

Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros (Substitutes milkmen in the feeding of calves)

Berta Garzón Quintero: Departamento Producción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. Apartado 18. San José de las Lajas. La Habana (Cuba). E-mail: berta_garz@isch.edu.cu

Resumen

Una de las ventajas más notables en la crianza artificial del ternero es la posibilidad de utilizar sustitutos lecheros, cuyos precios son inferiores a la leche entera. En la presente monografía se analizan fundamentos anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo del ternero, el calostro, la leche entera y los sustitutos de leche. Se discute como la edad de inicio del consumo de sustituto, las cantidades ofrecidas, los niveles de reconstitución y la frecuencia de suministro modifican el esquema de alimentación de los terneros. Se valora como con el uso de sustituto lechero, es posible

ahorrar 180 litros de leche fresca por ternero, comparado con la utilización de leche fresca, con un Kg. de sustituto lechero, se pueden sustituir 5,81 litros de leche. Con el conocimiento actual es posible diseñar estrategias de manejo que permitan el empleo de sustitutos lecheros en la alimentación de terneros, ya que reduce el costo de la crianza y destinar aproximadamente el 50 % de la leche que consume el ternero, para el consumo humano.

Palabras clave: Terneros | crianza artificial | sustituto lechero |

Summary

One of the most remarkable advantages in the artificial upbringing of the calf is the possibility to use substitute's milkmen whose prices are inferior to the whole milk. In the present monograph anatomical and physiologic foundations of the digestive system of the calf, the calostro, the whole milk and the substitutes of milk are analyzed. You discusses as the age of beginning of substitute's consumption, the offered quantities, the rebuilding levels and the supply frequency modify the outline of feeding of the calves. It is valued like with

substitute's milkman use, it is possible to save 180 litres of fresh milk for calf, compared with the use of fresh milk, with a Kg. of substitute milkman, 5,81 litres of milk can be substituted. With the current knowledge it is possible to design handling strategies that allow the employment of substitute's milkmen in the feeding of calves, since it reduces the cost of the upbringing and to dedicate 50% of the milk that consumes the calf, approximately for the human consumption.

Words key: Calves, artificial upbringing, substitute milkman.

INTRODUCCION

Es biológicamente posible alimentar terneros jóvenes con la utilización de concentrados solamente y practicar destete precoz, o piensos de última generación con cereales morturados o rolados, mezclado con pelets de correctores vitamínicos y minerales, elaborados con concentrados proteicos, melaza, minerales y vitaminas, con alta aceptabilidad, y estabilidad en la fermentación ruminal, o simplemente piensos elaborados tradicionalmente a partir de fuentes proteicas y energéticas convencionales. Estos sistemas estimulan el desarrollo papilar a través de los Ácidos Grasos Volátiles (AGV) producidos por la acción de la microflora presente en este órgano (Quigley, 2001a), principalmente el ácido butírico. Sin embargo, desde el punto de vista económico, es casi imposible utilizar altos volúmenes de concentrados en el área tropical, en nuestros sistemas de crianza y alimentación con limitadas cantidades de recursos. Una alternativa a este sistema es la utilización de dietas integrales que permite la inclusión de materiales disponibles en nuestra región, como los pastos, y forrajes, tanto de fuentes herbáceas como de árboles y arbustos en unión a fuentes altamente digestibles, necesarias para suplir los nutrientes requeridos para el crecimiento del ternero, desde edades tempranas. La naturaleza de estos alimentos aporta la fibra necesaria para el desarrollo normal del rumen del ternero, sobre todo los que en el futuro se alimentarán con pastos y forrajes principalmente (Simón, 1978).

Se ha demostrado que existe gran influencia, tanto de la proporción de fibra, como de la fuente, en los resultados productivos de los terneros, según resultados obtenidos por (Plaza, et al, 1983; Marrero, et al, 1993). En este sentido, se ha recomendado en los últimos años, el uso de dietas integrales con harina de caña, pero no se han realizado estudios que incluyan el efecto de estas dietas en el desarrollo del estómago del ternero en crecimiento, la conducta en relación al tipo de dieta ofrecida, así como su efecto en el crecimiento de terneros en sistemas de cría con destetes tempranos y limitadas cantidades de leche o con el uso de sustitutos lecheros.

Anderson, et al, (1987) plantean que la estimulación del desarrollo anatómico y fisiológico por medio de la producción de AGV, sugiere la existencia de una estrecha relación entre el desarrollo ruminal y la actividad microbiana y que la consecuencia del establecimiento de estas poblaciones ruminales bacterianas, parece ser, primeramente, dependiente de la dieta del ternero. Por esta razón hallar variantes de alimentos secos para los terneros, que propicien un adecuado desarrollo morfológico, fisiológico y bacteriano, pudiera ser uno de los principales aspectos a contemplar dentro de los sistemas de cría de terneros en nuestras condiciones, con el máximo uso de alimentos disponibles nacionalmente.

Por otro lado, la respuesta que se obtiene en la crianza del ternero, guarda estrecha relación con el tipo y cantidad de alimento lácteo ofrecido, (Huber, 1984). Así, se conocen resultados del uso de diferentes formas de suministro y cantidades de alimento lácteo (Plaza et al, 1986; Plaza et al, 1988), con resultados satisfactorios en todos los casos, en dependencia de la cantidad y calidad del alimento ofrecido, tanto el lácteo, como el pienso seco complementario.

A pesar de lograrse buenos resultados, con ganancias superiores a los 500 d/día, por lo general, estos sistemas utilizan grandes volúmenes de leche, excepto aquellos en los que el destete es precoz, pero necesitan de un pienso de alta calidad y un manejo esmerado para evitar se depauperen los animales una vez destetados. Una variante de estos sistemas es el uso de sustitutos lecheros elaborados con materias no lácteas, disponibles nacionalmente.

Una de las ventajas más notables en la crianza artificial del ternero es la posibilidad de utilizar subproductos de la industria lechera y derivados, cuyos precios son inferiores que la leche entera. El desarrollo tecnológico de la producción de terneros ha permitido que se hayan obtenido resultados satisfactorios en el uso de sustitutos lecheros.

La presente monografía tiene como objetivo analizar aspectos anatómicos y fisiológicos de los terneros relacionados con la alimentación y la utilización de sustitutos lácteos que permita reducir el consumo de leche entera y los costos de la crianza.

FUNDAMENTOS ANATOMICOS Y FISIOLÓGICOS DEL APARATO DIGESTIVO DEL TERNERO

Al nacimiento el estómago anterior es casi igual al tamaño del abomaso en las terneras. El agrandamiento del estómago anterior ocurre con rapidez luego del nacimiento, pero la tasa del crecimiento depende del tipo de dieta (Cunningham, 1999).

Durante los primeros meses de vida se comporta como un animal monogástrico, debido a que el compartimento retículo-rumen no es funcional y la dieta láctea pasa directamente al abomaso.

De manera general el desarrollo del estómago de los terneros que ingieren alimentos líquidos y sólidos, sean concentrados o forrajes o con dietas integrales, transita por diferentes fases o etapas. Así, se puede identificar una fase prerrumiante, una fase de transición y una final de rumiante como a continuación se describe (Fournier, 1998).

- Fase de prerrumiante: El abomaso constituye el principal órgano del estómago relacionado con el proceso digestivo, pues en esta fase la alimentación es en base al uso de alimentos lácteos o sustitutos líquidos, básicamente, dependiendo casi exclusivamente de esta dieta para el aporte de nutrientes para el mantenimiento y el crecimiento. Esta fase se extiende desde el nacimiento hasta las 2 ó 3 semanas de vida, cuando el ternero inicia el consumo de alimentos sólidos, por tanto, esta fase será tan extensa, como extenso sea el período en que no se ofrezcan alimentos sólidos.
- Fase de transición: Una vez que el ternero inicia el consumo de concentrados, dependiendo de algunos factores como el estado de salud, las tasas de ganancias, disponibilidad de agua y el programa de alimentación láctea empleada, da paso al inicio de la fermentación ruminal. La producción de AGV (Ácidos Grasos Volátiles), junto al efecto físico de la dieta, son los responsables del desarrollo del rumen, que junto al abomaso constituyen los órganos implicados en la digestión, pues aún en esta fase se continúa ofreciendo alimentos líquidos, que junto a los alimentos concentrados constituyen los principales alimentos de esta etapa. Esta fase continuará hasta tanto sean ofrecidos alimentos lácteos al ternero.
- Fase de rumiante: Esta fase se inicia con el destete de los animales y dura hasta el final de su vida. Por tanto, los productos secos son la única fuente de alimentos, junto al agua que constituye un elemento imprescindible para que el proceso digestivo ruminal se lleve a cabo. En esta fase el rumen pasa a ser el principal órgano del tracto digestivo, produciendo elevadas cantidades de AGV y proteína microbiana por medio de la degradación de los alimentos ofrecidos, dependiendo de este proceso la producción de la mayor cantidad de energía y proteína que requiere el ternero, ya que algunos nutrientes no son degradados en el rumen y pasan a las partes bajas del intestino, donde se degradan por las enzimas digestivas que allí se vierten.

TABLA 1. Crecimiento diferenciado de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante como porcentaje total

Compartimientos %	SEMANAS			
	0	4	8	12
Reticulo-rumen	38	52	60	64
Omaso	13	12	13	14
Abomaso	49	36	27	22

Fuente: Church (1988)

El cuadro demuestra un rápido crecimiento del retículo-rumen a medida que el ternero comienza a consumir una dieta sólida, durante la primera semana de vida. Por lo tanto el abomaso disminuye su tamaño relativo. El omaso es el compartimiento que más demora en conseguir su tamaño adulto.

En la figura 1 se aprecian imágenes que ejemplifican de manera clara la evolución del estómago del bovino y las proporciones de las cuatro cavidades estomacales, al nacimiento y del bovino adulto, donde se aprecia la variación de los tamaños relativos de rumen-retículo y el abomaso, fundamentalmente, con el transcurso de la edad.

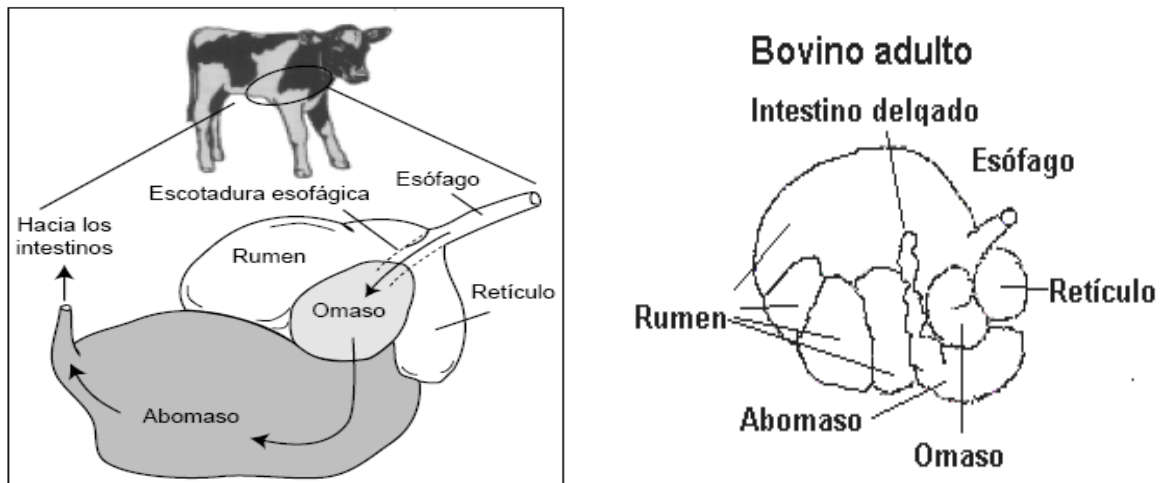


Figura 1. Imagen que muestra las proporciones de los órganos estomacales del ternero y del rumiante adulto.

Cunningham, (1999) afirma que cuando a los animales rumiantes jóvenes se les da acceso a alimentos sólidos poco después de nacidos, el desarrollo de los estómagos anteriores se realiza a una velocidad máxima. En el ganado bovino, el período para el desarrollo de los estómagos anteriores se divide arbitrariamente en un período no ruminal, que va desde la primera a la tercera semana y de un período transicional, que va de la tercera a la octava semana.

Si la dieta es limitada a leche líquida, natural o artificial, todos los componentes del estómago aumentan en peso y tamaño a la misma velocidad que el resto del cuerpo, pero en estas condiciones sólo el abomaso es funcional, ya que el alimento líquido evita el paso por los pre-estómagos a través del canal reticular (Prestón y Willis, 1970).

Para comprender mejor el uso de sustitutos lecheros en la alimentación de terneros exponemos cuatro temas de fundamental interés:

- La gotera esofágica
- La formación del coágulo
- Fisiología de la digestión
- Desarrollo del rumen

La gotera esofágica

La gotera esofágica se extiende desde el cardias hasta el omaso. Esta formada por dos pliegues musculares los cuales se pueden cerrar para dirigir materiales desde el esófago hacia el abomaso sobrepasando el rumen. La gotera esofágica es menos funcional en los

rumiantes adultos que en los animales que aún están amamantando, a no ser que el estímulo se haya prolongado a la edad adulta por medio de suministro de nutrientes en tetera (Orskov, 1983).

Cuando se estimula, se observa la contracción de los músculos del surco, lo que produce su acortamiento y retorcimiento. La acción de retorcimiento causa que los labios del surco se junten, formando casi un conducto que va desde el cardias hasta el canal omasal. El cierre del surco es una acción refleja que recibe impulsos eferentes del tallo encefálico a través del nervio vago. La anticipación de mamar incluye una estimulación central para el cierre de la escotadura reticular (Cunningham, 1999).

El surco esofágico tiene la función de desviar el flujo de la leche ingerida sobrepasando el estómago anterior hacia el interior del abomaso (Cunningham, 1999). Esto permite que la leche llegue al abomaso sin perder sus características nutricionales, lo que asegura una mejor utilización por parte del ternero (Silva, 1997).



Figura 2. Representa el canal reticular en terneros.

Orskov (1992) señala que el manejo que se les da a los terneros durante los primeros días de vida es muy importante para asegurar el correcto funcionamiento de la gotera esofágica. En primer lugar el adaptamiento al método de alimentación es esencial para que el ternero beba la leche con el mismo entusiasmo juvenil que cuando lo hace con la madre. En segundo lugar, es necesario evitar la confusión que se desarrolla cuando el ternero tiene motivos distintos para beber: el hambre de leche y la sed que se produce por el consumo de alimento sólido.

Formación del coágulo

La leche una vez consumida se coagula entre 1 y 10 minutos por acción de la caseína o de la pepsina, luego el suero se desprende del coágulo y pasa al duodeno, junto con caseína parcialmente digerida. La escasez de cuajo como coagulante parece ser un importante factor predisponente para las infecciones intestinales ocasionadas por E. Coli (Roy, 1974).

Un hecho interesante es que para la coagulación el pH óptimo es de 6.5 para la renina y 5.25 para la pepsina, mientras que para la proteólisis el pH óptimo es de 3.5 para la renina y 2.1 para la pepsina (Roy, 1980).

