

NUTRICIÓN DEL TERNERO NEONATO (NACIDO)

F. Bacha. 1999. Nacoop, S.A. Madrid. XV Curso de Especialización. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Barcelona, España, 277-301.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Destete](#)

1.- INTRODUCCIÓN

Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las explotaciones comerciales, puesto que es en este momento cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento y es, a su vez, cuando más delicados son todos los animales en general. A los problemas que tiene este primer periodo de crecimiento de los animales, en los rumiantes y específicamente en los terneros, se añade el desarrollo de las porciones anteriores del aparato digestivo hasta lograr las dimensiones y proporciones que tendrán en su vida adulta. Eso produce un gran número de cambios anatómicos (cuadro 1) y fisiológicos de todos los divertículos gástricos. Así la capacidad del rumen frente al abomaso aumenta más de 20 veces desde el nacimiento hasta la 6ª semana de vida. Sin embargo, el desarrollo anatómico que se sucede con la edad tiene poco efecto sobre el crecimiento de las papilas ruminales y, por tanto, sobre la función principal del retículo-rumen (rumen) que es la absorción de nutrientes, principalmente de ácidos grasos volátiles que representan el mayor aporte energético para los rumiantes (Hamada, 1976).

Cuadro 1.- Desarrollo postnatal del rumen y abomaso en litros totales y en porcentaje respecto de los cuatro divertículos gástricos

Edad en semanas	Capacidad del rumen en litros	Capacidad del abomaso en litros	Proporción rumen/abomaso
0	0,5 - 0,6 (38%)	1- 3 (49%)	1:2- 5
6	4 - 6 (52%)	Aprox. 5 (36%)	1:1
12	10 - 15 (60%)	Aprox. 5 (36%)	3:1
16	30 (67%)	Aprox. 5 (15%)	6:1

2.- DESARROLLO DEL RUMEN

Anatómicamente el rumen se desarrolla a partir de la porción no secretora del estómago (Church, 1979). El aparato digestivo de los rumiantes al nacer funciona muy parecido al de los monogástricos, debido a que el rumen tiene un desarrollo muy rudimentario. Sin embargo, su especial pauta de motilidad ya está perfectamente establecida desde el nacimiento. El desarrollo del rumen implica, por lo tanto, la implantación de la masa microbiana y la capacidad de absorción de nutrientes. El tiempo que tardan los animales en desarrollar anatómica y funcionalmente el rumen determina el ritmo al que los procesos digestivos pasan de depender de las enzimas producidas por el animal, a la relación simbiótica que se establece con los microorganismos ruminales (Ørskov, 1988).

En el cuadro 2 se muestra comparativamente el funcionamiento enzimático de los animales antes de los 30 días de vida y de los 30 a los 60 días. Durante el primer mes, las enzimas primordiales son la lactasa y la quimosina. El volumen y actividad del resto de enzimas es muy bajo en un principio, incrementándose con la edad. Se estudia sólo hasta los 60 días ya que a esta edad el animal está enzimáticamente preparado para ser destetado y la implantación microbiana es posible que esté bien establecida. Estos fenómenos están modulados en gran medida por la dieta.

Cuadro 2. Actividad enzimática de los terneros antes de los 30 días y a los 30 - 60 días (Longenbach, 1998).

Pre-rumiantes Enzimas	Edad (d)	Acción	Rumiantes Enzimas	Edad (d)	Acción
Lactasa intestinal	1	Absorción de la lactosa en el intestino	Bacterias y protozoos ruminales	30	Digestión de todos los nutrientes
Quimosina	2	Unir la caseína y la grasa en el cuajo	Isomaltasa, maltasa, Sucrasa	60	Digestión de los carbohidratos
Estearasa pregástrica	nacimiento	Hidrólisis y digestión de los nutrientes de la leche	Amilasa intestinal	60	Digestión de los carbohidratos
Lipasa pancreática Somatostatina	nacimiento	Regulación de la motilidad del abomaso al duodeno	Somatostatina	no cambia	Motilidad gástrica
Pepsina	nacimiento	Digestión en general	Pepsina	no cambia	Digestión en general
La isomaltasa, maltasa y amilasa no se sintetizan durante los primeros 30 días de vida. La presencia de las bacterias y protozoos ruminales es casi nula.			La quimosina desaparece a los 30 días. La secreción de lactasa intestinal cae bruscamente después de 60 días.		

2.1- DESARROLLO DE LAS PAPILAS RUMINALES

La absorción de los productos finales de la fermentación depende del correcto desarrollo de las papilas del epitelio ruminoreticular y de una abundante circulación capilar. El contacto continuo de los ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente del butírico y en menor medida el propiónico, con el epitelio estratificado del rumen estimula el desarrollo de las papilas y, junto con la presencia del dióxido de carbono, estimulan el flujo sanguíneo hacia el epitelio ruminoreticular (Booth y McDonald, 1988).

Los AGV se absorben en forma no disociada. El acético pasa rápidamente al organismo sin sufrir ningún cambio y es utilizado directamente como aporte de energía. El propiónico es convertido en láctico y succínico, este último puede entrar directamente en el ciclo de Krebs para la obtención de energía o utilizarse como precursor de la glucosa. El butírico es metabolizado en la pared ruminal hasta β -hidroxibutírico, siendo esta vía cetogénica (Booth y McDonald, 1988). Al parecer el hecho de que sea el ácido butírico el que mayor influencia tiene en el desarrollo de las papilas es debido precisamente a que se metaboliza en las células epiteliales.

