es el 3, seguido del tratamiento 2 y luego por ultimo el tratamiento 1. Para el caso de la rumia, el tratamiento con mayor dedicación a esta actividad es el tratamiento 2 luego con un valor algo menor el tratamiento 1 y más por debajo el tratamiento 3.

Para las observaciones del 30/6, se mantiene la actividad de descanso, como la actividad a la cual los animales le dedican mas tiempo y pasa a ser la rumia para los tres tratamientos la segunda actividad a la cual se le da mas dedicación. Para ser el consumo la actividad a la cual se le dedica menos tiempo.

Analizando el consumo, ya no es mas el tratamiento 1 el de mayor actividad, sino que se igualan con el tratamiento 2; estando el tratamiento tres por debajo de ambos. El descanso mantiene el mismo orden de tratamientos que en la observación del 22/6. Para el caso de la rumia, hay una variación en el orden, ya que pasa a ser el tratamiento 1 el de mayor dedicación a esta actividad, seguido por el tratamiento 2 y luego el tratamiento 3.

Al relacionar los datos del cuadro 15 con las proporciones de alimento sólido de los tratamientos y los niveles de consumo máximo de materia seca que alcanza cada tratamiento, vemos que hay una importante correlación. Se puede apreciar como los tratamientos 1 y 2 que son los de mayores niveles de alimento sólido y los que alcanzan los mayores valores de consumo de materia seca, dedican mas tiempo a la rumia y al consumo que el tratamiento 3 el cual tiene los niveles más bajos de alimento sólido y además menores valores de consumo máximo de materia seca. Por lo tanto el alimento consumido por el tratamiento 3, requiere de un procesamiento digestivo menor, provocado un menor tiempo de rumia y dejando mas tiempo para el descanso de los animales.

Cuadro 15: Descripción de las Actividades de Rumia, Descanso y Consumo

DIA 22/6	Actividad Medida Como Porcentaje de las Observaciones Totales Durante el Día		
	Consumiendo	Descansando	Rumiando
Tratamiento 1	22.22	57.41	20.37
Tratamiento 2	12.96	64.81	22.22
Tratamiento 3	11.11	72.22	16.67
DIA 30/6			
Tratamiento 1	15.67	54.67	29.67
Tratamiento 2	15.67	62.00	22.33
Tratamiento 3	12.67	70.33	17.00

4.5 SELECTIVIDAD.

Al observar el comportamiento de los animales mientras consumían el alimento sólido, se pudo apreciar como estos según al tratamiento que pertenecían, seleccionaban la paja o no del resto de los componentes de alimento sólido. Esta conducta fue posible ya que el tamaño del molido de la paja era mayor al del resto de los componentes. Para el caso de los animales del tratamiento 1, se pudo apreciar claramente cuando los animales estaban consumiendo, como estos apartaban la fibra, sin embargo para el caso del tratamiento 3, el sentido de la selección era inverso, ya que al observar el rechazo, los niveles de paja en este eran menores, el tratamiento 2 estaba en un punto intermedio. Esto fue corroborado al analizar y comparar la composición de fibra del alimento sólido ofrecido y rechazado (cuadro 16).

La relación entre la oferta y rechazo se mantiene tanto para la FDA como para la FDN en el caso de los tratamientos 1 y 2, lo que no sucede para el caso del tratamiento 3. Esto se debe a que en la dieta de este último, se incorpora el pelet de girasol, el cual tiene un importante aporte de FDN, por lo que en este caso tenemos aporte de fibra tanto del girasol como de la paja, lo que no sucede en los otros tratamientos ya que el aporte importante de fibra lo realiza solo la paja (cuadro 17). Como los animales no pueden seleccionar el pelet de girasol como lo hace con la paja en el tratamiento 3, el estudio de los datos de FDN no nos estarían determinando de forma tan clara como si lo hace la FDA, el efecto de una preferencia o rechazo hacia un componente de la dieta. Por lo que para analizar el efecto de la selección nos detendremos en los valores de FDA.

El valor negativo más alto indica que el porcentaje de FDA en el rechazo fue mayor que en la oferta, y a medida que el valor se hace menos negativo el porcentaje de FDA en el rechazo se va igualando al porcentaje de FDA en la oferta. Esto sucede hasta que la diferencia se hace positiva indicando que el porcentaje de FDA en el rechazo fue menor que en la oferta. Por lo que el tratamiento 3 tiene mayores

requerimientos de fibra que el tratamiento 2 y a su vez mayores requerimientos que el tratamiento 1.