Esto permite que la digestión sea eficiente y se produzca una buena absorción de nutrientes, debido a que disminuye la velocidad de pasaje por el tracto digestivo, dejando que las enzimas intestinales puedan actuar mediante la hidrólisis de las moléculas complejas. Adicionalmente, al reducir la tasa de pasaje se favorece la función del complejo enzimático del tracto digestivo de los terneros neonatos.

El pH del cuajar vacío se encuentra entre 2 – 2.8, pero en 30 minutos después de tomar leche aumenta rápidamente hasta alcanzar valores de 4.5 – 6.0 y a las tres horas y media

desciende a los niveles de precomida, sin embargo el pH se ve afectado por la edad, es decir, mientras el animal avanza en edad el pH se hace más ácido. Pero el pH óptimo del abomaso para que se produzca la coagulación es de 6.1.

La formación del coágulo ocurre a nivel del abomaso debido a la reacción entre la caseína y el calcio lácteo en acción de las proteasas lácteas renina y pepsina, a un pH ideal de 6.1. Esta reacción requiere de calcio, por lo que la digestión de la caseína es distinta cuando ésta se da pura a los terneros (Yvon, 1987). Además la formación del coágulo se ve favorecida por la motilidad del abomaso que contribuye a la liberación del suero que pasa hacia el intestino conteniendo una gran cantidad de lactosa, proteínas no coagulables (albúminas y globulinas) y minerales (Abarazúa, 1992).

La renina es una de las enzimas características del ternero lactante y su importancia esta dada por la actividad que ejerce sobre la caseína. La renina posibilita la coagulación de la caseína láctea en el abomaso y posteriormente se degrada por acción de la propia renina y el ácido clorhídrico, y la escasez o falta de esta enzima como coagulante parece ser un importante factor predisponente para las infecciones ocasionadas por la E. coli.

En conclusión, la caseína se junta con el calcio de la leche más la renina, a un pH de 6.1 en el abomaso formando el paracaseinato de calcio, que captura la grasa. El suero de la leche sale rápidamente del abomaso dirigiéndose hacia el intestino.

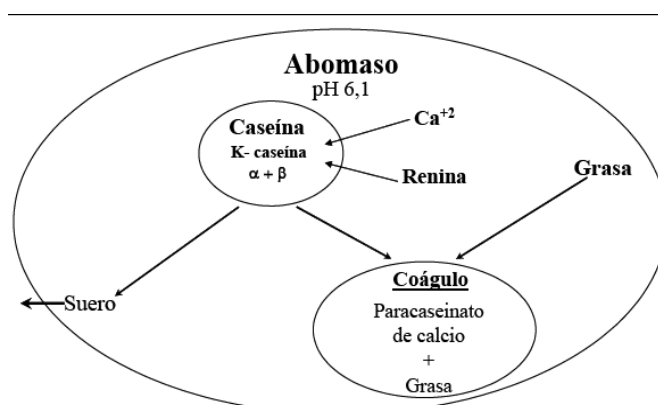


Figura 3. Formación del coágulo en el abomaso.

Cuando el pH es inferior a 6.6 existe una mayor proteólisis gástrica y existe un mayor control de la fermentación bacteriana y por lo tanto, la formación del coágulo es mas firme. En el siguiente cuadro se presenta la proporción de nutrientes de la leche que permanecen en el suero, una vez que éste pasa al intestino.

TABLA 2. Porcentaje de nutrientes originales de la leche que permanecen en el suero

NUTRIENTE	PORCENTAJE
Lactosa	100
Caseína	0 – 1
Albúmina	37.2
Otras proteínas	100
Acido cítrico	100
Fósforo orgánico	64.4
Fósforo total	50
Calcio	33
Magnesio	54
Potasio, sodio, cloro, hierro	100
Riboflavina, niacina, Vit. A	100

Fuente: Verdaguer (1988), citado por Moreno (2004)

Fisiología de la digestiva del ternero

Digestión de las proteínas

La digestión de las proteínas son llevadas a cabo por las enzimas renina y pepsina, las cuales son secretadas por las glándulas fúndicas de la mucosa gástrica como precursores inactivos, pero son rápidamente activadas por las condiciones acídicas del abomaso. La secreción de HCl por las células parietales del abomaso es baja en el recién nacido, pero se incrementa rápidamente (Smith, 2004). La coagulación ocurre pronto después de la entrada al abomaso, primariamente por la acción de la renina, aunque la pepsina tiene también una importante actividad coagulatoria.

El contenido de pepsina y renina procedentes del abomaso de los terneros alimentados con leche y/o proteínas del suero han sido comparados. Parece ser que la alimentación de las proteínas del suero reduce la secreción de renina, mientras que la secreción de la pepsina no es afectada.

La secreción de la renina aumenta desde el primer mes de vida del ternero en adelante, sin embargo, no se puede concluir con respecto a la edad sobre la renina, debido a que es afectada directamente por la dieta que recibe el animal. El efecto de la dieta sobre la renina dependerá de la fuente proteica del sustituto. Si las proteínas son suministradas por la leche descremada, la concentración de esta enzima es alta, mientras que si las proteínas provienen del suero o de las proteínas no lácteas la concentración es baja. El efecto más importante sobre la renina es el destete, la falta de la caseína junto con otros factores resultan en una casi total inhibición de la secreción de la renina, sin embargo, es posible volver a tener secreciones de esta enzima, debido a que es reinducida por la alimentación con leche en animales destetados (Smith, 2004)

Digestión de los Carbohidratos

La digestión de la proteína láctea en los terneros jóvenes, se realiza básicamente por la acción de la renina, la pepsina y del ácido clorhídrico. Roy, (1980), plantea que el ternero joven puede secretar renina o pepsina o ambos a la vez y que el patrón de secreción no es predecible por la edad del ternero o la naturaleza de la dieta, pero que en animales adultos solo se secreta pepsina.

El jugo pancreático del ternero es especialmente rico en enzimas proteolíticas y su secreción se incrementa con la edad.

Dentro de la formulación de reemplazadores lecheros, asegurar la parte proteica es uno de los aspectos más importantes y de mayor exigencia tecnológica, a la vez, pues además de su importancia biológica, es el componente que mayor proporción ocupa dentro de este. Así, se puede plantear que la utilización de fuentes no lácteas en la formulación de RL, está determinada por la edad, que asegure un volumen de enzimas proteolíticas importante para la digestión de estos y la proporción de producto a utilizar. De hecho, se ofrecen reemplazadores lecheros desde edades tempranas solo cuando contienen más del 60 % de productos lácteos, después del mes de edad, esta puede llegar a ser del 30 %.

Por otro lado, la calidad de las fuentes no lácteas utilizadas es importante. Así es muy común la utilización de proteína de soya, pero esta contiene gran cantidad de elementos antinutricionales (inhibidores de la proteasa, lecitinas, oligosacáridos), lo que exige tratamientos especiales para ser utilizada como el tratamiento con agua + etanol bajo calor, extrusión, fermentación con fluido ruminal. Aún así, para asegurar altas y similares ganancias que con el uso de leche, solo se sustituye la mitad de la proteína láctea en terneros Veal que consumen entre 7 y 15 litros/d de RL. Es posible que para terneros de reemplazo, que los consumos de reemplazadores lecheros y las ganancias esperadas son menores, sea posible

utilizar mayor proporción de los productos de sustitución o, incluso, comenzar su utilización a edades más tempranas.

El ternero se encuentra severamente restringido en su capacidad para utilizar carbohidratos. El bovino no secreta amilasa salival, la actividad de la amilasa pancreática es muy baja al nacimiento y permanece así hasta los 45 días de edad. Los terneros tienen grandes cantidades de lactasa que desciende con un incremento de la edad y cambios dietarios, pero ésta puede ser mantenida alimentando al ternero con lactosa (Otterby, 1981).

En el ternero hay una eficiente digestión de lactosa, glucosa y galactosa, pero sólo una leve digestión de almidón y maltosa. La sacarosa no es digerida y la fructosa es pobremente absorbida (Church, 1988). Glucosa o galactosa suministradas como única fuente de carbohidratos son ampliamente absorbidos por el duodeno, pero cuando son administrados en forma conjunta, la glucosa es la más absorbida.

La inclusión de almidón como la principal fuente de energía en los sustitutos lácteos ha tenido bajas respuestas productivas. Estos se podría deber a diversos factores que estarían afectando la utilización de este carbohidratos, dentro de los cuales se podría mencionar la baja cantidad de amilasa pancreática y de maltasa a nivel intestinal y otro factor según García (1985) que el almidón se asocia al coágulo de caseína en el abomaso, siendo esta una razón de la baja glicemia experimentada por los terneros post-ingesta de la sustitución con almidón como fuente principal de energía.

El metabolismo de la sacarosa es primariamente consecuencia de la actividad microbial existente en una parte baja del sistema digestivo. El uso de este carbohidrato no es recomendado en terneros por problemas de diarrea. Monosacáridos, glucosa, galactosa y xilosa son absorbidas rápidamente en el intestino delgado, pero, la fructosa en cambio no es absorbida. Disponible en: www.veterin.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/ABSOAGV.htm. [Consulta el: 20 de enero del 2006].

Digestión de las grasas

Para la digestión de las grasa el ternero cuenta con la enzima lipasa salival o estearaza pregástrica como también se le conoce. Es secretada por las glándulas salivares palatinas y su presencia es efímera en tiempo, siendo sustituida por la lipasa pancreática a partir de la segunda o tercera semana de edad. Su acción la realiza principalmente en el abomaso, debido a que el paso de la leche por la cavidad bucal es muy rápido. De manera general las grasas presentan elevada digestibilidad, entre 93 y 97 %, pero solo si el método de incorporación al RL es eficiente y permite lograr glóbulos de 3 a 4 micras, aunque el efecto negativo del tamaño del glóbulo se reduce con la edad del ternero. (Roy, 1980)

Las grasas son una fuente concentrada de energía que, además, provee al ternero de los ácidos grasos poli-insaturados que el ternero joven necesita para su desarrollo y es incapaz de sintetizarlos biológicamente, el contenido de grasa puede variar de 3 a 24 %, recomendándose entre 12 y 18 % (Craplet, 1970). La grasa reduce la incidencia de diarreas, mejora la apariencia del ternero y puede constituir una defensa ante el estrés. Proporciones de grasa superiores al 20 % no conducen a mejores resultados.

No obstante, se ha observado un efecto colateral negativo por la disminución del consumo de MS del concentrado antes del destete, así como menores ganancias pre y postdestete en este período al comparar RL con alto (21.6 %) y bajo (15,6 %) contenido de grasa.

En prerrumiantes la hidrólisis de las grasas es iniciada en el abomaso por la lipasa salival y luego es continuada por la lipasa pancreática en el intestino delgado. La primera enzima que ataca la ingesta es la lipasa salival secretada por las glándulas salivares y otras regiones de la cavidad oral de los terneros (Smith, 2004). Una alta cantidad de esta lipasa salival es

secretada y puede ser importante al nacimiento debido al bajo balance de lipasa pancreática. [García \(1985\)](#) estimó que alrededor del 20% de las grasas lácteas eran hidrolizadas antes de pasar al abomaso.

En el intestino delgado la lipasa pancreática presenta una menor actividad al primer día de vida, la que se triplica al octavo día, permaneciendo relativamente constante con posterioridad ([García, 1985](#)).

El poder emulsificador de las sales biliares actúa en forma de aumentar la tasa de actividad de la lipasa pancreática, y junto con la formación del coágulo, el cual hace más lento el paso de los lípidos al intestino delgado, se puede lograr una eficiente degradación de los lípidos lo que lleva a una mayor absorción de estos nutrientes, debido a que no se verá sobrepasada su capacidad lipolítica de esta enzima ([Orskov y Ryle, 1992](#)).

La digestibilidad de los lípidos es alrededor del 90% en los terneros neonatos incrementándose al 95% a las cinco semanas de edad. [García \(1985\)](#) dice que la absorción de ácidos grasos de cadena larga en el intestino depende de que ellos sean solubilizados en las micelas de las sales biliares.

Desarrollo del rumen

La edad en que se produce el cambio de la digestión monogástrica a la forma rumiante depende estrechamente de la dieta utilizada. Cuanto mayor sea el período en que el animal recibe un aporte copioso de leche menos urgencia sentirá de suplantar su dieta con otros piensos ([Roy, 1974](#)).

La pared interna del rumen excepto los pilares están cubiertas de papilas incrustadas en el epitelio las cuales son más desarrolladas en los sacos ciegos y dorsal, donde parece existir mayor actividad absorbente de los productos finales de la fermentación. Al nacimiento las papilas del rumen están muy pequeñas, pero crecen rápidamente con la ingestión de alimentos sólidos y alcanzan su longitud máxima (5 – 7mm) alrededor de las 8 semanas de edad y desarrollan formas foliadas, filiformes o cónicas ([Sisson y Grossman, 1974](#)). El desarrollo papilar depende de los productos de la fermentación ruminal, dada por la naturaleza química de la dieta y el desarrollo muscular, por las características físicas de las dietas así como los constituyentes fibrosos, forma y tamaño de las partículas alimenticias ([Ruiz, 1975](#)).

Según plantea [Plaza \(1982\)](#), en terneros alimentados solo con leche, el desarrollo del rumen se alcanza a las 15 semanas de edad, sin embargo, al suministrar alimentos concentrados y forraje, desde las tres semanas de nacidos, se ha observado un completo desarrollo del rumen a las 9 semanas, lo que indica que la introducción del alimento seco influye decisivamente al desarrollo del rumen.

Los procesos fisiológicos de la pared del rumen del ternero comienzan desde la primera semana de vida y se considera que a partir de este momento la digestión y el metabolismo del animal están en un estado de transición durante el cual los procesos típicos del animal no rumiante se van transformando en funciones propias de un rumiante adulto. Algunos autores han señalado que la digestión in Vitro del contenido ruminal es de 25 a 40% transcurrida la primera semana de vida y alcanza el doble de estos valores a las 18 semanas.

Influencia de alimentos secos y microorganismos

El cuajar del ternero muy joven mantiene una extensa y variada población de lactobacilos y es posible que a regurgitación de la leche del abomaso al rumen a continuación de las tomas ayude a inocular la panza. Los estreptococos amilolíticos del rumen de los terneros adultos no se establecen con seguridad hasta que su pH no se estabilice cerca de la neutralidad,

aunque también se sabe que en los terneros muy jóvenes existe otro estreptococo amilolítico que tolera mejor un pH más bajo. Así mismo, la población protozoárica también se instaure cuando el pH permanece próxima a la neutralidad, alrededor de la octava semana de vida. Se conoce que los conteos de poblaciones microbianas en el rumen desde el segundo día de edad, son del orden de los 10^9 u.f.c./ml (unidades de formación de colonias/ml), siendo predominantes las bacterias estrictas aerobias, que muestran cuán rápido se adapta fisiológicamente el rumen para desarrollo de esta muy demandante flora. La microflora predominante cambia cualitativamente con la madurez del animal, particularmente con el destete, cuando la composición de la flora depende, básicamente de la dieta. (Ybalmea, 2004).