2.2.- ESTIMULACIÓN FÍSICA EN EL DESARROLLO RUMINAL

Se ha discutido mucho y aun persiste el debate sobre la necesidad de una estimulación física, además de la química o fisiológica ya comentada, para el desarrollo de las papilas ruminales. Por un lado hay trabajos en los que alimentando a los terneros con leche únicamente, se observó un mayor desarrollo del músculo de las paredes ruminales en los lotes en que los animales tenían acceso a material de cama (serrín) frente a los que estaban alojados sobre rejillas (Harrison, 1960). Sin embargo en trabajos más recientes basados en exámenes histológicos sobre el epitelio de las paredes ruminales, con terneros a los cuales se les administró material inerte (esponjas de plástico) se observó una falta de desarrollo de las células epiteliales y por lo tanto de las papilas ruminales, con lo cual la función de absorción de nutrientes queda totalmente limitada (Beharka et al., 1998).

En esta línea se plantea la conveniencia de dar o no, forraje durante la etapa de lactación. Existen varias razones por las que algunos autores recomiendan la introducción de forrajes antes del destete:

- Hay un incremento notable del tamaño del rumen, como resultado de una dilatación de los tejidos y un aumento del grosor del músculo de las paredes ruminales (Hamada, 1976).
- Uno de los comportamientos sociales más comunes en los terneros es mamarse unos a otros, produciéndose heridas en zonas como las orejas, muslos, escroto, ombligo, prepucio, y cerca de los pequeños pezones. Este comportamiento es perjudicial para el ternero que sufre las lesiones y también para el "chupador" porque es normal que se generen bezoarios (bolas de pelo en el rumen) que pueden llegar a producir obstrucciones del esfínter retículo omasal. Para evitar estos problemas se ha mantenido la idea de dar material fibroso para producir en el animal una sensación de saciedad y tranquilizarlos. Sin embargo, Haley et al. (1998) obtuvieron resultados similares suministrando heno de alfalfa de buena calidad o disminuyendo el diámetro del agujero de la tetina, con lo cual lograron que la ingesta del lactorreemplazante se hiciera en un tiempo mayor.
- El concentrado finamente molido puede dar lugar a un aumento de la queratinización de las papilas. Esto puede ser debido a que al disminuir el tamaño de la partícula se reduce la capacidad de abrasión (Greenwood et al., 1997) y si esto va acompañado de una bajada de pH puede desencadenar una paraqueratosis; aunque estos procesos son más normales en animales adultos expuestos a dietas muy concentradas.

Por otra parte, desde hace tiempo muchos autores recomiendan ofrecer solamente pienso concentrado a los terneros durante las primeras semanas de vida. Como ejemplos:

Warner y Flatt (1965) mencionan en su revisión que la inclusión de forrajes no es necesaria en los terneros antes del destete. Últimamente la "Guía de alimentación y manejo de terneros" editada por la Universidad de Virginia en 1997 recomienda no dar forraje a los terneros hasta el destete.

Existen muchos trabajos que demuestran que la forma física de la dieta no tiene influencia sobre el desarrollo de las funciones ruminales sino que, son los productos finales del metabolismo de los carbohidratos los responsables del mismo (Barmore, 1994). Al introducir material fibroso lignificado (heno, paja) en un rumen en desarrollo, el tiempo de permanencia es muy largo, retrasando la ingestión de otro tipo de material sólido y pasando a las porciones posteriores del aparato gastrointestinal parte indigestible de la dieta. Abe et al. (1999) trabajando con terneros lactantes observaron que el aumento de ingestión de materia seca y especialmente de material indigestible incrementa el contenido en humedad de las heces haciendo más susceptibles a los animales a sufrir diarreas.

2.3.- COLONIZACIÓN DEL RUMEN

Una de las ideas que se tiene a nivel práctico es que el consumo de forrajes ayuda a la colonización bacteriana del rumen. Sin embargo la primera colonización ruminal es por reflujo del abomaso y se observa desde los primeros días de vida por la *E.coli* y *Cl. welchii*. La capacidad de paso de estas bacterias a través de la barrera ácida del abomaso es debida a la presencia del cuajo que aumenta el pH. La colonización continúa por reflujo de lactobacilos y bacterias amilolíticas y, por último, las celulolíticas (Caeiro Potes, 1998). El pH del contenido ruminal baja durante las primeras 4-8 semanas de ingestión con el creciente consumo de alimento sólido. Esto favorece la absorción de los AGV, especialmente del ácido butírico, ya que al tener el líquido ruminal un pH alrededor de 5,4 aumenta su velocidad de absorción en 3 o 4 veces respecto al acético (Noble, 1989). Posteriormente poco a poco va subiendo el pH hasta alcanzar los niveles de 6-6,2 que son en los que se llega a la mayor actividad celulolítica.

Esta secuencia de fenómenos ruminales es siempre igual, y lo que realmente se puede controlar a través de la dieta es la velocidad en la que se sucederán. La inclusión de material sólido en la dieta, especialmente de piensos concentrados, a los terneros de 1-1½ semana de vida aumenta la velocidad en que el retículo rumen se convierte en un órgano funcional. Luchini et al. (1993) alimentando terneros sólo con leche, (15% del peso vivo) o suplementando con un pienso basado en granos de cereales obtuvo una mayor velocidad de crecimiento, un mayor contenido de AGV en plasma y un menor tiempo para alcanzar el peso y el volumen de ingesta recomendados para el destete con el grupo suplementado. Estos autores concluyen que la ingestión postdestete depende más de la adaptación fisiológica a las dietas secas que al manejo de la alimentación predestete. Dicha adaptación se obtiene ofreciendo a los animales pienso concentrado a partir de la primera o segunda semana de vida. La presencia del sustrato estimula tanto la actividad microbiana como la enzimática del hospedador.

Aunque el inicio de la ingestión de materia seca es adecuado que se realice lo antes posible, es conveniente recordar que la ingestión de materia seca disminuye la excreción de agua por vía urinaria y aumenta la fecal. Esto sucede debido a varios factores:

- a) El paso de ingesta a través del intestino aumenta las secreciones intestinales.
- b) El consumo de materia seca aumenta el consumo de agua.
- c) La presencia de sustancias osmóticamente activas en sangre (AGV, glucosa, minerales) estimulan la secreción de la hormona antidiurética.