Esto indicaría que las proporciones de fibra de la dieta del tratamiento 3 son mas bajas que los requerimientos de los animales. Además estos porcentajes están expresados a partir de la materia seca del alimento sólido, o sea que si le sumamos la materia seca del lactosuero los porcentajes del tratamiento 3 serán mas bajos, no afectando tanto a los niveles de fibra del tratamiento 2 y en el caso del tratamiento 1 no variarían los porcentajes

Las menores proporciones de fibra del tratamiento 3, están perjudicando el adecuado funcionamiento del rumen ya que la fuente de energética a nivel ruminal, en este caso la fibra, es limitante para este tratamiento. Esto perjudicaría el adecuado funcionamiento de los microorganismos, afectando también la producción de sustancias de la fermentación ruminal. Esta disminución, activa los mecanismos de *feedback* por lo que el animal percibe las consecuencias de la ingesta, aumentando el consumo de alimentos que mejoran el funcionamiento ruminal (Provenza, 1995), en este caso la paja.

Cuadro 16: Balance Oferta - Rechazo de FDA y FDN, como porcentaje de la materia seca del alimento sólido.

	FDA y FDN como % de la Materia Seca					
	Oferta		Rechazo		Oferta – Rechazo	
	FDA	FDN	FDA	FDN	FDA	FDN
Tratamiento 1	10,02	31,75	15,50	34,92	- 5,48	-3,17
Tratamiento 2	9,62	24,18	10,80	26,95	- 1,18	-2,77
Tratamiento 3	12,47	27,30	8,29	28,02	4,18	-0,72

Del cuadro 16, se puede destacar como a medida que los tratamientos aumentan sus niveles de lactosuero, la avidez por paja aumenta, determinando el sentido de la selección, hacia un mayor consumo de paja o hacia un mayor consumo los demás componentes de la dieta sólida.

Cuadro 17: FDA y FDN como porcentaje de la materia seca de los alimentos que componen las dietas de los tratamientos

Alimento	FDA	FDN
Paja de trigo	59	80
Pelet de girasol	30	40
Grano de maíz	2.7	8

NRC (1996)

Los demás componentes de la dieta no aportan fibra.

Por lo que podemos concluir que los animales seleccionan uno u otro componente de la dieta (habiendo posibilidades físicas), para mejorar su balance nutricional.

4.6 ANÁLISIS DE COSTOS

La comparación de los márgenes brutos es un punto fundamental que se debe sumar a la discusión ya que además del análisis productivo, el aspecto económico es fundamental al momento de tomar decisiones en la elección e incorporación de un sistema productivo.

El análisis económico se refirió exclusivamente a los costos de sanidad y alimento. Del cuadro 18, se desprende que el tratamiento 3 es el de menores costos, con un valor por animal para todo el periodo experimental de U\$\$21; luego le sigue el tratamiento 2 con U\$\$24 por animal y por ultimo el mas costoso es el tratamiento 1 con U\$\$29 por animal.

Vemos como el aporte de lactosuero abarata de forma importante los costos, habiendo una brecha entre los tratamientos 2 y 3 con respecto al tratamiento 1. Pero si comparamos las diferencias de costos entre los tratamientos con lactosuero, se aprecia que la diferencia entre estos no es muy grande, 24 contra 21 U\$\$ totales/animal par el tratamiento 2 y 3 respectivamente. Este menor margen entre los tratamientos esta dado por el mayor costo que tiene el Kg de MS del alimento sólido del tratamiento 3 frente al del tratamiento 2. El mayor costo del alimento sólido del tratamiento 3 esta explicado por un mayor porcentaje de componentes proteicos, siendo éstos mas caros que los que aportan energía. De esta manera queda claro como el tratamiento 3 con niveles mas altos de lactosuero tiene una costo no muy inferior frente al tratamiento 2.

Al analizar el costo por Kg de peso vivo aumentado, el tratamiento 3 sigue siendo el de menor valor pero casi igual al tratamiento 2 y que este logro los mayores aumentos de peso vivo.