Ha sido demostrado, que las bacterias celulolíticas se establecen tan rápido como se inicia la ingestión de alimentos sólidos. El contacto directo y prolongado del ternero con la madre durante las primeras semanas de vida es esencial para la transición de estas especies. Se demostraron que este grupo bacteriano está presente en todos los animales después de la primera semana, llegando a conteos de 10^7 - 10^8 bacterias /ml, siendo predominante el género *Ruminococcus*. Hay también un gran número de bacterias amilolíticas, proteolíticas y utilizadoras del lactato (10^8 - 10^9 bacterias/ml), durante los primeros días de vida y su presencia se incrementa con la madurez del animal. El destete precoz favorece el desarrollo de bacterias amilolíticas y utilizadoras del lactato y las proteolíticas aumentan en relación a los conteos de aeróbicas con la maduración del rumiante, mientras que las lácticas decrecen. (Ybalmea, 2004).

La acción de microorganismos del rumen en el recién nacido es muy pobre y el establecimiento de éstos depende fundamentalmente del régimen alimenticio. Desde los primeros días de vida y producto del cierre imperfecto del canal reticular caen al rumen pequeñas cantidades de leche que sirven de sustrato para el desarrollo de los microorganismos. Cuando existen un suministro consistente de alimentos y agua se crea un medio favorable para la continua y óptima actividad microbiana, donde la temperatura dentro del rumen es alrededor de $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ y presenta poca variación de pH (6.9 – 7.4).

Los terneros aumentan la capacidad retículo-rumen poco a poco, sin embargo, la inclusión del pienso seco también incrementa el peso de los tejidos. El espesor del tracto muscular sólo se modifica ligeramente, pero las papilas ruminales (proyecciones de aspecto dactilar) de la mucosa lo hacen intensamente y su tamaño es mucho mayor en terneros alimentados con concentrados que en los que reciben grandes cantidades de heno o de otros forrajes. Estas papilas incrementan la superficie de la pared del reservorio, y por lo tanto el área de absorción, para los principios nutritivos; pero a pesar de todo, los terneros suelen consumir paja de sus camas antes que los concentrados.

Fermentación ruminal en el ternero y producción de AGV

Cuando existe un constante suministro de alimentos y agua, se crea un medio favorable para la continua y óptima actividad microbiana, con la temperatura en los $39\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el pH con poca variación (6.9 a 7.4), se mantiene a niveles bajos el potencial redox a causa de la intensa actividad microbiana y a la baja tensión de oxígeno en la fase gaseosa. De esta manera, el ambiente es adecuado para mantener una considerable y diversa población microbiana anaeróbica, en el cual, las bacterias desempeñan el principal papel en el metabolismo del rumen por el gran número en que se encuentran y por el completo sinergismo que desarrollan entre ellas y con el animal hospedero. La digestión del complejo lignocelulósico, es probablemente, una de las funciones más importantes de la población bacteriana del rumen, debido a la carencia de secreción de la enzima celulasa en el sistema digestivo del rumiante.

Cuando la celulosa y la hemicelulosa de la ración se degradan en el rumen, son liberados y metabolizados grandes cantidades de carbohidratos fácilmente fermentables por la microflora

ruminal, dando lugar a la formación de los ácidos grasos volátiles (AGV), acético, propiónico y butírico, de los cuales, el acético, constituye alrededor del 70%. Ellos son capaces de proveer al rumiante alrededor del 70 % de la energía calórica que el utiliza diariamente ([Alimentación del Ternero Infoservet UNAH](#)).

El alimento seco (forraje y concentrado) pasa al rumen donde se establecen bacterias y otros microorganismos que convierten los alimentos fibrosos y amiláceos en Ácidos Grasos Volátiles (AGV), gracias a la fermentación que constituyen una forma de energía directamente utilizable por el animal, sintetizan vitaminas del grupo B y forman proteínas partiendo de compuestos nitrogenados más simples. Los concentrados y hierba de buena calidad parecen ser tan bien digeridos por el ternero joven, pero la digestibilidad del heno y de las dietas ricas en forraje parecen aumentar con la edad ([Roy, 1974](#)).

[Elías \(1971\)](#) plantea que el desarrollo microbiano en el rumen de los terneros lactantes, dependen de las fluctuaciones que se producen en el sistema de alimentación y solo logra su establecimiento normal, cuando el pH esté en un rango aceptable para las bacterias y los protozoos del rumen. Estas variaciones del pH del contenido ruminal dependen, fundamentalmente, del balance entre la producción y absorción de AGV y ácido láctico y la capacidad buferante que el animal haya sido capaz de desarrollar en el rumen, en la cual, la secreción de saliva secretada por el acto de la rumia y la masticación, y su efecto alcalino, desempeñan un importante papel.

Así, podemos plantear que resulta de gran importancia la característica especial del animal rumiante de absorber y metabolizar gran cantidad de energía a partir de los AGV de cadena corta. Esta condición fisiológica en la función ruminal y su relación con la población microbiana, son las bases más importantes del metabolismo en este tipo de animales, de los que depende su comportamiento y sobre los cuales el hombre puede influir decisivamente y sacar provecho de ello.

En un experimento realizado por [Plaza e Ybalmea \(2000\)](#) hallaron que, los terneros alimentados con leche y forrajes frescos, como único alimento sólido, las ganancias se reducían en más de un 30 %, en comparación a aquellos que recibían leche, forraje y concentrados y 150 litros menos de leche fresca. Esto demuestra que los terneros necesitan de alimentos secos por su limitada capacidad de ingestión y que el uso de voluminosos frescos como único alimento sólido, no garantiza los nutrientes necesarios para una eficiente actividad ruminal.

LECHE DE VACA

Características de la leche entera

La leche es un líquido de color blanco hasta ligeramente amarillento, es un poco más densa que el agua, esto se determina visualmente o con ayuda del tacto. La leche fresca acusa un ligero aroma específicamente lechoso, que resulta muy propensa a absorber diferentes olores del medio ambiente (estiércol, medicamentos, etc.). Su sabor es ligero, dulce, agradable y típico de este alimento ([Soto, 1986](#)).

En el recuento normal de células está formada fundamentalmente por células epiteliales, con sólo una pequeña proporción de leucocitos y linfocitos. El recuento total de la primera leche de ordeño raramente supera la cifra de 300 – 400 mil / ml, y en muestras recogidas en la propia ubre suele ser inferior a 100 – 150 mil / ml. La leche de vacas jóvenes o de vacas en pleno período de lactación, presenta un recuento más bajo que la leche de vacas viejas, o al principio o final de la lactación. ([Thomas, 1971](#)).

Valor nutritivo

TABLA 3. Composición Química de le Leche.

COMPONENTES	LECHE NORMAL
Grasa %	3.45
Proteína %	3.61
Caseína g/L	27.9
Proteína del suero mg/ml	8.7
Albúmina del suero mg/ml	0.24
Lactosa %	4.85
Na mg/100 ml	57
Cl mg/100 ml	91
Ca mg/100 ml	129.8
Mg mg/100 ml	12.1
P mg/100 ml	6.65

Fuente: [Infoservet \(intranet, UNAH\)](#)

Cuando se separa a la ternera de la madre, se la puede alimentar enseñándole a beber o darle la leche con biberón o tetera. Una leche cuyo contenido de grasa sea de moderado a bajo, tiende a reducir el riesgo de trastornos intestinales. La cantidad de leche suministrada debe ser aproximadamente del 10 % del peso vivo de la ternera, por día, hasta un máximo de 5 – 6 kg/ día. Esta cantidad de leche debe suministrarse en dos alimentaciones por día por lo menos. Si se observa diarrea, debe reducirse la aportación de leche a una mitad, hasta que la ternera se recupere ([Davis, 1971](#)).

Alimentación de terneros con leche de vaca

La leche es un alimento rico en nutrientes y es muy bien aprovechada por el ternero en sus primeros días de vida. En los sistemas de crianza artificial de terneros, la cantidad de leche que se entrega a los animales y el tiempo de suministro va a depender de la experiencia que tenga el criador ([Hazard, 2000](#)).

El alimento ideal para los terneros lactantes es la leche entera, por su riqueza en principios nutritivos altamente asimilables: proteínas de elevado valor biológico, un carbohidrato perfectamente utilizable (glucosa), calcio y fósforo muy digestibles, generalmente bien provistas de vitamina D y A, que, además posee un gran valor energético, debido a la grasa y a la lactosa ([Anon, 1970](#)). Pero es necesaria la sustitución para disminuir los costos de crianza y destinar una mayor cantidad para el consumo de la población.

[Wattiaux \(1996\)](#), afirma que a la ternera se le debe dar leche que posea un alto valor nutricional para permitir un crecimiento satisfactorio a menos costo. Así, los siguientes factores son importantes:

- Tipo de leche ofrecida.
- Cantidad de alimento.
- Frecuencia de alimentación.
- Método de alimentación.
- Temperatura de la leche.

Adicionalmente, la salud de la ternera está mejor protegida cuando algunas reglas higiénicas se siguen:

- Ropa (incluyendo los zapatos) y las manos de las personas que prepara los alimentos deben estar limpias,

- El equipo utilizado en la leche para almacenar, preparar y alimentar debe ser bien limpio y seco entre cada uso.

García y Cañeque (1973) han encontrado mejores resultados en el crecimiento de los terneros durante la lactación y también durante el período de alimentación seca, en animales que ingirieron 200 litros de leche. El crecimiento aumentó a medida que se elevaba el nivel de ingestión de leche, hasta alcanzar esa cifra, a partir de la cual disminuyó. García y Gálvez (1974), indicaron que según se acortó la lactación, sin variar la cantidad total de leche (200 litros) ingerida, la velocidad de crecimiento de los terneros aumentaba, motivados por una mayor ingestión de alimentos concentrados y que la duración de la lactación no ejerce ninguna influencia significativa sobre la utilización digestiva de los alimentos después del destete.

Otro aspecto importante es la frecuencia de suministro de la leche. Así se consideró mas conveniente hacer dos distribuciones de leche en lugar de tres, ya que con ello se reducía de una manera significativa los gastos de explotación y se obtuvieron incluso mejoras en el rendimiento, pero también se consideró aceptada la alimentación una vez al día que dos veces, ya que origina una mayor ingestión voluntaria de alimentos secos, con lo que se consigue una mayor velocidad de crecimientos, incluyendo la etapa post destete, y que por otra parte se facilita el manejo de las explotaciones y se reduce el trabajo y los costos.

La leche entera suplementada con un buen iniciador en grano son una combinación alimenticia excelente para terneras lecheras.

Quigley (2004), comenta un escrito de 1981 de un autor llamado Bailey, en donde calculó que a los 44 días de edad la leche aportó el 86% de la energía digestible mientras que al destete solo aportó el 19% de la misma, indicando que el becerro utiliza cantidades crecientes de forraje en respuesta al menor consumo de leche y al mayor requerimiento de nutrientes. El consumo de materia seca del forraje, calculado en términos de diferencia entre los requerimientos de energía digestible y los obtenidos de la leche, se elevó de 0.5 kg/día a los 44 días de edad, a 5.5 kg/día al destete.

Composición del calostro y de la leche (%)

Componentes	No. De ordeños post parto					Leche entera
	1	2	3	4	5	
Sólidos totales	23.9	17.9	14.1	13.9	13.6	12.9
Proteínas totales	14	8.4	5.1	4.2	4.1	3.1
Inmunoglobulinas	6	4.2	2.4			0.1
Grasa	6.7	5.4	4.9	4.4	4.3	4
Lactosa	2.7	3.9	4.4	4.6	4.7	5
Ceniza	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9
Calcio	0.26	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13
Vitamina A (mg/100 ml)	295	190	113	76	74	34
Vitamina D (UI/g grasa)	1.81					0.41
Vitamina E (mg/g grasa)	84	76	56	44	31	15

Calostro

El calostro constituye el primer alimento a consumir por el recién nacido y es de primordial importancia para su supervivencia, este se produce en la ubre de la madre, en el último tercio de la gestación y constituye la primera secreción pos parto. Los terneros que por cualquier razón no consumen calostro suelen enfermarse con facilidad y se desarrollan muy mal.

El calostro a pesar de que no se comercializa constituye un excelente reemplazante de la leche y posee cualidades excepcionales desde el punto de vista nutricional. Sin embargo, lo

más importante es que contiene la fracción inmune de las globulinas del suero para prevenir ciertas enfermedades neonatales.

El calostro debe ser el alimento básico del ternero durante los primeros días de nacido. En este período tiene que aprender a beber en pozuelos, cuando la crianza es artificial o continuar mamando cuando la crianza es con amamantamiento.

“Lo natural en el ternero recién nacido es prevenirlo por la vía natural: Usted protege a la vaca y ella protege al ternero”.

Una ternera sana normal, debe mantenerse en pie, por sí misma, y empezar a mamar dentro de los treinta minutos que siguen al parto. Cualquiera que sea la práctica que se siga, debe darse a la ternera calostro, durante los dos primeros días de vida (Davis, 1971).

La cantidad y calidad del calostro producido depende de un sinnúmero de factores entre los cuales se destaca la alimentación. Este alimento posee una gran cantidad de anticuerpos, proteínas especiales conocidas como globulinas. Las inmunoglobulinas son globulinas conocidas como células plasmáticas que reciben el nombre de anticuerpos.

Las inmunoglobulinas consumidas por los recién nacidos, al igual que los demás nutrientes, son absorbidas por las células epiteliales del intestino delgado en su forma natural, pasando luego al torrente sanguíneo junto a otras macromoléculas que se absorben sin selección alguna, esta capacidad se mantiene durante las primeras 36 horas de vida, momento en que se digiere como un alimento más. Las inmunoglobulinas tienen un efecto muy eficaz, contra los agentes patógenos que son los causantes de las enfermedades que provocan las pérdidas de terneros en la primera etapa de su vida.

El coeficiente de absorción de anticuerpos disminuye rápidamente con el aumento de la edad del ternero, siendo el momento más favorable las primeras cinco horas de vida del animal. Aparte del contenido de anticuerpos, el calostro es rico en proteína total, proporciona cantidades adicionales de Vitamina A (si la vaca consume suficiente carotenos) (Davis, 1971). También el calostro tiene una función laxante, pues limpia el intestino de los residuos metabólicos que se acumularon durante la vida fetal, a esta primera excreta de los terneros se le conoce como meconio y es diferente a las restantes.

Se puede apreciar que las proteínas e inmunoglobulinas van descendiendo conforme avanza al número de ordeños hasta llegar a cantidades estables en la leche entera. Caso contrario ocurre con la lactosa que a nivel del primer ordeño del calostro es bajo pero a medida que aumenta los ordeños va incrementándose hasta llegar a un valor alto y estable en la leche entera de vaca. Estos valores lo podemos demostrar en las siguientes figuras.