Todo esto provoca que el contenido de humedad de las heces sea mayor (Abe et al., 1999).

Como conclusiones prácticas podemos decir que no es necesario la inclusión de material fibroso (forrajes) en los terneros antes del destete y puede llegar a ser un problema si es de mala calidad. En la mayoría de los artículos consultados en los que se utilizaron forrajes siempre fueron de buena calidad siendo el heno de alfalfa el que con mayor frecuencia se usó. Teniendo claro que el forraje tiene que ser de excelente calidad Beharka, et al. (1998) encontraron que picando el forraje (25% heno de alfalfa 75% una mezcla de maíz, avena y soja extrusionada) hacían mucho más estable la producción de AGV a nivel ruminal y aumentaba el consumo de materia seca.

3.- GOTERA ESOFÁGICA

Uno de los fenómenos más curiosos de la fisiología de la nutrición en los animales domésticos es el funcionamiento de la papila o gotera esofágica que comunica el esófago con el abomaso sin pasar por los divertículos anteriores. La gotera esofágica es un pliegue muscular que se extiende en forma descendente desde el cardias hasta el omaso a lo largo de la pared del retículo. Cuando este pliegue se cierra, la gotera forma un tubo que conduce los líquidos tragados hacia el sulcus omasal y finalmente al abomaso (Hornicke, 1980). El cierre de la gotera depende de un impulso nervioso vía vagal que solo sucede cuando el animal

mama de manera voluntaria y es independiente de la composición química del líquido consumido. En cambio, si los animales son forzados a deglutir el líquido o beben para saciar su sed la gotera no se cierra y el líquido deglutido entra al rumen (Ørskov, 1988).

En trabajos del Instituto Rowet de Escocia con corderos consumiendo un lactorreemplazante se fue reduciendo gradualmente la cantidad de agua hasta que se les ofreció en polvo. Cuando los corderos necesitaron incrementar la producción de saliva, la gotera dejó de funcionar. Por tanto el cierre de la gotera esofágica ocurre únicamente cuando se proporcionan alimentos líquidos al animal (Ørskov, 1988). En algunos tratados de farmacología se recomienda la utilización de una solución de 5% de sulfato de cobre, 5% de sulfato de zinc y 10% de bicarbonato de sodio, para provocar el cierre de la gotera esofágica y junto con esta solución administrar algún medicamento antibióticos o antiparasitarios, aunque sería mucho más efectivo si estos productos son administrados a través del lactorreemplazante bien sea mezclado en el polvo o en la propia disolución (Booth y McDonald, 1988).

4- EL CALOSTRO

El calostro es el primer y quizá el más importante de los alimentos que consumen los terneros. Tiene tres funciones básicas, ayuda al ternero a combatir posibles infecciones, debido a su alto valor energético aporta suficiente energía para combatir las posibles hipotermias y gracias a su elevado contenido en sales de magnesio posee acción laxante que ayuda al ternero a expulsar el meconio y facilitar el inicio del tránsito intestinal.

Los bovinos presentan una placentación epiteliocorial que impide el paso de las macromoléculas. Por ello esta especie es prácticamente agammaglobulinémica al nacimiento, necesitando la ingestión y absorción de calostro rico en anticuerpos y otros factores inmunes que aporten una inmunidad pasiva (Aldridge et al., 1982). El calostro contiene una serie de inmunoglobulinas, componentes celulares y factores inmunológicos inespecíficos como lactoferrinas o lactoperoxidasas (Powel et al., 1984). Las inmuno-globulinas calostrales proceden fundamentalmente de las proteínas plasmáticas, por transporte selectivo de la sangre a la leche sin modificación alguna (IgG y IgM) y en menor grado la producción local de IgA de los linfocitos de la glándula mamaria (Serratosa et al., 1993).

Un mes antes del parto se inicia la transferencia de IgG e IgM de la sangre al tejido mamario alcanzando el máximo nivel al momento del parto gracias a la gran vasodilatación existente. El contenido de inmunoglobulinas (Ig) del calostro depende de diversos factores: la edad, el número de parto, la raza, el estado nutricional, el programa de vacunación, el parto prematuro, la lactación prematura (pérdida de leche), el tiempo transcurrido después del parto, el estado sanitario general e individual de la mama o factores de manejo del calostro como el tiempo y la temperatura de almacenamiento.

Las novillas poseen menores concentraciones de Ig que las vacas adultas. Esta diferencia es debida a que las vacas adultas han recibido una estimulación antigénica continua durante más tiempo, y además poseen una glándula mamaria con una capacidad secretora superior y un mecanismo activo de transporte de Ig más eficaz (Aldridge et al. 1982).

En cuanto a las diferencias de raza, Muller y Ellinger (1981) midiendo concentraciones en calostros de Ig en vacas de diferentes razas lecheras (Holstein y Jersey) en las mismas condiciones, encontraron mayores niveles en las vacas Jersey. Dietas bajas en proteína o energía durante el periodo seco provocan una menor producción de calostro y una menor concentración de Ig (Serratosa et al., 1998).

Debido a que la transferencia de inmunoglobulinas hacia el calostro se realiza durante las últimas 2 a 4 semanas de gestación, un parto prematuro o un periodo de secado excesivamente corto originan calostros bajos en Ig. Los partos inducidos tanto por glucocorticoides como por prostaglandinas reducen en general los niveles de Ig y específicamente los de Ig del tipo "G" (Fowler, 1998).

En el primer ordeño se libera la mayor cantidad de Ig, cuya concentración se reduce drásticamente en los siguientes (cuadro 3). Así en las primeras doce horas hay una reducción del 46,9% del nivel máximo de albúminas y globulinas. Así pues, un goteo excesivo o un ordeño antes del parto reduce sensiblemente la calidad del calostro.