Cuadro N°18: Costos

	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
Kg MS alimento sólido consumido/animal	127,7	92,0	58,3
Kg MS de lactosuero consumido/animal	0,0	39,2	72,2
U\$\$/Kg MS alimento sólido	0,203	0,224	0,277
U\$\$/Kg MS lactosuero	----	0,0228	0,0228
<i>U\$\$ Tot. sanidad/animal</i>	2,9	2,9	2,9
U\$\$ totales/animal	29	24	21
Aumento de PV/animal	74	79	70
U\$\$ totales/Kg de PV aumentado	0,39	0,31	0,30

El costo de mano de obra e instalaciones que se calcula en sistemas estabulados es de 15 a 20 centavos de dólar/animal. Determinando que el costo por kg de carne producida en el caso del tratamiento 3 sea de 50 centavos de dólar/animal.

5. CONCLUSIONES

- Para los tres tratamientos el desempeño de los terneros permitió lograr muy buenas ganancias de peso potencializando su desarrollo futuro.
- El uso de los diferentes niveles de lactosuero no provocó diferencias en el peso vivo final logrado por los terneros.
- La implementación de lactosuero en las dietas permitió una reducción considerable en el costo de alimentación de los animales
- En lo que se refiere al tratamiento con mayor nivel de lactosuero, se estaría llegando al nivel máximo de tolerancia de alimentos líquido.

6. RESUMEN

Con el objetivo de estudiar el uso de lactosuero en rumiantes, se realizó un experimento. Se utilizaron 18 terneros Holando de 53 días de edad y $57,9 \pm 4,49$ kg de peso vivo, a los cuales se le asignaron tres tratamientos. El tratamiento 1 (testigo), consistió en una alimentación 100% sólida. Dicha alimentación fue una ración balanceada formulada según los requerimientos nutricionales de los animales. El tratamiento 2, consistió en una dieta cuyo aporte de materia seca fue dividido en un 25% como lactosuero y el otro 75% como alimento sólido, formulada según los requerimientos nutricionales de los animales. El tratamiento 3, consistió en una dieta cuyo aporte de materia seca fue dividido en un 50% como lactosuero y el otro 50% como alimento sólido, también formulada según los requerimientos nutricionales de los animales. El experimento se dividió en dos periodos. En el primer periodo, el tratamiento 1 tuvo una ganancia diaria de 0,778 kg; el tratamiento 2 tuvo una ganancia diaria de 1,092 kg y el tratamiento 3 tuvo una ganancia diaria de 0,873 kg; siendo el tratamiento 2 significativamente mayor a los demás tratamientos ($p > 0,05$). Para el periodo 2, el tratamiento 1 tuvo una ganancia diaria de 1,282 kg; el tratamiento 2 tuvo una ganancia diaria de 1,263 kg y el tratamiento 3 tuvo una ganancia diaria de 1,145 kg, siendo el tratamiento 1 y 2 significativamente iguales y mayores al tratamiento 3. El peso vivo final no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos, los cuales fueron de 130,8 kg para el tratamiento 1; 134,8 kg para el tratamiento 2 y 131,5 kg para el tratamiento 3.