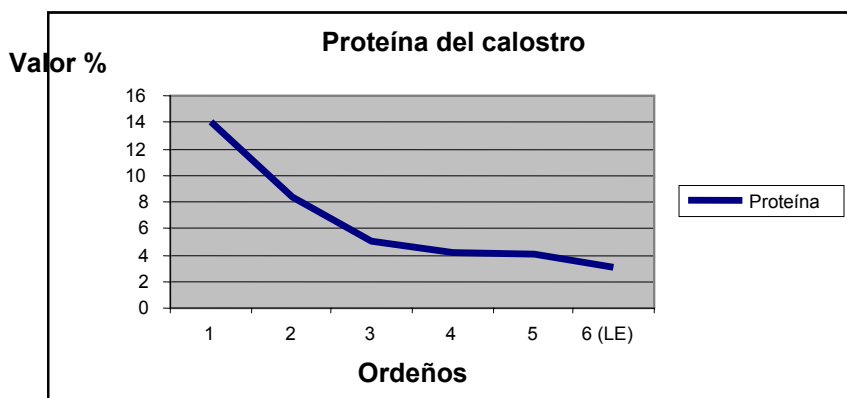


FIGURA 4.

Valor de la proteína del calostro en relación con el número de ordeños hasta llegar al valor de la leche entera (LE).

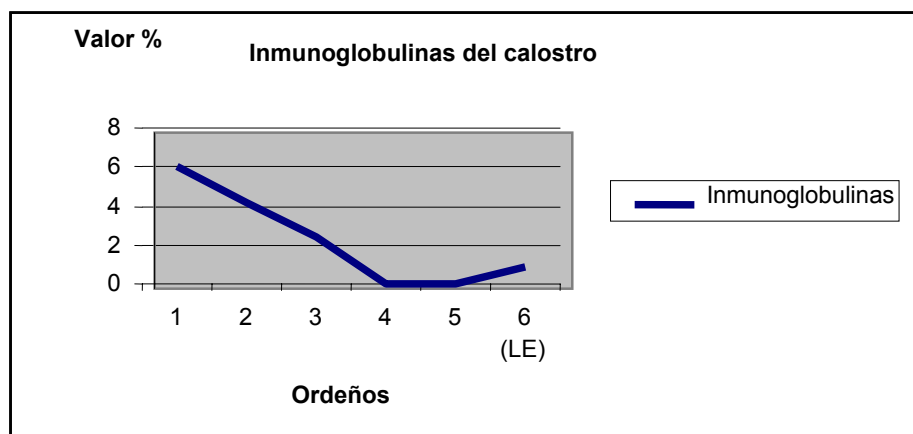


FIGURA 5.

Valor de las inmunoglobulinas del calostro con relación al número de ordeños hasta llegar al valor de la leche entera (LE).

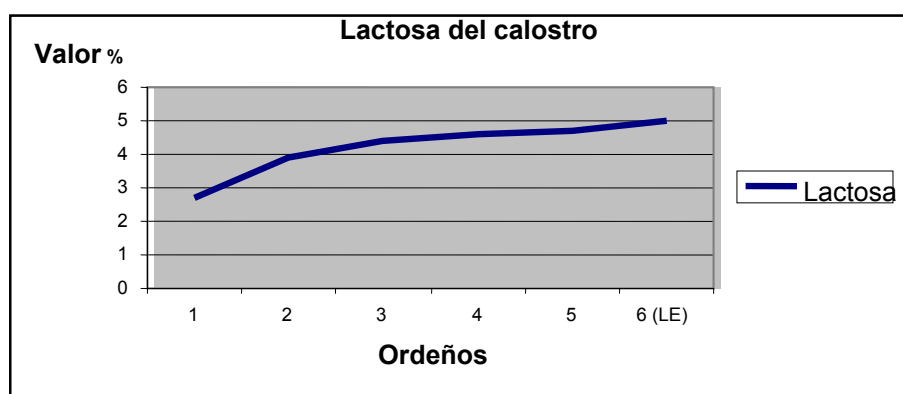


FIGURA 6.

Valor de la lactosa en el calostro con relación al número de ordeños hasta llegar al valor de la leche entera (LE).

Manejo del Calostro:

El manejo del calostro es quizás el punto más importante para analizar cuando es evaluado un programa de cuidado del recién nacido. La razón para esto es que la prevención y tratamiento de enfermedades es probablemente el mayor reto cuando se está criando terneros. La única esperanza que tiene el ternero para luchar contra la enfermedad es tener tanto nivel de inmunidad como sea posible. Esto se logra solamente si el recién nacido ha recibido una suficiente cantidad de calostro de buena calidad. Las áreas claves en el manejo de un buen programa de manejo del calostro son las siguientes:

- **Calidad:** El primer calostro ordeñado debe ser cremoso en color, tener una textura consistente y estar libre de mastitis, sangre, estiércol y orina. La mas grande concentración de anticuerpos, inmunoglobulinas estarán presentes en el calostro del primer ordeño de la vaca. El primer calostro no debe ser mezclado o compartido con ningún otro calostro diferente al del primer ordeño. El calostro fresco contiene altos

niveles de glóbulos blancos de la sangre y otros factores que pueden contribuir positivamente al desempeño del ternero. Por esta razón el calostro congelado se deberá usar únicamente cuando el suministro del calostro fresco se ha terminado. El calostro de las vacas viejas es a menudo considerado mejor que el de las novillas de primer parto. Esto se debe a que las vacas viejas han enfrentado más enfermedades en su vida y tienen una más amplia variedad de inmunoglobulinas presentes.

- **Cantidad:** Las cantidades iniciales de calostro del primer ordeño mayores de 8 litros pueden indicar que el proceso de lactancia en la vaca ha comenzado. Esto puede reducir la concentración de anticuerpos y conducir a una pobre absorción por parte del recién nacido. Asegúrese de recoger y guardar todo el calostro no consumido, obtenido del primer y segundo ordeño de la vaca.

SUSTITUTOS DE LECHE

Los sustitutos lecheros o lacto-reemplazadores son productos que simulan a la leche natural que se suministra al ternero, pero siempre debe ir acompañado de un alimento seco que cuando se reconstituye, se disuelve o mantiene en suspensión sus componentes, puede sustituir la leche materna con resultados satisfactorios. Se ha indicado que las razones para su utilización son necesarias y económicas.

Según [Delgado \(2004\)](#), el uso de sustitutos de leche, que no es otra cosa que la leche en polvo en diferentes formas, tiene cierta popularidad, especialmente porque rebaja costos, y en un mundo donde cada vez se cuestiona más los costos, tiene cabida. Visto el tenor nutricional de las diferentes marcas de sustitutos de leche, debe ser una buena alternativa para la alimentación del ternero.

Las materias primas más utilizadas consisten en productos lácteos como la leche descremada en polvo y el suero de la leche seco, concentrados proteicos de pescado y de soya entre otros y levadura como la torula. Los resultados obtenidos con el uso de la levadura torula como sustituto lechero, han indicado un comportamiento nutricional satisfactorio y una adecuada digestibilidad. Una de las mejores opciones para satisfacer el déficit de suplementos energéticos para la nutrición animal, lo constituye la utilización del azúcar crudo de la caña de azúcar.

Antecedentes

Los primeros sustitutos lácteos se elaboraron en los años 50 usando como materias primas leche descremada en polvo, suero en polvo, grasa láctea y grasa animal. Dichos productos tuvieron una utilización muy limitada, debido probablemente a su bajo contenido en grasa (10% respecto al 30% de la leche entera) y a los rudimentarios sistemas que existían para sacar la leche descremada. Esto provocaba serios problemas digestivos a los terneros puesto que no poseen las enzimas para digerir las proteínas desnaturalizadas resultantes de la aplicación de éstos procesos ([Moreno, 2004](#)).

En EE. UU. Las fórmulas elaboradas también tenían un alto contenido de leche descremada en polvo, aunque también se incorporaba suero seco de queso y de mantequilla ([Latrille, 1988](#)).

En la década de los 60, el precio de la caseína, sufre un gran incremento debido a los reajustes del sector lácteo en grandes países productores como Australia y Nueva Zelanda. Con esta alza, investigadores y fabricantes de sustitutos lecheros en Estados Unidos comenzaron a buscar nuevas alternativas para su formulación. Es así como se empezó a utilizar otros ingredientes en la elaboración de sustitutos solubles como harina de carne, harina de soya, levaduras de cerveza, concentrados solubles de pescado y harina de trigo.

En los años 80 con el desarrollo de la tecnología, aumentó la utilización de materias primas alternativas, especialmente los subproductos de la soya que comienzan a ser económicamente interesantes. Esto solucionó los problemas de aporte de proteína y fue a principio de los 90 cuando se desarrolló en Europa sofisticados procesos de incorporación de grasas y se aprovecha para utilizar con mayor eficiencia materias primas como el aceite de coco o el de pescado (Moreno, 2004).

En el año 2000, en Europa se producen dos tipos de sustitutos, los que contienen al menos un 60% de leche descremada en polvo y aquellos que se basan en suero seco o productos derivados del suero ("zero-products"), que generalmente exportan. En Estados Unidos y Canadá se elaboran sustitutos que contienen subproductos de la leche, y en su mayoría incluyen otras fuentes proteicas, como los concentrados proteicos de soya (Latrille, 1988).

En la actualidad, la industria de los sustitutos lácteos continúa viéndose afectada por los cambios que ocurren tanto a nivel de producción de los predios lecheros como en la manufacturación de la industria que los procesa. Al mismo tiempo, se encuentran nuevos segmentos en el mercado de consumo humano para la leche y sus derivados, debido al uso de nuevas tecnologías y de la creciente demanda. Por esta razón el precio de la leche descremada en polvo sufre grandes fluctuaciones, haciéndola poco atractiva para su uso en este tipo de productos. El esfuerzo del investigador se centra en abaratar los costos de producción de sustitutos y en especial de la crianza de terneros.

Productos y subproductos utilizados en la elaboración de reemplazadores lecheros y su relación con la capacidad enzimática del ternero.

Hasta que el rumen no pueda suplir las cantidades de energía y proteínas necesarias para el mantenimiento y crecimiento, el ternero debe contar con una correcta alimentación a partir de leche o sustitutos lecheros, teniendo en cuenta la calidad y cantidad que se ofrece. La leche es el alimento ideal para el ternero, pues su sistema digestivo y enzimático está adaptado para la digestión de sus componentes.

Los primeros reemplazadores lecheros se elaboraron en los años 50, usando como materias primas leche descremada en polvo, suero en polvo, grasa butírica y grasa animal. Estos primeros productos tenían una utilización muy limitada, debido probablemente a su bajo contenido en grasa (10% respecto al 30% de la leche entera) y a los rudimentarios sistemas que existían para desecar la leche descremada. Durante los años 60 el precio de la caseína sufre un gran incremento debido a los fuertes reajustes del sector lácteo en países como Australia y Nueva Zelanda que habían sido los grandes productores. Esto provocó que se empezaran a utilizar otros ingredientes en la elaboración de reemplazadores lecheros como solubles de harina de carne, harina de soja, levaduras de cervecería, concentrados solubles de pescado, harina de trigo, etc. Es en los años 80, con el desarrollo de la tecnología de fabricación, que aumenta la utilización de materias primas alternativas, especialmente los subproductos de la soya que comienzan a ser económicamente interesantes. Esto solucionó el problema de los aportes de proteína y fue a principios de los 90 cuando se desarrollaron en Europa complejos procesos de incorporación de grasas y se aprovecha para utilizar con mayor eficiencia materias primas como el aceite de coco, o el de pescado.

Así, puede plantearse que un sustituto lechero está compuesto por una fuente proteica, como la leche descremada en polvo, levaduras, hidrolizados proteicos de soya, de pescado, también utilizan el plasma sanguíneo, suero de leche concentrado, gluten de cereales, etc., una fuente energética que generalmente es grasa de origen animal o vegetal, suero de queso y el parcialmente delactosado, pequeñas proporciones de azúcares, almidones tratados, complemento vitamínico mineral, emulsificantes y con frecuencia enzimas y los antibióticos. (Roy, 1980).

Ventajas del uso de lacto-reemplazadores

Una de las ventajas más notables de la crianza artificial del ternero es el uso de los productos de la industria lechera y derivados cuyos precios son menores que el de la leche entera. El desarrollo tecnológico en la producción de terneros ha permitido que se hayan obtenido resultados satisfactorios en el empleo de los reemplazadores lecheros ([Inchausti, 1970](#)).

Cuando se emplea leche sola en la crianza de la ternera consume no menos de 345 kg de leche por animal, pero cuando se emplea el reemplazador el consumo se reduce a 145 kg de leche entera y 30 kg de éste producto. Entonces 1 kg de reemplazador sustituye entre 6 y 7 kg de leche fresca, lo que reduce el costo de alimentación del ternero en unas cuatro veces ([Inchausti, 1970](#)).

Características de un buen sustituto lechero

Un buen sustituto debe tener un 25 % de proteínas, 15% de grasas, 53% de carbohidratos y un 7% de cenizas.

Las fórmulas de sustitutos lecheros tiene en su constitución aspectos comunes y se caracterizan por contener nivel del 50 – 70% de leche descremada ([Chongo, 1986](#)), aunque existen sustitutos con menos nivel de leche descremada del 30 – 50%.

Los sustitutos lecheros deben ser solubles en agua, ansiosamente consumidos por los terneros, poseer una digestibilidad alrededor de un 90 – 95 %, un adecuado contenido de aminoácidos esenciales y no tener efecto adverso para el crecimiento y la tasa de conversión.

Según [Stobo y Roy \(1978\)](#), [Silva \(1997\)](#) y [González \(2003\)](#), todo buen sustituto debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Suministrar un adecuado aporte de nutrientes fácilmente digestibles, utilizables por el ternero para cubrir sus requerimientos.
- Aportar un contenido equilibrado de aminoácidos esenciales.
- Ser altamente soluble en agua.
- Poseer propiedades de suspensión en el agua que permita una mezcla homogénea.
- Tener baja velocidad de sedimentación.
- Estar libre de factores tóxicos.
- Ser estable en el tiempo.
- Poseer una buena palatabilidad.
- Ser factible de producir (su costo no debe exceder al de la leche).
- Tener producción uniforme y disponibilidad permanente.
- Estar libre de antibióticos.

Requerimientos nutritivos de los terneros y su relación con los sustitutos lácteos

Para que un sustituto lácteo sea considerado de buena calidad, debe satisfacer todas las necesidades nutricionales del ternero, es decir, aportar proteínas, energía, vitaminas y minerales para cubrir los requerimientos de mantenimiento y crecimiento que tiene el animal. Como el sustituto es el único alimento que consume el animal en las primeras semanas de vida, la formación debe ser lo más similar posible a la leche, entregando cantidades suficientes para lograr un buen desarrollo.

Algunas especificaciones que se consideran para elaborar sustitutos lácteos, tomando en cuenta los requerimientos del ternero se exponen en el siguiente cuadro.

TABLA 4. Características Nutricionales de los Sustitutos lecheros

Nutrientes	Rango
Proteína (%)	20 – 22
Grasa (%)	14 – 20
Fibra Cruda (%)	<0.1 – 0.6
Lactosa (%)	38 – 48
Energía Metabolizable (Mcal/Kg)	3.8 – 4.6
Vitamina A (UI/kg)	10000 – 50000
Vitamina D (UI/kg)	2200 – 10000
Vitamina E (UI/kg)	60 – 200
Antibiótico (mg/kg)	----

Fuente: Modificado de Otterby y Linn (1981) y NRC (2001).

Desde el nacimiento hasta el destete, el ternero requiere nutrientes semejantes al cuadro anterior, por numerosos cambios fisiológicos y metabólicos que experimentan. Durante su etapa prerrumiante su digestión y metabolismo son muy similares a los de un animal monogástrico, por lo tanto depende de los aportes de la dieta para la obtención de los nutrientes.