Cuadro 3.- Evolución de composición del calostro de vaca (%)

Tiempo	Agua	Caseína	Albúmina Globulina	Grasa	Lactosa
Parto	66,4	5,57	16,92	6,5	2,13
12 horas	79,1	4,47	8,98	2,5	3,51
24 horas	84,4	4,23	2,63	3,6	4,24
36 horas	85,8	4,08	1,64	2,1	4,14
48 horas	86,3	3,91	1,23	3,7	4,51
60 horas	86,0	3,62	1,08	3,7	4,38
72 horas	86,0	3,55	1,06	3,9	4,63

A pesar de los conocimientos básicos que se tienen sobre el calostro y su importancia el "Sistema de monitorización sobre la salud animal" (NAHMS por sus siglas en Inglés) de EEUU informó que la mortalidad de los terneros antes del destete se incrementó del 8,4% en 1991 al 11% en 1995 debido a fallos en el encalostro de los terneros. A estas conclusiones llegaron después de analizar la sangre de 2.177 terneros entre las 24 a 48 horas de vida, observando que sólo el 60% de los animales tenían niveles superiores a 10 mg de Ig/ml de sangre, valor mínimo para tener una adecuada protección. En el cuadro 4 se muestra el resumen de los datos obtenidos. En este estudio llama la atención que el 17,5% de los animales muestreados tenían un nivel de Ig inferior al que se considera como un mínimo adecuado. Otro hecho significativo que encontró el NAHMS, en otro estudio realizado específicamente en el estado de Washington, fue que el 14% tenían niveles inferiores a 6,2 mg/dl, nivel mínimo que detectaba el análisis de laboratorio utilizado en esta monitorización. Además este grupo de animales tuvo una mortalidad del 30% (Fowler, 1998).

Existen en el mercado algunos productos que tratan de cubrir estas deficiencias tanto de manejo como de calidad de calostro. Zeremba et al. (1993) midieron los niveles de Ig utilizando un concentrado de calostro en polvo disuelto en leche frente al grupo control con calostro natural y fresco, y no encontraron ninguna diferencia. Existen algunos otros productos como los mananoligosacáridos que se están utilizando para evitar que las bacterias patógenas se adhieran a los receptores de las células intestinales. Últimamente se han empezado a comercializar productos de huevos puestos por gallinas a las cuales se les ha sobreestimulado con un antígeno específico por ejemplo, el K 99 de la E. coli (Iburg, 1997) con resultados bastante prometedores. Por otro lado utilizar niveles elevados de vitamina A y E incrementan la actividad celular inmunológica (macrófagos y neutrófilos) (Eicher et al., 1994). Recientemente Rajaraman et al. (1998) encontraron que los terneros neonatos tienen una concentración muy baja de vitamina A y esto está muy relacionado con el correcto funcionamiento inmunológico.

Cuadro 4. Datos productivos y sanitarios durante las primeras 4 semanas, en función de la cantidad de Ig en sangre en terneros (n=2.016) (Fowler, 1998).

	Nivel de Ig en suero mg/ml				
	0 – 4,9	5,0 – 9,9	10 –14,9	15 –24,9	25+
Número de animales	129	224	323	592	748
% total de los animales	6,4	11,1	16,0	29,4	37,1
Ganancia total de peso	9,47c	10,61b	10,85ab	11,39ab	11,43a
Índice de conversión	2,70 ^a	2,15b	2,16b	1,96b	1,85b
Días con diarrea	7,31 ^a	5,66b	4,76c	5,07bc	4,86 c
% de mortalidad	29c	16b	11a	8 ^a	8 ^a
a,b,c Valores con diferente letra son diferentes significativamente P<0,05.					

4.1- MANEJO DEL CALOSTRO

- ❑ El ternero deberá realizar su primera ingestión de calostro lo antes posible. Existen autores que sitúan el tiempo máximo dentro de los primeros 30 minutos de vida (Martino et al., 1987). La capacidad del abomaso en estos momentos es de unos 2 litros por lo tanto no deberá excederse dicha cantidad por toma.
- ❑ Un ternero debe ingerir, en las primeras 6 horas de vida, una cantidad equivalente al 6% de su peso vivo, o entre el 10 - 15% de su peso en las primeras 12 horas (Martino et al., 1987). Si es necesario debe practicarse una alimentación forzada, mediante sonda, para conferir suficiente inmunidad.
- ❑ La ingestión de calostro difiere entre terneros, pero puede llegar a ser hasta de 10 litros el primer día, reduciéndose significativamente el segundo día.

- ❑ El hecho de que las proteínas del calostro no sean digeridas y se absorban exactamente igual a como son ingeridas por el ternero obedece a varias razones. Por un lado las células fúndicas del abomaso no secretan ácido clorhídrico durante las primeras 24 horas de vida, por lo tanto el pepsinógeno no es convertido en pepsina y no son atacadas las proteínas, además la renina sólo ataca y coagula a la caseína. Por otra parte el calostro posee un factor inhibidor de la tripsina que evita la digestión de las Ig y éstas pasan al intestino con el suero rápidamente (Longenbach et al., 1998). Además el calostro tiene una velocidad de tránsito mucho mayor que la leche entera (Yvon et al., 1993).
- ❑ En granjas con problemas es conveniente realizar un apretado programa de vacunación para todo el rebaño y, especialmente a las vacas próximas al parto, contra los agentes presentes en la explotación. Esto debe hacerse de acuerdo con un veterinario.
- ❑ El calostro de la propia madre no siempre es el más indicado, ya que las vacas compradas o novillas no poseen anticuerpos específicos contra los gérmenes presentes en dicha explotación. El primer calostro dado por las vacas de 3° y 4° parto en la misma explotación puede ser congelado para emergencias. El calostro es relativamente lábil y puede mantenerse pocos días a temperatura de refrigeración. Sin embargo, es muy estable cuando se mantiene congelado a -20° C. Para evitar la desnaturalización de las proteínas, el recalentamiento se hará a una T^a máxima de 40°C en un baño maría.
- ❑ La opción de dar calostro de otra vaca que no sea la madre quedará muy limitada si en la explotación o en la zona existen brotes de la enfermedad de “Johnne” o paratuberculosis, debido a que es necesario seguir y en su caso sacrificar a las hijas de vacas positivas.
- ❑ La inmunización pasiva puede valorarse entre las 24 horas y los 7 días de vida. El método más práctico a nivel de explotación es valorar las proteínas séricas por refractometría. Terneros con niveles inferiores a 5 mg/dl tienen muchas posibilidades de contraer infecciones.
- ❑ No se debe administrar calostro a terneros mayores de 4 días porque puede provocarles diarrea, debido a su alto contenido en sales de magnesio.