7. SUMMARY

This experiment was realization with the objetive to study the use of liquid whey in ruminant. Utilization 18 Holstein cattle for 53 days of age and $57,9 \pm 4,49$ kg of body weight, which assigned three treatments. The treatment 1, consisted in a 100% solid feed. This feed was a balanced ration formulate according the nutritional demand of animals. The treatment 2, consisted in a diet with 25% of dry matter as whey and the other 75% as solid feed, formulate according the nutritional demand of animals. The treatment 3, consisted in a diet with 50% of dry matter as whey and the other 50% as solid feed, formulate according the nutritional demand of animals. The experiment divided in two period. In the first period, in treatment 1 the daily gains was 0,778 kg; in treatment 2 the daily gains was 1,092 kg and in treatment 3 the daily gains was 0,873 kg; the treatment 2 was greater than treatment 1 and 2 ($p>0,05$). For the period two, in treatment 1 the daily gains was 1,282 kg; in treatment 2 the daily gains was 1,263 kg and in treatment 3 the daily gains was 1,145 kg, the treatment 1 and 2 was equally and greater than treatment 3 ($p>0,05$). The final body weight not have different, between treatment, 130,8 kg for the treatment 1; 134,8 kg for the treatment 2 and 131,5 kg for the treatment 3.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, M.J; LAMB. R.C.; MICHELSEN, C.H.; AND WISCOMBE, R.L. 1974. Feeding Liquid Whey to Dairy Cattles. *Journal of Dairy Science*. 57:1206-1210
- BERRA, G; FINSTER, L. 1996. Suero de Queso. Mimiografiado.
- BONECARRÉRE, L.M. 1972. Crecimiento y desarrollo. *In: Universidad de la República. Producción y comercialización de carnes*. Montevideo, Uruguay. Departamento de Publicaciones. pp. 65-83.
- BROADBENT, P.J.; BALL, C.; DODSWORTH, T.L. 1969. The effect of plane of nutrition during calf hood on the subsequent performance of the Hereford x Ayrshir steers. *Animal Production*. 11:155.
- BROSTER, W.H.; PHIPPS, R.H.; JOHNSON, C.L. 1992. Principios y practicas de la alimentación de la vaca lechera. 447p
- CHURCH, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. VI Zaragoza. Acribia. 379p.
- FAO. <http://www.fao.org>
- GORRIL, A.D. 1974. Alimentación y nutrición de terneros para reposición y para carne. *In: Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Nutrición práctica*. Zaragoza. Acribia. V3. pp. 147-204.
- HOFFMAN, P.C.1997. Optimun body size of Holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science*. 75:836-844.
- JOSIFOVICH, J; BERTIN, O.D; MADDABRI, J; McLOUGHLIN, R.J. 1986. Recría, engorde y evaluación de res en terneros Holando Argentino. INTA. Estación Regional Agropecuaria Pergamino. Informe técnico N° 194. pp: 3-6; 9-13 .
- JUBERT, D.M. 1954. The influence of the winter nutritional depression if the growth, reproduction and production of cattle. *Journal of Agricult Science*. 44:5
- LAWRENCE, T.L.J; FOWLER, U.R. 1997. Growth of Farm Animals. 330 p
- LENGEMANN, F.W; ALLE, N.N. 1955. The development of rumen function in the dairy calf. I. Some characteristic of the rumen contents of cattle of various ages. *Journal of Dairy Science*. 38:651
- McDONALD, P.; EDWARDS, R.A; GREENHALG, J.F.D. 1986. Nutrición Animal. Zaragoza. Acribia. 518p.

- McLEOD, N.A.; McDEARMID, A.; KAY, M. 1968. Intensive beef production 9^a note on the performance on Frisians and Ayshire steers fattened on a cereal diet. *Animal Production*. 10:487-489
- MILK INDUSTRY FOUNDATION. 1967. *Manual for milk plant operators*, 3rd Ed., Washington, D.C. 208 p
- . 1996. *Nutrient requirements of beef cattle*. Seventh revised edition. Washington, D. C. National Academy Press. 246p.
- ØRSKOV, E.R. 1992. *Protein Nutrition in Ruminant*. 2^oed. Academic Press. 175p.
- POUNDEN, W.D.; HIBBS, J.W. 1948. The influence of the ratio and rumen inoculation in the establishment of certain microorganisms in the rumen of young calves. *Journal of Dairy Science*. 31:1041
- PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. 1974. *Intensive beef production*. 2^o Ed. 567p.
- PROVENZA, F.D. 1995. Postingestive Feedback as a elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management* 48:2-17.
- ROY, J.H.B. 1972. *El ternero: manejo y alimentación*. Zaragoza, Acriba. 219p.
- SAUVANT, D.; DIJKTRA, J.; MERTENS, D. 1995. Optimisation of ruminal digestion: a modelling approach. *Proceedings of the IVth International Symposium of Nutrition of Herbivores*.
- SCHINGOETHE, D.J. 1976. Whey Utilization in Animal Feeding: A Summary and Evaluation. *Journal of Dairy Science*. 59:556-570.
- SCHINGOETHE, D.J. 1987. Feeding Liquid Whey Products to Cattle. *Feeding and Nutrition*. 5p
- SPREER, E. 1957. *Lactología Industrial*. España ,Zaragoza. 461p.
- VAN SOEST, P.J. 1994. Intake. *In: Nutritional ecology of the ruminant*. 2^o Ed. 476p.
- VERDE, L.S. 1974. Estado actual de los conocimientos sobre crecimiento compensatorio. *Producción Animal*. 3:122
- WOODS, W; BURROUGHS, W. 1962. Effect of whey and lactose in beef cattle rations, *Journal of Dairy Science*. 45:1539-1541

ZUBIZARRETA, J.; ZELJKOVICH, N.; MINTEGUIAGA, J.; HOLMBERG, P. 1981. Cría artificial y terminación de machos enteros Holando Argentino, nacidos en junio. *Producción Animal*. 7:94-102.

9. APÉNDICE