Algunas de las especificaciones que se consideran para elaborar sustitutos lácteos, tomando en cuenta los requerimientos de los terneros se exponen a continuación:

Carbohidratos

De todos los carbohidratos, la lactosa es el que mejor utiliza el ternero, dada la presencia de importantes cantidades de lactasa intestinal desde el nacimiento, su actividad se puede constatar incluso a las 25 semanas, pero es necesario que permanezca el consumo de leche para que produzca. (Church, 1993).

Es reconocido que el ternero presenta limitaciones para la digestión enzimática de la sacarosa, por lo que su utilización depende de la actividad de los microorganismos intestinales. Generalmente provoca disminución de la MS de las heces, que empeora el estado higiénico de la explotación y la posibilidad de infecciones digestivas.

La digestión del almidón a glucosa se realiza por la acción de enzimas α 1,4 y α 1,6 glucocidasas. La fracción amilosa es rota por la amilasa pancreática a maltosa y maltotriosa que son hidrolizados por la maltasa intestinal. Sin embargo, la amilasa pancreática es inactiva a los enlaces α 1,6 por lo tanto la hidrólisis completa de la amilopeptina del almidón se realiza por la isomaltasa, α 1,6 glucocidasa secretada por el intestino del ternero, por lo que es incapaz de utilizar eficientemente los almidones, hasta después del primer mes de edad, debido a los escasos volúmenes y actividad de las amilasas secretadas antes, estimándose que a la 6^{ta} semana se obtiene el balance de secreción de estas enzimas.

No obstante, parece ser que el criterio de la pobre utilización del almidón por el ternero joven ha prevalecido más por la posibilidad de utilizar las grandes disponibilidades de grasa que ha existido a escala mundial, así como el incremento de la producción láctea, que ha posibilitado cubrir la totalidad del sustituto lechero sobre la base de estos productos.

Así, se incluyeron el almidón, tanto crudo como tratado (expandido), con excelentes resultados en terneros desde los 3 días de nacidos, con 139 y 152 g/día de almidón absorbidos, respectivamente.

Existen almidones tropicales como el de yuca que el 70 % de su digestión se produce en el intestino delgado, reduciendo las pérdidas por fermentación microbiana en el Intestino grueso, posibilitando que pueda ser utilizado en mayor volumen por el ternero además de ser catalogado como antidiarreico.

Energía

La [NRC \(2001\)](#) recomienda para terneros recién nacidos, alimentados sólo con dieta láctea, una concentración de 3.78 Mcal de EM/Kg de MS. El requerimiento disminuye a 2.6 Mcal de EM/Kg de MS en terneros de 3 – 6 meses de edad y a 2.7 Mcal de EM/Kg de MS entre los 6 y 12 meses de edad.

[García \(1985\)](#) sugiere que para la formulación de sustitutos lácteos debe contener un mínimo de 3.3 Mcal de EM/Kg de MS y la cantidad óptima de energía que debe contener un sustituto es de 3.7 Mcal de EM/Kg de MS, lo que proporcionaría mejores rendimientos en el crecimiento de los terneros.

En relación a la energía es importante agregar que la eficiencia de utilización de energía es mayor en los terneros alimentados con leche o sustitutos de leche que en los bovinos adultos, debido a que no se producen pérdidas de metano ni calor por fermentación y los constituyentes pueden ser metabolizados directamente ([Orskov y Ryle, 1990](#)). En general, la digestibilidad de la materia seca de la leche es de, aproximadamente, del 95% y el 5% desaparece por las heces.

Proteína

La digestión de la proteína láctea en los terneros jóvenes, se realiza básicamente por la acción de la renina, la pepsina y del ácido clorhídrico. [Roy, \(1980\)](#), plantea que el ternero joven puede secretar renina o pepsina o ambos a la vez y que el patrón de secreción no es predecible por la edad del ternero o la naturaleza de la dieta, pero que en animales adultos solo se secreta pepsina.

El jugo pancreático del ternero es especialmente rico en enzimas proteolíticas y su secreción incrementa con la edad, se hallaron volúmenes de secreción desde 150 hasta 1060 ml/24 horas, en terneros de 3 a 5 días de nacidos y de 100 a 180 días de edad respectivamente.

Dentro de la formulación de sustitutos lecheros, asegurar la parte proteica es uno de los aspectos más importantes y de mayor exigencia tecnológica, a la vez, pues además de su importancia biológica, es el componente que mayor proporción ocupa dentro de este. Así, se puede plantear que la utilización de fuentes no lácteas en la formulación de RL, está determinada por la edad, que asegure un volumen de enzimas proteolíticas importante para la digestión de estos y la proporción de producto a utilizar. De hecho, se ofrecen reemplazadores lecheros desde edades tempranas solo cuando contienen más del 60 % de productos lácteos, después del mes de edad, esta puede llegar a ser del 30 %.

Por otro lado, la calidad de las fuentes no lácteas utilizadas es importante. Así es muy común la utilización de proteína de soya, pero esta contiene gran cantidad de elementos antinutricionales (inhibidores de la proteasa, lecitinas, oligosacáridos), lo que exige tratamientos especiales para ser utilizada como el tratamiento con agua + etanol bajo calor, extrusión, fermentación con fluido ruminal. Aún así, para asegurar altas y similares ganancias que con el uso de leche, solo se sustituye la mitad de la proteína láctea en terneros Veal que consumen entre 7 y 15 litro La digestión de la proteína láctea en los terneros jóvenes, se realiza básicamente por la acción de la renina, la pepsina y del ácido clorhídrico. [Roy, \(1980\)](#), plantea que el ternero joven puede secretar renina o pepsina o ambos a la vez y que el patrón de secreción no es predecible por la edad del ternero o la naturaleza de la dieta, pero que en animales adultos solo se secreta pepsina.

El jugo pancreático del ternero es especialmente rico en enzimas proteolíticas y su secreción incrementa con la edad, se hallaron volúmenes de secreción desde 150 hasta 1060 ml/24 horas, en terneros de 3 a 5 días de nacidos y de 100 a 180 días de edad respectivamente.

Los requerimientos de proteína varían de acuerdo con la edad, peso vivo, cantidad de energía en la dieta e inclusión de heno en la dieta entre otros factores. El [NRC \(1988\)](#), recomienda un mínimo de 22% de proteína cruda (base MS), para terneros de razas lecheras alimentadas sólo con dieta líquida, durante los dos primeros meses de vida. Entre los 3 y 6 meses su requerimiento disminuye a un 16% hasta llegar a un 12% entre los 6 y 12 meses de edad. Pero muchos autores plantean que los mejores resultados se obtienen con dietas entre un 23 y 25% de proteína.

Una buena fuente de proteína para la formulación de sustitutos lecheros es que en su composición tenga todos los aminoácidos esenciales posibles para un mejor desarrollo metabólico y funcional de los terneros. Los requerimientos de aminoácidos esenciales del ternero están expuestos en el siguiente cuadro en comparación con el contenido en la leche de vaca en estos nutrientes.

TABLA 5. Comparación de la proporción de requerimientos de aminoácidos

Aminoácido	Requerimiento %	Contenido leche vaca %
Treonina	10.2	9.1
Valina	11.5	13.0
Metionina	8.5	5.1
soleucina	10.9	11.6
Leucina	16.6	19.3
Tirosina	11.5	10.1
Lisina	16.6	16.6
Histidina	5.1	5.4
Arginina	7.0	7.1
Triptófano	2.2	2.8

Fuente: [Adaptado de Mendel y García \(1995\) y NRC \(2001\)](#)

La tabla demuestra que la leche entera de vaca presenta un déficit en [treonina, metionina y tirosina](#), comparada con lo que el ternero requiere, entonces en la elaboración de un sustituto se puede adicionar una mayor proporción de estos nutrientes para que los lacto-reemplazadores se parezcan los más posible a la leche de vaca, pero se recomendaría que en la elaboración siempre se adicione un poco más que el valor requerido debido a pérdidas que se originan en la preparación y administración al ternero.

Los organismos presentes en el rumen degradan activamente un gran porcentaje de proteínas ingeridas, la cantidad de proteína existente en la ración y probablemente, en otros factores tales como, nivel de consumo de materia seca y otras variables desconocidas. Además los aminoácidos y otras fuentes de nitrógeno son por lo visto desaminados en gran proporción, con el resultado que debe tener lugar una proporción considerable de resíntesis para suministrar los aminoácidos y bases nucleotídicas requeridas para las proteínas microbianas.

Una característica de importancia en la alimentación proteica del rumiante es el nitrógeno no proteico que se degrada en el rumen sintetizándose la proteína microbiana. Pero esta vía es de poco uso en terneros prerrumiantes, teniendo un mayor uso la vía, en la que la proteína pasa directamente al abomaso e intestino en terneros lactantes.

Vitaminas

Generalmente los terneros alimentados con leche entera no presentan deficiencia de vitaminas, ya que esta posee las cantidades necesarias para suplir los requerimientos de los animales. Si los terneros son alimentados con sustitutos lácteos que contienen materias primas distintas a la leche es necesario incorporar vitaminas. Dependiendo del tipo de materia prima utilizada, será el nivel de incorporación de vitaminas (Mendel y García, 1995). En el siguiente cuadro se indican los requerimientos mínimos de vitamina de un ternero dado por la NRC (2001).

TABLA 6. Concentración mínima de vitaminas recomendadas para sustitutos lácteos

VITAMINA	CONCENTRACION
A (UI/kg de MS)	9000
D (UI/kg de MS)	600
E (UI/Kg de MS)	50
Tiamina (mg/kg MS)	6.5
Riboflavina (mg/kg MS)	6.5
Piridoxina (mg/kg MS)	6.5
Acido Pantoténico (mg/kg MS)	13.0
Niacina (mg/kg MS)	10.0
Biotina (mg/kg MS)	0.1
Acido Fólico (mg/kg MS)	0.5
B12 (mg/kg MS)	0.07
Colina (mg/kg MS)	1000

Fuente: Adaptado de NRC (2001).

El NRC (2001) indica que la Vitamina C o ácido ascórbico es producido por el ternero a partir de la tercera semana de vida, por lo tanto, no es considerado como nutriente esencial. A pesar de esto se ha reportado que la suplementación de vitamina C produce repuesta positiva actuando como antioxidante celular hidrosoluble y también se cree que está involucrado en la regulación de la síntesis de esteroides.

Las recomendaciones de NRC (2001) para las demás vitaminas son, por lo general, superadas en las formulaciones comerciales de sustitutos lácteos, sin embargo, es conveniente aumentar su concentración, debido a la importancia de las funciones en las que actúan. La vitamina A conviene incorporarles en niveles de 50000 UI/kg de PV (peso vivo), para mejorar su función en las mucosas. La vitamina D debería tener una concentración de 10000 UI/kg de PV, para satisfacer las necesidades de ésta en el metabolismo del calcio. Finalmente, la vitamina E debería incorporarse en niveles de 220 UI/kg de PV, debido a su importante función como antioxidante y por su participación en el sistema inmune.

Minerales

Según el NRC (2001) los minerales esenciales para terneros son calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio, hierro, azufre, yodo, manganeso, cobre, selenio, cobalto y zinc. Según González et al (1984), se ha observado que altos niveles de Ca, P y Fe producen un efecto estimulante en el crecimiento.

La presencia del Calcio ionizable ayuda a la coagulación, especialmente si el pH se encuentra bajo 6.5. En la siguiente figura se presenta el efecto de la concentración de Cl_2Ca sobre la actividad de las enzimas que forman el coágulo, comparado con enzimas sintéticas en

experimento in Vitro. Frente a un aumento en la concentración de Cl_2Ca , la capacidad de coagulación de las enzimas aumenta.

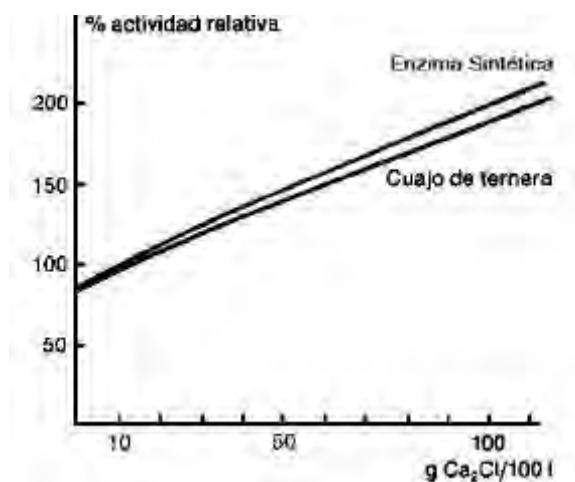


FIGURA 7.

Efecto de la concentración de Cl_2Ca sobre la actividad de las enzimas que forman el coágulo, en experimentos in Vitro.

En el siguiente cuadro se muestran los niveles de minerales más importantes en el requerimiento del ternero para la elaboración de una dieta, utilizando un sustituto lácteo.

TABLA 7. Niveles recomendados de minerales para sustitutos lácteos.

MINERAL	CONCENTRACION
Ca (%)	1.00
P (%)	0.70
Mg (%)	0.07
Na (%)	0.40
K (%)	0.65
Cl (%)	0.25
S (%)	0.29
Fe (mg/kg MS)	100
Mn (mg/kg MS)	40
Zn (mg/kg MS)	40
Cu (mg/kg MS)	10
I (mg/kg MS)	0.50
Co (mg/kg MS)	0.11

Grasas

Para la digestión de las grasa el ternero cuenta con la enzima lipasa salival o estearaza pregástrica como también se le conoce. Es secretada por las glándulas salivares palatinas y su presencia es efímera en tiempo, siendo sustituida por la lipasa pancreática a partir de la segunda o tercera semana de edad. Su acción la realiza principalmente en el abomaso, debido a que el paso de la leche por la cavidad bucal es muy rápido. De manera general las grasas presentan elevada digestibilidad, entre 93 y 97 %, pero solo si el método de incorporación al RL es eficiente y permite lograr glóbulos de 3 a 4 micras, aunque el efecto negativo del tamaño del glóbulo se reduce con la edad del ternero. (Roy, 1980).

Las grasas son una fuente concentrada de energía que, además, provee al ternero de los ácidos grasos poli-insaturados que el ternero joven necesita para su desarrollo y es incapaz de sintetizarlos biológicamente, el contenido de grasa puede variar de 3 a 24 %, recomendándose entre 12 y 18 % (Anon, 2000). La grasa reduce la incidencia de diarreas, mejora la apariencia del ternero y puede constituir una defensa ante el estrés (Anon, 1998). Proporciones de grasa superiores al 20 % no conducen a mejores resultados.

No obstante, se ha observado un efecto colateral negativo por la disminución del consumo de MS del concentrado antes del destete, así como menores ganancias pre y postdestete en este periodo al comparar RL con alto (21.6 %) y bajo (15,6 %) contenido de grasa.