5.- LACTORREEMPLAZANTES (LR)

Los primeros LR 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. Estos productos provocaban serios problemas digestivos debido a la imposibilidad de los terneros para digerir las proteínas desnaturalizadas resultantes de la aplicación de estos procesos. 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 provoca que se empiecen a utilizar otros ingredientes en la elaboración de LR como solubles de harina de carne, harina de soja, levaduras de cervecera, 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 soja que comienzan a ser económicamente interesantes. Esto solucionó el problema de los aportes de proteína y fue a principios de los 90 cuando se desarrollan 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 (Heinrichs, 1992).

Actualmente la industria de los LR continúa viéndose afectada por los rápidos cambios que ocurren tanto a nivel de producción de las granjas como en la manufacturación de la industria que los procesa. Al mismo tiempo, la leche y sus componentes encuentran nuevos segmentos en el mercado de consumo humano a través de nuevas tecnologías y de una creciente demanda. Debido a esto los precios de la leche descremada en polvo sufren una gran fluctuación, haciéndolos en determinados momentos poco atractivos para su uso.

El esfuerzo investigador sigue centrado en abaratar los precios de los LR y, en especial de la crianza del ternero, incluyendo el conocimiento de las necesidades nutricionales del ternero, el estudio del procesamiento y uso de fuentes de proteínas no lácteas y los programas de alimentación y manejo de los animales (Tomkins et al., 1994).

Se hace evidente que las necesidades nutricionales de los terneros no se conocen si las comparamos con las crías de otras especies zootécnicas (cerdos y aves). Sin tener completo conocimiento de estas necesidades es difícil interpretar los resultados de las investigaciones. Muchos de los trabajos publicados se realizaron con un número relativamente pequeño de

animales y se confunden por la presencia de alimento seco en la dieta. En suma cuando se comparan los índices de crecimiento teóricos de los terneros, con los observados en la práctica, es evidente que el crecimiento está frecuentemente por debajo del potencial genético y es en parte atribuible a la alimentación.

Uno de los factores más significativos que afectan al coste de los LR son el nivel y la fuente de proteínas; por lo tanto mucha de la investigación se ha centrado en estas dos áreas. Desafortunadamente hay una estrecha relación entre estos dos puntos y no se ha solucionado suficientemente bien (Tomkins et al., 1994).

Los LR comerciales para criar terneros destetados a las 6-8 semanas de edad generalmente contienen niveles desde el 18 hasta 24% de proteína y pueden variar desde el 100% de proteína láctea hasta un 20%. El resultado que un criador puede esperar de estas dietas puede diferir significativamente. En un estudio realizado con 240 terneros en el que se estudiaban cuatro niveles de proteína láctea como porcentaje total de la proteína (100, 50, 40 y 30), el rendimiento medido como ganancia diaria de peso (GDP) durante los primeros días, del 1 al 14, disminuyó de 218 a 88 g/día para los grupos de 100 a 30% de proteína láctea. Igualmente la morbilidad y la mortalidad aumentó del cero al 16% respectivamente (Tomkins et al., 1994).

5.1.- PROTEÍNAS LÁCTEAS

A mediados de los 80 cuando los excedentes de leche descremada en polvo (LDP) disminuyeron, los precios de los LR aumentaron y se hizo necesario buscar alternativas. De todas ellas la utilización de sueros y especialmente los sueros concentrados en proteína (SCP) son los que mayor utilización tienen en el mercado. Los SCP se producen por ultrafiltración del suero líquido para quitar la lactosa y otros componentes solubles, en su mayoría minerales. Debido a que estos procesos se pueden detener en distintas fases existe una variedad muy amplia en el mercado. En el cuadro 5 se exponen las características químicas de los más comunes en el mercado.

Cuadro 5.- Características químicas de algunos subproductos lácteos.

	Leche Desnatada	Suero Dulce	Suero Ácido	Suero Delactosado Proteína 24	Suero graso	Suero Concentrado Lactosa	Suero Concentrado Proteína 35	Suero Concentrado Proteína 70
Proteína	36,5	12,2	10,0	24,0	32,0	4,0	35,0	70,0
Grasa	0,7	0,8	0,8	1,5	6,0	1,0	2,5	5,0
Cenizas	8,0	8,0	11,0	17,5	8,0	9,0	7,0	5,5
Lactosa	50,0	71,0	65,0	45,0	48,0	82,5	50,0	15,0
Lisina	2,82	0,95	1,70	1,79	2,46	0,01	2,96	4,22
Met + Cistina	1,23	0,47	0,82	0,82	1,05	0,01	1,52	0,89
Treonina	1,61	0,75	1,37	1,37	1,39	0,01	2,17	3,10
Triptófano	0,48	0,17	0,33	0,33	0,40	0,01	0,52	0,73
Sodio	0,5	0,7	1,7	1,7	0,5	1,1	0,4	0,6
Potasio	1,5	2,0	4,5	4,5	1,5	2,5	1,6	1,2
Calcio	1,3	0,6	2,0	2,0	1,3	0,5	0,6	0,4
Fósforo	1,0	0,7	1,3	1,3	1,0	0,6	0,7	0,5
Cloro	1,1	1,6	3,8	3,8	1,1	1,7	1,2	0,9

Las investigaciones realizadas por Tomkins y Sowinsky (1992) muestran que se puede sustituir totalmente la proteína de leche descremada en polvo por la del suero concentrado en proteína, en una serie de ensayos con 605 terneros, en los que se compararon rendimientos con LR formulados con LDP contra otros con SCP (cuadro 6).