Aportan gran cantidad de energía y está bien establecido que cierta cantidad de grasa es esencial en las raciones de los terneros, la cual se utiliza como fuente energética altamente concentrada y de ácidos grasos poliinsaturados como los ácidos linoléicos, linolénicos y araquidónicos, los cuales el ternero prerrumiante es incapaz de sintetizar. Para tasas de ganancia moderadas, la grasa es solo necesaria como fuentes de estos ácidos esenciales, ya que el ternero puede obtener sus requerimientos energéticos a partir de los carbohidratos. Sin embargo cuando se necesitan ganancias más altas debe añadirse cierto nivel de grasa a los lacto-reemplazadores, ya que la cantidad máxima de carbohidratos que pueda ser utilizada por estos animales no debe exceder de 200 - 300 g/día.

Según Quigley (2001), dice que los sustitutos de leche proveen proteína adecuada, energía (hidratos de carbono y grasas), vitaminas y minerales. Ellos son frecuentemente diseñados para contener 10%, 15% o 20% de grasa. Históricamente en los mercados se ofrecían productos con 10% de grasa y ahora se ofrecen con 20% de grasa, una cuestión fundamental es: Cuál es la cantidad ideal de grasa para los terneros?. A medida que la cantidad de grasa aumenta en la formulación de los sustitutos de leche los otros ingredientes disminuyen para equilibrar la ración pero a continuación describiremos los beneficios de la mayor cantidad de grasa en los sustitutos:

- Ingestión de energía adicional. A cada 5 % de aumento en los contenidos de sustitutos de leche irá aumentándose la cantidad de energía en el sustituto en aproximadamente 6%. La mayoría de sustitutos que contienen el 20% de grasa proveen energía para el metabolismo de aproximadamente 250 g de peso corporal diario,
- Reducción de la diarrea neonatal. Si la concentración de grasa es muy alta en los sustitutos las incidencias de diarreas son mayores, para eso se incorpora mayor cantidad de lactosa para reducir la cantidad de grasa y cubrir los requerimientos energéticos,
- Reducción del estrés. Terneras expuestas a organismos patógenos antes del destete pueden tener un aumento del requerimiento de energía si estos desarrollaren diarreas u otras enfermedades.

Entonces podemos decir que el sustituto mejor seleccionado depende del criador y de el lugar donde se encuentren, pudiéndose decir que el ternero necesita mayor cantidad de grasa o energía en lugares mas altos o fríos, con mejores resultados.

En los terneros jóvenes la hidrólisis enzimática de la grasa presenta cierto grado de limitación y la mayor parte debe ser absorbida directamente a través del sistema linfático. En este sentido, es importante la emulsificación y la homogenización de la grasa para reducir el tamaño de los glóbulos a menor de 2 micras de diámetro, para facilitar el proceso enzimático a través de una mayor superficie para la digestión.

Es bien conocido que el ternero recién nacido es un eficiente convertidor de energía y es capaz de utilizar hasta 80 – 85% de la energía del alimento por encima del nivel de mantenimiento. Aunque la leche de vaca contiene cerca del 30% de la grasa en base a

materia seca, la respuesta de los terneros a la inclusión de grasa en los lacto-reemplazadores es muy variable y depende mucho del tipo de grasa que se incluya.

Ingredientes utilizados para la elaboración de sustitutos lecheros

Comúnmente en la formulación de sustitutos se han utilizado materias primas de mala calidad no aptas para el consumo humano, como leches descremadas alteradas por sobrecalentamiento o productos caducados. Los terneros representan el filtro de la producción y mientras mejores sean los alimentos que se les suministre, mejor será su crecimiento y desarrollo. La clave está en la naturaleza de los productos utilizados. Si se incluyen materias primas de buena calidad y a niveles adecuados, los sustitutos lácteos satisfarán las necesidades de los terneros de forma óptima y mejorarán su rendimiento en cuanto a crecimiento y desarrollo (Moreno, 2004).

Los ingredientes se escogen por sus riquezas nutricionales siendo los más importantes las fuentes de proteína y energía.

Fuente de proteínas

Las principales fuentes de proteína utilizadas en la actualidad en la elaboración de sustitutos lácteos provienen de los subproductos de la industria de la leche, productos derivados de la soya y productos derivados del pescado. Existen otras fuentes de proteína que han sido menos estudiadas como componentes en la mezcla para sustitutos lácteos, como derivados de trigo o maíz (Moreno, 2004).

Las proteínas pueden ser clasificadas como excelentes, aceptables e inferiores, dependiendo de los resultados obtenidos con su utilización, en cuanto a ganancia de peso, incidencia de diarreas y otras alteraciones (Otterby y Linn, 1984; citados por Moreno, 2004).

TABLA 8. Posibles fuentes de proteína para sustitutos lácteos

EXCELENTE	ACEPTABLE	INFERIOR
Leche descremada en polvo	Prot. de Soya modificada	Harina de soya
Suero dulce seco	Aislado proteico de Soya	Harina de Trigo
Suero delactosado	Concentrado de Soya	Hidrolizado de carne
Caseína	Plasma animal	
Concentrado prot. de suero	Prot. de Trigo modificada	

Fuente: Modificado de Otterby y Linn (1984) y BAMN (1994)

Subproductos de la leche

El suero corresponde a la fracción acuosa que se separa de la cuajada durante la fabricación del queso, contiene aproximadamente un 95% de agua y retiene alrededor de un 55% de nutrientes de la leche. Después de la lactosa, la proteína es el componente más importante del suero.

Las proteínas que componen al suero son cuatro:

- Lactoglobulinas, corresponde a un 57.5%,
- Lactoalbúminas, corresponde a un 20.9%,
- Inmunoglobulinas, corresponde a un 15.1%,
- Albúminas bovino séricas, corresponden a un 6.5%.

Estas proteínas son de bajo peso molecular, alta solubilidad y alto valor nutritivo. Son ricas en aminoácidos como lisina, triptófano, metionina y cistina. (Silva, 1997).

Algunas características de las proteínas de subproductos lácteos se detallan a continuación:

- Presentan una alta digestibilidad (93 – 95%),
- Su patrón de aminoácidos esenciales es muy favorable para animales jóvenes,
- No presenta factores antinutricionales,
- Contiene elementos específicos de buena digestibilidad, que presentan una función protectora del intestino (albúminas y globulinas del suero) y que tienen un efecto bacteriostático y bactericida (Lactoperoxidasa y lactoferrina).

La industria del queso es la principal fuente del suero y sus derivados (concentrados proteicos de suero, sueros grasos y sueros deslactosados).

Hasta hace algunos años los investigadores creían que la formación del cuajo tenía que tomar lugar en el abomaso para obtener una buena digestión de las proteínas. Las proteínas de los sustitutos de leche que no formaban cuajo firme fueron consideradas insatisfactorias. Sin embargo, trabajos recientes indican que sin importar la habilidad de formar cuajo, ciertas fuentes proteicas en el sustituto de leche pueden producir tasas de desarrollo satisfactorias en terneras (Wattiaux, 1996).

Soya y sus derivados

La utilización de proteínas de soya en los sustitutos lácteos está claramente justificada por temas económicos, aunque la soya como tal contiene un elevado número de factores antinutritivos como: los factores inhibidores de la tripsina, los factores antigénicos de las proteínas y los compuestos fenólicos. Además contiene niveles altos de carbohidratos como la sacarosa, rafinosa y sucrosa, que presentan dificultades para la digestión en terneros; pero a pesar de todo esto existen varios procesamientos industriales que disminuyen o eliminan estos efectos negativos.

A continuación, en el siguiente cuadro se muestran los factores antinutricionales encontrados en la soya y que lo hace menos digestibles por el ternero en su forma pura.

TABLA 9. Factores antinutricionales encontrados en la soya

TERMO ESTABLES	TERMO LABILES
Saponinas	Inhibidores de proteasas
Isoflavonas	Lecitinas
Acido Fítico	
Oligosacáridos (estaquiosa y rafinosa)	
Antígenos (Glicinina y B-conglicinina)	

Fuente: Adaptado por Moreno (2004).

Entre las más importantes tenemos que, las saponinas, grupo de glucósidos oleosos naturales que forman espuma cuando se agitan con agua; lo contiene la soya, son amargas y están exentas de toxicidad por ingestión para los animales de sangre caliente. Las isoflavonas son

pigmentos hidrosolubles que se encuentran en el citoplasma de las células de la soya y que son poco dañinas ([Biblioteca Encarta, 2005](#)).

Los factores Termo Lábilés pueden ser inactivados mediante procesos apropiados de alta temperatura, tales como el tostado o la extrusión y los factores Termo Estables no son sólo inactivados con procesos de temperatura sino que además requieren de procedimientos químicos, fermentación o tratamientos con enzimas.

La soya contiene vitaminas de grupo B, hierro y potasio. También contiene entre un 18 y 22% de grasas polisaturadas, vitamina K y Calcio, pero pocos hidratos de carbono. Contiene proteína de alta calidad y es, por lo tanto, de gran valor para la dieta vegetariana. Se somete a procesos de fermentación natural. La leche de soya es fácil de digerir y puede usarse como sustituto de la leche de vaca al igual que la cuajada de soya que normalmente se vende en bloques ([Biblioteca Encarta, 2005](#)).

Se ha obtenido buenos resultados con niveles de inclusión de proteínas de soya hasta un 50% en reemplazo de la proteína láctea, aunque muchos autores señalan que no deberían aportar más de un 40% de la proteína de un sustituto cuando va a ser utilizado en terneros menores de 3 – 4 semanas de edad ([Ottoby y Linn, 1981](#)).

Los mejores resultados de incorporación de soya se han obtenido con concentrados proteicos de soya. El uso de harinas de soya muestran resultados inferiores. En todo caso el uso de derivados de la soya siempre ha obtenido resultados menores al uso de proteínas derivadas de la leche. En algunos estudios se agregaron treonina, metionina y lisina a sustitutos que contenían harina de soya, mejorando sustancialmente el rendimiento de los terneros debido a la mayor fuente de aminoácidos digestibles para la absorción a nivel de intestino delgado.

La extrusión parece ser el proceso mas adecuado para tratar ingredientes con alto contenido de factores antinutricionales. La soya con este proceso se transforma en un alimento que genera mayores ganancias de peso y mejores eficiencia de conversión alimenticia.

Pescado y sus derivados

Experiencias con harina de pescado no han resultado muy exitosas, pero el uso de concentrado proteico de pescado parece ser una opción viable y han sido frecuentemente utilizados como fuente de proteína en sustitutos lácteos. Poseen un 80% de proteína, con una composición aminoacídica parecida a la leche, aunque la fracción soluble en el agua es deficiente en algunos aminoácidos esenciales por lo cual sólo podría reemplazar una fracción de la proteína láctea en animales menores de 3 semanas de edad. ([Silva, 1997](#)).

Algunos problemas asociados al uso de derivados de pescado como fuente proteica para sustitutos lácteos son la posible deficiencia de vitamina E, debido a la gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados que contienen; la presencia de compuestos tóxicos que quedarían como residuos de los procesos industriales de producción, y el alto contenido de cenizas que pueden presentar.

Otras fuentes

Otras fuentes que han sido utilizadas para la elaboración de sustitutos son las proteínas provenientes del plasma animal, del trigo y otras de menor concentración proteica como la papa y arveja (chícharo).

El plasma animal se puede encontrar en las industrias, procedente de origen porcino y bovino, que se pulveriza en seco bajo condiciones controladas obteniéndose una proteína soluble de alta calidad con aminoácidos comparables con los de la leche entera de vaca.

La proteína del trigo se obtiene aplicando una hidrólisis ácida al trigo para la obtención de almidón. Estudios de crecimiento hechos con terneros mostraron buenos resultados cuando se sustituye la leche descremada por proteína de trigo a niveles hasta de un 15%. A su alta digestibilidad la proteína de trigo suma una alta solubilidad, al contrario que la harina y el concentrado de la soya ambos insolubles y que sólo se mantienen en suspensión.

Fuentes de energía

La energía es uno de los componentes más limitantes en los sustitutos lácteos; en condiciones naturales el ternero depende energéticamente de la grasa láctea. La otra fuente energética de la que dispone el ternero es la lactosa que se encuentra en concentraciones cercanas al 40% de los sólidos totales de la leche, siendo eficientemente utilizada por el ternero en estos niveles.

Debido a que la grasa es el componente de mayor costo en la formulación de sustitutos lácteos, se han probado distintas fuentes de energía a partir de carbohidratos sin buenos resultados, debido a que el ternero es incapaz de metabolizar eficientemente el almidón, maltosa, sucrosa o dextrinas por la falta de enzimas digestivas. Al no poder incluir otra fuente de carbohidratos en los sustitutos se incorpora la lactosa en concentraciones muy altas, superiores al 46% de materia seca, lo que puede conducir a un cuadro diarreico de origen dietético ([Moreno, 2004](#)).

Un sustituto tendrá mayor valor nutritivo mientras mayor proporción de grasa incluya en su formulación. El nivel ideal de inclusiones es del 18 – 22%. La fórmula más usada en la elaboración de sustitutos lácteos corresponde a una mezcla de grasa de origen animal (sebo bovino y manteca de cerdo) y aceites vegetales (aceite de coco, palma o soya), normalmente en una proporción 3 a 1.

Las fuentes que generalmente aportan lactosa en un sustituto lechero son la leche descremada, el lactosuero y en menor proporción el suero de manteca seca que contienen 50% – 55%, de 63% – 80% y 36% – 49%, respectivamente de lactosa en la materia seca ([Vázquez, 1988](#)).

El contenido energético de un sustituto esta determinado por el porcentaje de lactosa y de grasa, que este último varia entre un 10 – 22%, sin embargo, los niveles energéticos en la ración no están bien determinados, debido a las interacciones con el medio ambiente (frío o calor), la energía derivada del funcionamiento ruminal (Si consume alimento sólido) y la diferencia en la utilización metabólica, tanto de la grasa como de los carbohidratos, por lo que en las formulaciones hay varios criterios de aportación energética ([Vázquez, 1988](#)).

Dentro de las fuentes de energía más utilizadas para la formulación de un sustituto, la más importante debido a que es la más incorporada, es el sebo bovino, le sigue en importancia la manteca de cerdo y aceites vegetales. Estas fuentes deben ser emulsificadas para lograr su estabilización y aquellas que tengan un alto grado de insaturación se les adicionará vitamina E como antioxidante.

Fórmulas de Sustitutos Lecheros

Primeras fórmulas

Según [Latrille \(1988\)](#), la producción comercial de sustitutos lácteos se origina en 1958 en Francia, donde se produjeron alrededor de 10 mil toneladas de este producto. Las primeras fórmulas contenían una alta cantidad de leche descremada en polvo, a las que se agregaba sebo bovino con pequeñas cantidades de manteca de cerdo como fuente de grasa. En los Países Bajos se emplearon mezclas de grasa animal y aceites vegetales. Como fuente alternativa de carbohidratos se utilizaba principalmente glucosa. Publicaciones especializadas

contribuyeron a considerar al almidón como indigestible por el ternero, lo que explicaba por qué no se utilizaba en las primeras fórmulas de sustitutos lácteos. En el siguiente cuadro se presenta las primeras fórmulas industriales de sustitutos lácteos:

TABLA 10. Primeras fórmulas de sustitutos lácteos (%)

Ingredientes	Países Bajos	Francia
Leche descremada en polvo	75	75
Materias grasas	15	18
Azúcares (glucosa, suero seco)	8	5
Almidón	1	1
Minerales y Vitaminas	1	1

Fuente: Barre y Toullec (1978), citado por Latrille (1988)

Fórmulas Reemplazadores Lácteo

Los productos básicos que comúnmente se emplean en estos reemplazadores son la leche descremada en polvo, suero lácteo, grasa de origen animal y vegetal y suplemento minero-vitamínico, entre otros productos.

Como los productos lácteos en Cuba presentan limitaciones hay que utilizar otras materias primas nacionales. Una de las materias primas más utilizadas y que han dado buenos resultados en la sustitución lechera es la Levadura Torula con alta proporción la fórmula (más del 50%), debido a los principios nutritivos que aporta; también le mezclan con harina de maíz, obteniendo una fuente de proteína y una cantidad de azúcar crudo más sebo bovino como fuente de energía y finalmente una premezcla de minerales y vitaminas completando los requerimientos de los terneros y sustituyendo la leche de vaca obteniéndose buenos resultados y disminuyendo el riesgo de infecciones y diarreas si se les administra correctamente. La tabla que se muestra a continuación es una muestra de ello.

TABLA 11. Sustituto lácteo en escala comercial limitada.

Ingredientes	Porcentaje
Levadura torula	57
Harina de maíz	25
Azúcar Crudo	10
Sebo bovino	5
Premezcla minero-vitamínico	3

Composición bromatológica

Materia seca (%)	92.4
Proteína Bruta (%)	25.6
EM (MJ/kg de MS)	13.61
Ca (%)	0.93
P (%)	0.98

Fuente: Infoservet – UNAH

Crianza artificial de terneros con sustitutos lecheros

0-2 días	Mama directamente de la madre
3-7 días	5 litros de calostro (2 tomas)
8-20 días	5 litros de leche (2 tomas)
21-30 días	5 litros de leche y 100 g de RELAC (2 tomas)
31-90 días	1 litro de leche, 100 g de RELAC y 2 litros de agua caliente (1 toma)
21-180 días	Pienso a voluntad hasta 1.5 kg/día Forraje, heno y agua a voluntad.
Cura del ombligo hasta que esté sano. Descorne de las hembras antes de 30 días de edad. Mantenerlos estabulados hasta 6 meses de edad. Desparasitación mensual después de 60 días.	

Un sustituto lechero para las condiciones de nuestro país tiene necesariamente, que apartarse de los esquemas tradicionales. Hay que utilizar proteínas unicelulares y granos de leguminosas en lugar de productos lácteos. Además, no disponemos de grandes excedentes de grasas como sucede en otras partes del mundo, por lo que debemos desarrollar el empleo de productos amiláceos como los cereales, raíces y tubérculos, y el azúcar crudo que puedan minimizar el uso de los lípidos con resultados semejantes.

Está ampliamente demostrado que el almidón puede proveer 30 a 60 % de la energía digestible que necesita el ternero, a través de los AGV y el ácido láctico. En este caso la lactosa puede ser sustituida por almidones de yuca, boniato y plátano, así como de algunos cereales como el maíz y el trigo. Sin embargo, hay que tener presente que el 70 % del almidón de yuca se digiere en el intestino delgado y el 60 % de los almidones de boniato y de plátano en el intestino grueso.

La utilización de los productos finales de la digestión en los almidones; glucosa, ácido láctico, y los AGV está cerca del rendimiento energético de los ácidos grasos de cadena larga que se producen en la digestión del sebo.

Composición del reemplazador lechero (RELAC)

Ingredientes	%	g/día	Kg/ternero
Torula	57	285	17.67
Maíz	25	125	7.75
Azúcar	10	50	3.10
Sebo	5	25	1.55
Pre – mezcla M-V	3	15	0.93
RELAC en polvo		RELAC reconstituido	
MS; %	92.45	MS; %	16.63
PB, %	25.62	PB, %	25.77
EM, MJ/Kg de MS	13.63	EM, MJ/Kg de MS	15.39
FB, %	2.29	FB, %	1.82
Ca, %	0.92	Ca, %	0.93
P, %	0.99	P, %	0.94

Leche fermentada

El calostro, la leche de transición y la leche entera que son almacenadas a temperaturas ambiente (menos de 21 grados centígrados), se fermentarán. Durante el almacenamiento, la fermentación transforma la lactosa en ácido láctico, el producto se acidifica y puede ser preservado por varias semanas. Comparándolo con la leche entera la ganancia de peso es reducida ligeramente cuando se alimenta con una leche fermentada bien preparada, obteniendo excelentes resultados (Wattiaux, 1996).

El uso de la leche fermentada ha indicado resultados positivos en diversos trabajos realizados, atribuyéndosele a la misma múltiples efectos, entre otros el control de la flora intestinal, así como la diarrea y demás trastornos entéricos, lo que conlleva un mejor comportamiento nutricional y de salud de los terneros.

En la alimentación de los terneros es posible el empleo de yogurt y lactocrema, alimentos que se preparan a partir de leche fresca o descremada, de fácil digestión y altos niveles de proteína, grasa, sales minerales y vitaminas. Sus cualidades nutritivas e higiénicas lo convierten en excelentes alimentos para los terneros. También ha sido reportado que el empleo de leche fermentada disminuye el costo por kg de aumento en peso en un 10% cuando se compara con los que consumen leche entera fresca. (Inchausti, 1970).

Otterby (1981) obtuvo iguales ganancias de peso vivo a las 12 semanas de edad (267 g/día), en terneros alimentados con calostro fermentado que en los que se utilizó sustituto lechero. Por otra parte, fue posible destetar más temprano a los primeros, y las incidencias de diarreas entre tratamientos no fueron significativas. Se concluyó que es factible en nuestras condiciones utilizar el lactocrema en lugar de la leche entera, aconsejando el suministro de 3 litros diarios hasta los 70 días, lo cual conllevó al ahorro de leche y reducción del costo de producción. Semejantes resultados obtuvo Plaza (1986) cuando utilizó 4 litros por día en igual período, logrando además una disminución de diarreas y mejoras en el comportamiento de los terneros y en la eficiencia de la conversión alimenticia.

Chongo y García (1985) sugieren un uso más eficiente del concentrado en el yogurt, a partir de los 40 días de edad de los terneros ya que se afecta menos el tránsito de digesta hasta el íleon.

Manejo de Sustitutos Lácteos

- Edad de inicio del consumo de sustitutos lácteos

De manera general los sustitutos lecheros utilizados en la actualidad requieren que el consumo inicial sea en la primera semana de vida, pero después del consumo de calostro. Estos por lo general contienen más del 70% de componentes lácteos, esto es una condición impuesta por la fisiología del ternero, relacionado con la capacidad enzimática especializada en esa primera etapa de vida, hacia la utilización de los componentes lácteos únicamente, con escasos recursos fisiológicos para el uso de otras fuentes no lácteas hasta el mes de vida (Troccon y Toullec, citados por Ybalmea, 2004).

Otros afirman que la primera toma de sustitutos es a partir de los 21 días con 100 g de reemplazador, para el día 31 se administra 500 g y así se va aumentando paulatinamente. Esta primera administración va de acuerdo al criterio de cada autor y sistemas de explotaciones, además de los ingredientes usados en los sustitutos lecheros.

- Cantidades ofrecidas

Las cantidades de administración de un reemplazador lechero van en relación con el sistema de crianza y a los objetivos planteados en las ganancias diarias esperadas.

Si se va a administrar el sustituto para terneras de reemplazo se afirma que se deben dar cantidades bajas de productos lácteos, dado que se aceptan ganancias moderadas para la etapa de pre-destete (300 – 500g/día) y se incrementa el consumo máximo de concentrados que desarrollarán al máximo el rumen convirtiéndole al ternero rápidamente en un rumiante. Las cantidades de sustitutos lecheros guardan también estrecha relación con su composición, específicamente con el contenido y calidad de los alimentos de sustitución de los componentes lácteos, importante en terneros que consumen grandes cantidades de reemplazadores lácteos. Por ejemplo, se utilizó glutem de trigo y maíz como sustituto de la proteína láctea a partir de los 30 días, resultando que sólo sustituyen el 19% de la proteína de los reemplazadores lecheros. Pero al consumir concentrado proteico de soya hidrolizado, libre de factores antinutricionales en un 72% en la sustitución de la proteína láctea permitió que los terneros llegaran a consumir 2 kg/día de polvo, reconstituido en más de 14 litros. Al parecer en los sistemas de crianza donde se utilicen elevados volúmenes de reemplazadores lecheros, es conveniente preparar y proteger al ternero durante las primeras semanas, ofreciéndoles volúmenes de reemplazadores lecheros en concordancia con su capacidad digestiva y enzimática, así como prever la inclusión de limitadas cantidades de alimentos de sustitución. (Ybalmea, 2004).

- Niveles de reconstitución

Durante el primer mes de edad del ternero, se recomiendan la reconstitución de los reemplazadores lecheros a niveles que oscilan entre 10 y 15% de sólidos totales (mismo rango en que se encuentra la leche entera), garantizándose un correcto cierre del canal reticular, para el paso directo de reemplazadores lecheros al abomaso (Ybalmea, 2004).

Después del primer mes de edad, suelen utilizarse mayores concentraciones, hasta el 18%, para el cual se suele utilizar un período de adaptación, variando la concentración gradualmente hasta alcanzar el valor final de 18%. Estas diluciones permiten concentrar la dieta y se reduce la cantidad total del líquido ingerido diariamente.

Schmidt y Van Vleck (1975), citados por Moreno (2004) plantearon que el sustituto se reconstituye con agua generalmente en la proporción de 1 kg de sustituto por cada 7 kg de agua (alrededor de 14.3% de sólidos totales) y a partir de los 42 días disolver en una proporción de 1 a 8 (con 12.5% de sólidos totales) y la temperatura de reconstitución deber ser a 37 grados centígrados si se desea obtener un buen comportamiento del ternero.

Adames, (1992), logró sustituir 1 ó 2 litros de leche donde se ofrecían 4 litros de leche de 10 a 70 días, con la suplementación de 100 – 200 g de levadura Torula, respectivamente disuelta en la leche al momento de ofrecer esta. Este sistema no redujo la digestibilidad de nutrientes, tampoco la retención de nitrógeno, ni la estructura morfológica del tracto digestivo u otras enfermedades afines. Las ganancias fueron de 523 y 461 g/día para ambos sistemas. Si embargo se detectó un leve déficit energético, que de haberse cubierto se hubiera logrado mayores ganancias.

En otros trabajos realizados por Plaza y Hernández (1996), se logra sustituir la leche a partir de un producto terminado, que de cierta forma da respuesta al déficit energético del sistema mencionado anteriormente, con la adición de almidones de cereales, azúcar de caña y sebo bovino; incrementándose las ganancias diarias.

- Frecuencia

La frecuencia de suministro del sustituto más comúnmente utilizada por los investigadores han sido dos veces al día. (Stobo y Roy, 1985). Además se encontró una ganancia de peso por kg de peso metabólico, a las 6 semanas de 0.80 y 0.93 kg en terneras alimentadas en una y dos veces al día respectivamente, así como un 39% menos de trabajo en las alimentadas una vez al día. (Galton y Brakel, 1985. citado por Vázquez. M, 1988). Después de haber consumido el calostro en los primeros días de edad, a los 30 días los terneros

permanecen en unas cunas consumiendo fundamentalmente leche o sustituto, algo de heno y pienso. Desde el 31 hasta el 60, 70 o 90 día dependiendo del destete se reduce el consumo de leche y se incrementa el nivel del reemplazante lechero, a la vez que poco a poco aumenta el consumo de alimentos secos.

- Temperatura de preparación

La leche o reemplazador lácteo debe suministrársele a los animales en horarios fijos y a temperatura entre los 37 y 38 °C (si la leche se suministra a temperatura ambiente o fría, la dificultad no está en la temperatura sino en la variación, entre una y otra toma la temperatura no debe cambiar, tampoco no debe cambiar de un día a otro), los cambios de temperatura de la leche provocan cambios diarréicos, debe darse en una o dos tomas diarias, cuando el número de tomas se incrementa aumenta el aprovechamiento de la leche (no mas de 3 litros cada una), pero hace mas trabajoso el proceso. Una sola toma al día es buena solo si la cantidad no es elevada. (Inchausti, 1970).

- Administración con pienso.

El consumo de heno y pienso se irá incrementando con los días y en la misma medida debe incrementarse la cantidad a su disposición. Para lograr un mayor desarrollo integral del ternero, mayor ganancia de peso y ahorro en leche o sustituto, el heno debe formar parte de la dieta no después de los 15 días de edad y el concentrado a partir de los 20 días (Inchausti, 1970).

En el siguiente cuadro se muestra un diseño de Alimentación del Ternero en Cuba, en donde relaciona el número de días con el suministro de calostro, leche entera, sustituto lechero, concentrado, forraje y agua. En resumen, podemos concluir que de manera general se puede tomar este diseño como una base para la alimentación de los terneros.

TABLA 12. Alimentación de ternero con el uso de sustitutos lecheros.

DURACION/DIAS	SUMINISTRO
0 – 2	Mama directamente
3 – 7	5 litros de Calostro en 2 tomas
8 – 20	5 litros de Leche en 2 tomas
21 – 30	5 litros leche + 100 g Sustituto + Pienso adicional
31 – 60	1 litros leche + 500 g Sustituto + 2 litros agua caliente en 1 toma + Pienso adicional + Forraje verde ADL
61 – 90	500 g de Sustituto 3 litros de agua caliente en 1 toma + Pienso 1.5 kg/día + Forraje verde ADL + agua ADL
91 – 180	Forraje verde ADL + Pienso 1.5 kg/día + Agua ADL

Fuente: [Infoservet – UNAH.](#)

El sustituto lácteo utilizado en la alimentación de terneros que se le da a partir del día 21, esta explicado en el cuadro 12. Mediante este sistema de alimentación a terneros se ha obtenido buenas ganancias de peso y un desarrollo óptimo del ternero, sin presentar enfermedades del aparato digestivo. En este sistema de alimentación se empieza con 100g de sustituto y 5 litros de leche al día 21 pero a medida que el ternero avanza en edad se va aumentando el sustituto lechero 500 g y se disminuye la cantidad de leche a 1 litro hasta el día 60, pero el sustituto se va disminuyendo hasta suspender la dieta líquida a los 91 días consumiendo sólo forraje y concentrado convirtiéndose el ternero en un verdadero rumiante.

Los cambios de dietas líquidas (leche y sustituto lácteo) se van haciendo progresivamente para evitar problemas de diarreas.

Existe otro esquema de alimentación adecuado a los exigentes requerimientos del ternero que se detalla en el siguiente cuadro:

TABLA 13. Esquema de alimentación del ternero

Edad	Concentración	Litros/día
1 día	Calostro de primera ordeña	2.5 – 3.75
1 – 3 días	Calostro de segunda ordeña	4.0 – 6.0
4 – 7 días	Sustituto Lácteo (10% de MS)	3.0
Semana 2 (8-15)	10 % MS	4.0
Semana 3 – 5 (21-42)	10% MS	5.0
Semana 6 – 8 (43-60)	10% MS	6.0

Fuente: [González et al \(2003\)](#), citado por [Moreno \(2004\)](#).