Cuadro 6.- Ganancia media diaria (kg) en tres ensayos diferentes comparando LR formulados con 100% proteína de LDP y 100% proteína de SCP (Tomkins y Sowinsky, 1992)

	Leche	Suero
Ensayo 1 de 1 - 32 días	0,79	0,76
Ensayo 2 de 1 - 35 días	0,57	0,56
Ensayo 3 de 1 - 38 días	0,59	0,60
No se encontraron diferencias significativas.		

Conviene señalar que la proteína de suero (albúminas y globulinas en su mayoría) por definición no forma cuajo como sucede con la caseína cuando se expone a la renina y a la pepsina a un pH adecuado. Esto suscitó cierta controversia en la industria al comparar calidades. Sin embargo antiguas investigaciones Europeas demostraron que sí la leche desnatada en polvo es indebidamente calentada durante el proceso de secado, causa diarreas y retrasos en el crecimiento de los terneros, principalmente a causa de dos factores: uno es que no se formaba el cuajo debido a que el calor hace que interaccionen la kappa-caseína con la β -lactoalbumina, y el otro, quizá el más importante, es que el material que pasa al intestino delgado tiene una digestibilidad muy baja y cualquier producto no digerido que pase al intestino grueso provoca irritación y ésta diarrea. De manera normal el cuajo se forma 3-4 minutos después de la ingestión, las proteínas del suero (20% del total) y la lactosa salen rápidamente por las contracciones del abomaso, mientras que la caseína y la grasa se digieren lentamente. También se demostró que no es indispensable la formación del cuajo en los LR siempre y cuando se formulen con materias primas de alta digestibilidad en el intestino delgado (Roy, 1980). En el cuadro 7 se comparan lactorreemplazantes en los que se va sus-

tituyendo la leche descremada en polvo por concentrados proteicos de sueros hasta llegar al 100% de sustitución, obteniéndose resultados muy parecidos en los cuatro grupos.

5.2.- PROTEÍNAS NO LÁCTEAS

Distintos tipos de proteínas tanto de origen animal, como vegetal se han investigado como sustitutivos de las proteínas lácteas. Entre ellas las más usadas son: proteínas vegetales de soja (aislados de proteína de soja, concentrados, harinas de alta proteína y soja micronizada), trigo (concentrado de solubles de proteína de trigo), patata y guisante, y proteínas animales como la de sangre, plasma, carne, pescado. Los productos que actualmente tienen mayor importancia económica son los que provienen de la soja, trigo y plasma animal.

Cuadro 7.- Consumo, crecimiento y eficacia alimenticia de terneros alimentados con diferentes lactorreemplazantes desde el nacimiento hasta la 6ª semana de vida (Lammers, et al 1998)

Variable	Lactorreemplazantes			
	100% LDS	67% LDS 33% PSC	33% LDS 67% PSC	100% PSC
Consumo, g/d	588	584	587	589
Peso inicial, kg	42,5 ab	42,0 b	45,2 a	47,1 a
GMD, g/d	199 b	231 ab	260 a	258 ab
Eficacia alimenticia, g MS/g ganancia	3,00 a	2,52 ab	2,29 b	2,40 ab
Estatura inicial, cm	75,5	75,4	77,7	76,6
Crecimiento, cm/d	0,11	0,13	0,13	0,14

LDS = Leche descremada en polvo PSC = Proteína de suero concentrada (Suero delactosado).
GMD = Ganancia media diaria

Van Kempen y Huisman (1991) en su revisión informaron que la digestibilidad proteica de la mayoría de las fuentes no lácteas es menor que la de la leche desnatada en polvo. Una excepción es el concentrado de proteína modificada de trigo.

5.2.1.- Proteínas de soja

La utilización de proteínas de soja en los LR está claramente justificada por temas económicos, aunque la soja como tal contiene un número elevado de factores antinutritivos (FA) como los antitripsicos, los factores antigénicos de las proteínas, la conglicina y betaconglicina y los compuestos fenólicos. Respecto a estos últimos Gardner et al. (1990) han visto que están implicados en las respuestas negativas de los LR que contienen soja como fuente proteica. Además, la soja contiene niveles altos de carbohidratos como la sacarosa, rafinosa y la sucrosa que presentan serias dificultades para su digestión en los terneros. Existen varios tipos de procesamientos industriales para reducir o en su caso suprimir completamente los efectos negativos de los factores antinutritivos. El concentrado de harina soja se obtiene eliminando los carbohidratos solubles de la soja desengrasada con una solución de alcohol, y los aislados de proteína se obtienen por precipitación ácida y resolubilización alcalina.

Utilizando estas materias primas se han hecho intentos para subir el nivel de sustitución de proteína láctea a más del 50% pero los resultados no fueron favorables (Sowinski, et al; 1993). Es difícil establecer si el bajo rendimiento está en función de una interferencia con el metabolismo debido a los FA o a la baja calidad de las proteínas respecto de la digestibilidad de los aminoácidos o a una mezcla de ambas. Es también difícil de asumir que los niveles de FA finales sean estables sin un seguimiento continuo y sin la disponibilidad de técnicas rápidas y repetibles de análisis.