El primer suministro debe ser de la primera ordeña, fresco, de buena calidad inmunitaria, preferentemente de segundo, tercer, o cuarto parto, y debe entregarse a una temperatura de 38 y 40 grados Celsius durante las primeras cuatro horas de vida, mediante una sonda esofágica. Este suministro debe ser de 2.5 – 3.75 litros de leche especialmente en sistemas intensivos de crianza de terneros con alta densidad animal, donde la contaminación ambiental es supuestamente más alta. Luego se continúa el suministro de calostro de segunda ordeña dos veces al día por tres días. A partir de la segunda semana (8 – 15 días) se les administra sustituto lácteo reconstituido con el 10% de materia seca (MS) en 4 litros de agua (preparando 400g de sustituto en 4 litros de agua), igualmente se realiza con las siguientes semanas hasta llegar a la semana 8 en donde se le empieza a suspender la dieta líquida progresivamente para evitar problemas gastro-entéricos. El sustituto empleado en este sistema de alimentación va de acuerdo al criterio del ganadero, pero cualquiera que sea su elección podrá seguir este sistema de alimentación obteniendo buenos resultados.

- Entregar a los terneros al menos un 10% de su peso vivo en dieta líquida. En el caso de terneros de 40 kg, esto significa 4 litros de sustituto en dos alimentaciones diarias.
- Si es necesario, ofrecer agua extra a los terneros durante las dos primeras semanas de vida. A partir de la tercera semana se les debe entregar agua fresca y limpia Ad Libitum (ADL).
- Una vez que el ternero está consumiendo 1 kg diario de concentrado, se puede reducir la cantidad de sustituto lácteo entregado o suprimir el sustituto, pero no antes de 45 días.
- El desarrollo del rumen puede acelerarse si se alimenta a con heno de buena calidad Ad libitum al igual que el concentrado.
- Para evitar el riesgo de contraer enfermedades, se recomienda alimentar a los terneros con sustitutos de buena calidad, nunca con Antibióticos, en baldes limpios o teteras con chupón y realizar inspecciones diarias de la limpieza del agua para los terneros.
- Alimentar a todos los terneros a la misma hora todos los días.

Mantener a los terneros en compartimientos individuales por lo menos una semana, para que su alimentación sea más fácil, realizando siempre limpieza y desinfecciones para evitar infecciones por contaminación.



FIGURA 8. suministro de leche o sustitutos de leche a terneros.

VALORACION DE ALGUNOS ASPECTOS QUE INCIDEN EN EL PROCESO DE CRIANZA DEL TERNERO

Con el uso de sustitutos lechero, es posible ahorrar 180 litros de leche fresca por ternero, comparados con la utilización de leche fresca, de esta manera, con un Kg de sustituto lechero, se pueden sustituir 5.81 litros de leche.

Algunos aspectos económicos acerca del uso del sistema de alimentación con sustituto lechero.

Aspectos	Sustituto lechero
Litros de leche consumidos	185.00
Litros de leche ahorrados	180.00
Litros de sustituto lechero / ternero	31.00
Costo del litro de leche sustituido	0.06
Costo en USD / tonelada de sustituto lechero	359.49
Litros sustituido / Litros de sustituto lechero	5.81

El costo total de crianza del ternero es mayor con el uso de la leche fresca, respecto al sustituto lechero, tanto si se utiliza para el cálculo el precio de la leche en pesos cubanos, como si se utiliza el precio en USD respectivamente.

Propuesta de alimentación con la utilización de sustituto lechero.

Edad (días)	Leche fresca (litros)	Sustituto lechero
11 – 20	5	5 litros de leche

21 –30	5	5 litros de leche + 100 g de sustituto lechero
31 – 90	5	500 g de sustituto lechero + 2 litros d agua caliente + 1 litro de leche
21 – 120		Agua y dieta integral a voluntad

Aporte de nutrientes del sustituto lechero y la leche fresca utilizada base (MS)

Aporte de nutrientes	Sustituto lechero	Leche fresca
MS, %	92.40	11.90
PB, %	25.64	3.30
Energía, MJ/Kg. MS*	13.61	2.66
FB, %	2.28	-
Ca, %	0.92	0.92
P, %	1.01	0.82
Grasa, %	7.58	3.80
Lactosa, %	-	4.60

En ella se muestra que el sustituto lechero, contiene aproximadamente el 72 % de los componentes de fabricación nacional. Ello indica que es un alimento de factible fabricación en nuestro país. Esto ofrece cierta seguridad en la disponibilidad de las materias primas para garantizar las demandas del producto.

Las cantidades de polvo de sustituto lechero, agua y leche fresca mezcladas, permitió ofrecer a los terneros un producto con 16.63 %.

De acuerdo a lo anterior, puede plantearse que es económicamente factible el empleo de sustituto lechero en comparación con el uso de leche fresca, ya que el uso de sustituto lechero permite reducir los costos de cría del ternero, y por otro lado, destinar, aproximadamente, el 50 % de la leche que consume el ternero en los sistemas actuales, para el consumo humano.

CONCLUSIONES

Las características anatómicas y fisiológicas de los terneros le confieren una adaptabilidad y una elevada potencialidad de su sistema digestivo que le permite el tránsito de un alimento como es la leche entera por otro como es el sustituto lechero y obtener buenos resultados.

Es oportuno señalar en la práctica la necesidad de realizar un correcto manejo del sustituto, de forma que se logre compatibilizar un crecimiento armónico de cada una de las etapas del desarrollo.

Con el conocimiento actual que se tiene, de la utilización de los sustitutos es posible explicar adecuadamente las ganancias que se obtienen, así como diseñar estrategias de manejo que permitan desarrollar sistemas de explotación y utilización de los sustitutos lácteos en correspondencia con las condiciones presentes en nuestro país.

Se debe continuar profundizando el estudio de la utilización de los sustitutos lácteos, con el propósito de mejorar el comportamiento animal, a fin de ahorrar leche y garantizar el

aporte de nutrientes necesarios en calidad y cantidad para lograr un desarrollo y crecimiento adecuado del ternero.

BIBLIOGRAFIA

1. Abarazúa, A. 1992. Evaluación de un hidrolizado de un pescado (H-75) como fuente proteica en la fabricación de sustitutos lácteos. Tesis (en opción al título de Lic. Agr.). Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 100 p.
2. Adames, A. 1992. Evaluación de diferentes formulas de reemplazadores lecheros en la alimentación de terneros. Tesis (en opción al Título de Especialista en Manejo y Alimentación del Ganado Lechero). Instituto de Ciencia Animal.
3. Alimentación del Ternero. Infoservet. UNAH. Disponible en : [http://infoservet/root/sporte/ppt/\(NUTRICION\)%20Alimentacion%Terberos](http://infoservet/root/sporte/ppt/(NUTRICION)%20Alimentacion%Terberos). [Consulta: 11 del enero del 2006]
4. Anderson, K.L.; Nagaraja, T.G.; Morill, J.L.; Avery, T.B.; Galitser, S.J. y Boyer, S.E. 1987. Ruminal microbial development in conventional or early weaned calves. *J. Anim. Sci.* 64:1225.
5. Biblioteca de Consulta Encarta, 2005. Proteína de soya. Windows XP.
6. Chongo, B; García, R. 1985. Digestión en íleon de terneros alimentados con leche fermentada con adiciones de concentrado. Evento científico XX Aniversario del ICA. Sección rumiante. 4p.
7. Church, DC. 1988. El Rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Editorial Acribia. S. A Zaragoza-España. 641 p.
8. Composición de la leche. Infoservet. UNAH. Disponible en : [http://infoservet/root/sporte/ppt/\(NUTRICION\)%20Composiciondelaleche](http://infoservet/root/sporte/ppt/(NUTRICION)%20Composiciondelaleche). [Consuta: 11 de enero del 2006].
9. Craplet, C. 1970. El ternero. Edición: Instituto del Libro. La Habana
10. Cunningham, JG. 1999. Fisiología Veterinaria. México, Edición McGraw-Hill Interamericana. 397-398 p.
11. Davis, FR. 1971. La vaca lechera: Su cuidado y explotación. La Habana. Ediciones de Ciencia y Técnica, impreso en Cuba. 137 – 146.
12. Delgado, A. 2002. Manejo de Terneraje. Disponible en: www.visionveterinaria.com/articulos/53.htm. [Consulta: 11 de enero del 2006].
13. Digestión ruminal de carbohidratos estructurales y absorción de AGV. 2001. [en línea]. Disponible en: www.veterin.unam.mx/fmvz/enlinea/Ruminal/ABSOAGV.htm. [Consulta el: 20 de enero del 2006].
14. Elias, A. 1971. The rumen bacteria of animals fed on a high molasses urea diet. *Averdeen*. 120 hojas. Tesis (en opción al grado de PhD). Scotland.
15. Fournier, A. 1998. Votre future vache. *Producteur-de-Lait-Quebecois*. 18: 34.
16. García, C; Cañeque, V. 1973. Crecimiento y utilización digestiva de la ración (leche, concentrado y heno), por el ternero Frisón antes y después del destete. *Anales de la INIA*. 4 – 39p.
17. García, F. 1985. Alimentación del ganado lechero II parte. *Tecnología y Agricultura*.
18. González, F. 1984. Suplementación mineral en raciones completas de iniciación para terneros. I. Efecto sobre el crecimiento y digestibilidad aparente de nutrientes. *Cienc. Inv. Agr.* 11:9 – 17 p.
19. González, I. 1990. Método de utilización de la levadura torula, (*Torulopsis utilis*), en la alimentación del ternero. La Habana, 91 p. Tesis (en opción al grado de Doctor en Ciencias).
20. Hazard, TS. 2000. Alimentación de terneros y vaquillas de lechería. Disponible en: www.inia.cl/quilamapu/inproleche/articulosd/. [Consulta: 20 de enero del 2006].
21. Inchausti, D. 1970. *Bovinotecnia*. Tomo II. Quinta Edición. Instituto del Libro. 64 – 79 p.

22. Latrille, L. 1988. Avances en la alimentación y cría de terneros de lechería. Avances en la nutrición animal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 1-24 p.
23. Mendel, M. y F. García. 1995. Análisis de los factores para la elaboración de sustitutos lácteos para terneros. *Cienc. Veterinarias*. Universidad de Matanzas 65 – 85 p.
24. Moreno, JJ. 2004. Bases Fisiológicas y Nutricionales que apoyan las formulaciones actuales de sustitutos de lácteos. Disponible en: www.uc.cl/agronimia/d_investigacion/Proyectos/ProyectosTitulos/pdf/CienciasAnimales/JoaquinMorenoP.pdf. [Consulta: 11 de enero del 2006].
25. National Research Council (N.R.C). 1988. Nutrients requirements of dairy cattle. Sixth revised edition. National Academy Press. 157 p.
26. National Research Council (N.R.C). 2001. Nutrients requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press.
27. Orskov, ER. 1992. Protein nutrition in ruminants. Academia Press. London. 175 p.
28. Orskov, ER.; Ryle, M. 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Science Publishers Ltd. London and New York. 160 p.
29. Otterby, D.; Linn, J. 1981. Advances in nutrition and management of calves. Agricultural Extension Service. University of Minnesota. 1 – 6.
30. Plaza, J. 1986. Utilización del yogurt y lactocrema en alimentación de terneros. *ACPA*. 4 – 38p.
31. Plaza, J.; Hernández, JL. 1996. Reemplazadores lecheros para terneros. 3. Utilización del Sebo bovino. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 30:35.
32. Plaza, J.; Ybalmea, R. 2000. Crianza de terneros en el trópico. La Habana. EDICA. 42 p.
33. Prestón, TR.; Willis, MB. 1970. Producción intensiva de carne. Edición: Instituto del Libro. La Habana. Cuba. 237 p.
34. Quigley, J. 2001. Calf Note # 44. Niveles de Grasa en los Sustitutos de Leche. Disponible en: www.calfnotes.com/CNliquido.htm. [Consulta: 8 de febrero del 2006]
35. Quigley, J. 2004. Calf Note # 61. Efecto del Consumo de Nutrimientos sobre el Crecimiento de los Becerros Productores de Leche. Disponible en: www.calfnotes.com/CNliquido.htm. [Consulta: 8 de febrero del 2006].
36. Roy, JHB. 1974. El Ternero: Nutrición y Patología. II tomo. La Habana. Editorial Organismos. 13 – 26 p.
37. Roy, JHB. 1980. The calf studies in the agricultural and food sciences. Butterwerths. London. Inglaterra. I Nutrición. 201 p.
38. Ruiz, R. 1975. Efecto de la dieta sobre la estructura y función de la pared ruminal de bovinos. La Habana. Tesis (en opción al Título de Doctor en Ciencias Biológicas). Instituto de Ciencia Animal.
39. Silva, P. 1997. Factores fisiológicos y nutricionales que influyen en la utilización de sustitutos lácteos en terneros prerrumiantes. Tesis (en opción al título de Ingeniero Agrónomo). Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 135 p.
40. Simón, L. 1978. Efecto del manejo y la alimentación en el desarrollo de los bovinos jóvenes. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en ciencias Veterinarias. ICA. La Habana.
41. Smith, MJ. 2004. Evaluación de un sistema de alimentación integrado de terneros neonatos en una lechería de la zona central. Tesis (en opción al grado académico de Licenciado en Agrorrecursos Mención Agronomía y al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo). Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en: www.uc.cl/agronomia/d_investigacion/Proyectos/. [Consulta: 20 de enero del 2006]
42. Sisson S y Grossman, J.D. 1974. Anatomía de los animales domésticos. Ed. Rev. (4ta ed.). 42
43. Soto, ME. 1986. Manual de prácticas de tecnología de la leche y sus derivados. Ediciones del ISCAH. 25 – 28p.
44. Stobo, J.; Roy, J. 1978. Empleo de proteínas no lácteas en los sustitutos de leche para terneros. *Revista Mundial de Zootecnia (FAO)*. 25: 18 – 24 p.

45. Thomas, SB. 1971. Técnicas bacteriológicas para el control lactológico. Editorial Acribia. Zaragoza – España. 109 – 110p.
46. Vázquez, MV. 1988. Comportamiento de terneros alimentados con un sustituto lechero con levadura torula (*Torulopsis utilis*). La Habana. 59 h. Trabajo de diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana.
47. Wattiaux, MA. 1996. Crianza de terneras del nacimiento al destete: Alimentación con leche y sustituto de leche. Disponible en: www.babcock.wisc.edu/downloads/de/29.es.pdf. Instituto Babcock para la investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Winconsin-Madison. [Consulta: 8 de febrero del 2006].
48. Ybalmea, R. 2004. Efecto del nivel de fibra de las dietas integrales en el crecimiento, desarrollo morfofisiológico del rumen y la conducta de terneros mestizos Holstein en sistemas de crianza artificial. La Habana. 75 h. Tesis (en opción al título de Master en Ciencias de la "Producción con Rumiantes"). Universidad Agraria de La Habana.
49. Yvon, M.; Pelissier, J. 1987. Characterization and kinetics of evaluation of peptides resulting from casein hydrolysis in the stomach of the calf. *J. of Agric. And Food. Chemistry*. 53 – 145 p.