5.2.2.- Proteínas de trigo

Este producto se obtiene aplicando al trigo una hidrólisis ácida para la obtención de almidón. Estudios de crecimiento hechos con terneros mostraron buenos resultados cuando se sustituye la leche desnatada por proteína de trigo a niveles de hasta el 15%. En un estudio efectuado por Tolman y Demeersma (1991) terneros con una dieta que contenía 20% de proteína de trigo tuvieron una ganancia media diaria y una conversión alimenticia de sólo 4% menos que el control con leche desnatada. A su alta digestibilidad la proteína de trigo suma una alta solubilidad, al contrario que la harina y el concentrado de soja ambos insolubles y que sólo se mantienen en suspensión.

5.2.3.- Proteínas de plasma animal

En la actualidad el plasma animal, procedente tanto de origen porcino como bovino, está disponible para la industria. Cuando el plasma se pulveriza en seco bajo condiciones cuidadosamente controladas (en torre de atomi-

zación), produce una proteína soluble de alta calidad, con un perfil de aminoácidos comparable al de la leche descremada. Sin embargo existen más investigaciones sobre su utilización en piensos de arranque.

5.2.4.- Otras proteínas no lácteas

Se han hecho estudios con otras proteínas vegetales, como la del guisante y la de patata, mostrando resultados muy variables. Generalmente, donde la proteína no láctea es relativamente baja (< 20%), el estudio no afecta significativamente, si se les suplementa con concentrados de buena calidad y se les desteta entre las 6 y 8 semanas de vida. Cuando el índice de sustitución es mayor al 20% o el LR se suministra por un periodo prolongado, como en la producción de la ternera blanca, la respuesta negativa se vuelve significativamente mayor. Este tipo de resultados demuestra que sin el conocimiento de las necesidades en aminoácidos de los terneros resulta difícil interpretar las investigaciones sobre la proteína.

Recientemente Kanjanapruthipong (1998) determinó la digestibilidad ileal y los parámetros productivos en terneros alimentados con tres LR distintos. En el lote control toda la proteína fue láctea, en el segundo se sustituyó el 50% con harina de soja 44% y en el tercer grupo se les adicionaron sobre la dieta con harina de soja 44, treonina, metionina y lisina sintéticos. El grupo control fue significativamente mejor que los otros dos grupos ($P < 0,05$) en el crecimiento medio diario, la digestibilidad ileal de la materia seca y del nitrógeno y la retención de nitrógeno. El grupo tres fue a su vez mejor significativamente al dos en el crecimiento medio diario y en la retención de nitrógeno, sin embargo no hubo diferencias en la digestibilidad ileal.

5.3.- NIVEL ENERGÉTICO

El contenido energético de las leches maternizadas está determinado por el porcentaje de lactosa y de las diferentes fuentes de grasa (cuadro 8). Los niveles de esta última en los productos comerciales varían desde el 10 al 22%, sin embargo los efectos del nivel energético de la ración no están bien determinados, debido a las interacciones con el medio ambiente, la energía derivada del funcionamiento ruminal (si el ternero recibe alimento sólido) y la diferencia en la utilización metabólica, tanto de las grasas como de los carbohidratos. El tipo de grasa utilizada también es muy importante, los ácidos grasos de cadena corta y los insaturados se digieren mejor, dándoles teóricamente un valor energético más elevado. En el cuadro 8 se puede ver que la grasa butírica tiene del 20 al 31% de ácidos grasos de cadena corta y el 36% de insaturados.

Está medianamente claro que el ternero requiere un nivel más alto de energía cuando la temperatura del medio ambiente desciende por debajo del "punto crítico" (definido como la temperatura por debajo de la cual hay un marcado incremento en la producción de calor para mantener la temperatura corporal). Las investigaciones demuestran que terneros que estén a una temperatura ambiental de -4°C consumen aproximadamente un 30% más de energía para su mantenimiento que otros que se encuentren a 10°C (Scibilia et al., 1987). Sin embargo casi nada se sabe respecto al efecto del exceso de calor sobre las necesidades energéticas de los terneros.

El aumento de energía en los LR se puede realizar de varias maneras:

- Incrementar la concentración de lactorreemplazante en la dilución.
- Dar tomas más frecuentemente.
- Añadiendo una fuente extra de grasa digestible en la dieta.

Cuadro 8.- Composición en ácidos grasos de aceites y grasas animales (%).

	Aceite de soja	Aceite de coco	Aceite de Palma	Manteca	Sebo	Grasa Butírica	Pescado Sud-americano	Pescado Arenque
C6		0,5-1				5-7		
C8		6-9				1-3		
C10		6-7				2-3		
C12		45-48	0-0,5	0-0,5	0-0,25	1-5		
C14		18-20	1-1,5	1-2	2-4	11-13	7,5	6,1
C16	10-11	8-10	41-45	23-27	23-26	25-30	17,5	10,8
C16:1			0-0,5	2-4	3-4	1-4	9	7,3
C16:2				0-0,25				
C18	4-5	2-4	4-6	5-8	17-25	9-13	4	1,4
C18:1	21-24	7-9	36-41	39-44	35-45	23-26	11,6	10,3
C18:2	53-56	2-3	10-12	17-24	2-4	1-3		
C18:3	7-9		0-0,5	1-2	0-0,5	2-3		
C20	0-0,5		0,25-0,5	0-1	0,25-0,5			
C20:1	0-0,5		0-0,5	0-1	0,5-1	1-2	1,6	13,4
C20:2				0-1	0-0,5			
C20:5							17	7,5
C22			0-0,25					
C22:1							1,2	21,3
C22:2								
C22:6							8,8	6,8
Insaturados	84	9	50	58	45	36	67	75
Saturados	16	91	50	41	55	64	33	25

Generalmente, el aumentar los niveles de grasa en las leches de 12 al 20 % incrementarán los índices de crecimiento en los terneros que no dispongan de suplementación sólida, sin embargo cuando tienen acceso a pienso de arranque de buena calidad, el aumento de los niveles de grasa tiende a disminuir la toma de concentrados retrasando la capacidad de rumia y comprometiendo los índices de crecimiento (Tomkins et al., 1994). El mejor sistema para la alimentación invernal es aumentar la ingestión de un LR nutricionalmente equilibrado incrementando, bien la frecuencia de las tomas o el porcentaje del sólido y asegurando que el pienso de arranque esté siempre disponible.

5.4.- LOS LR Y LOS ELECTROLITOS

Se ha sugerido siempre como rutina normal que la leche sea retirada durante los procesos diarreicos en la creencia que las funciones digestivas están afectadas y la alimentación láctea solo agravaría esa condición. Se ha demostrado recientemente que la utilización de electrolitos junto con la retirada del aporte lácteo a los terneros con diarrea no da los resultados óptimos (Drackley y Garthwaite, 1994). Últimamente se ha dejado bastante claro que mantener entera la alimentación láctea es crítica y los mejores resultados se obtienen cuando los terneros se les ofrece, la mitad de la dosis de LR y los electrolitos durante todo el día. La rehidratación oral con productos que contengan fibras solubles e insolubles y agentes gelificantes tienen ventajas en los tratamientos.

6.- PIENSOS DE ARRANQUE

El primer pienso que consume el ternero tiene una importancia vital, ya que con él se sustituye definitivamente el lactorreemplazante, lo cual representa un notable ahorro en el coste de la alimentación. El tipo de pienso a seleccionar dependerá del tipo de explotación, destino zootécnico, momento del destete, etc.

El objetivo suele ser sustituir el lactorreemplazante (destete) a partir de los 35 días en sistemas de destetes muy precoces y a los 60 en los tradicionales. El pienso de arranque se suministra dependiendo del manejo que se les quiera dar a los animales desde los 10 días hasta las dos semanas después del destete o incluso con el mismo pienso se puede llegar hasta los cinco meses de vida. En este tipo de manejo es conveniente definir el momento en el cual se les empezará a ofrecer forraje a los animales. Barmore (1994) recomienda un peso mínimo de 120 kg de peso vivo, en este momento podemos reducir la cantidad de energía que le ofrecemos a los animales y esta reducción dependerá de la calidad y cantidad de forraje. También recomienda que no se dé por separado el forraje y el

pienso, sino mezclado, puesto que sería muy difícil llevar un control de los consumos. La cantidad de forraje que necesita el animal en estos momentos dependerá, también de la cantidad de fibra que contenga el pienso que estén consumiendo.

Un buen criterio a seguir para destetar a los terneros es el porcentaje de consumo de materia seca respecto del peso vivo al iniciar el consumo del pienso. Greenwood et al. (1997) recomiendan destetar a los terneros cuando el consumo sea del 1,5 al 2% del peso vivo inicial. Con este tipo de manejo los autores obtuvieron una reducción de días respecto al destete clásico de las 8 semanas de vida sin un efecto negativo en la ganancia de peso. Esto significa que un animal de 45 kg de peso vivo inicial puede ser destetado cuando tenga un consumo continuado durante tres días de 900 g/día.

Debido a lo delicado de los animales en esta etapa el pienso debe reunir una serie de condiciones teóricas:

- Apeticibilidad.
- Alta digestibilidad
- Un nivel energético y proteico adecuados para mantener el desarrollo necesario.

A pesar de que las ideas teóricas están claras, la dificultad radica en el racionamiento diario. Para ello contamos con las recomendaciones de los grandes centros de investigación, sin embargo en general la valoración de los alimentos se ha llevado a cabo en animales adultos. Como ejemplo podemos ver los datos de los valores energéticos de la grasa para vacuno:

- El NRC (1989) solo se da un dato de ENI 5,84 Mcal tanto para las grasas animales como para las vegetales.
- El NRC (1996) divide las grasas animales de las vegetales dándoles un valor superior a las primeras:

	Grasa animal Mcal	Grasa vegetal Mcal
ENm	6,00	4,75
Eng	4,75	3,51

- El INRA (1988) da un solo dato para todas las grasas UFl 2,76 y UFc 2,83.
- El sistema holandés (CVB, 1997) le da un mayor contenido energético a las grasas vegetales:

	Grasa animal	Grasa vegetal
VEM	3259	3509 (Leche)
VEVI	3837	4185 (Carne)

En contraste el NRC (1998) de porcino define cinco tipos diferentes de grasas divididas en tres grupos: grasas animales, aceite de pescado y aceites vegetales.

A nivel de investigación sobre necesidades nutritivas, la mayoría de los ensayos están realizados siguiendo el sistema de dosis respuesta, o sea, dando un valor determinado y observando los resultados productivos. Por ejemplo Akayezu et al. (1995) estudiando diferentes niveles de proteína observaron que el mejor nivel de proteína en piensos de iniciación (cuadro 9) fue el 19,6 %, en las condiciones del ensayo. Sin embargo, en otros trabajos de este estilo se encuentran respuestas óptimas para niveles más bajos y más altos.

Este tipo de ensayos presentan varios problemas de interpretación, uno de ellos es que se definen los resultados para condiciones y niveles de nutrientes muy concretos y en general no brindan una explicación de los fenómenos básicos, por lo que se hace difícil extrapolar los resultados al racionamiento práctico.

Cuadro 9.- Ganancia media diaria (kg) en cuatro tipos de piensos de iniciación de terneros, con diferentes niveles de proteína bruta (Akayezu et al., 1995).

	A	B	C	D
Contenido en proteína (%)	15	16,8	19,6	22,4
Predestete	0,37	0,39	0,38	0,44
Destete	0,71	0,75	0,86	0,79
4 – 56 días	0,54	0,56	0,62	0,61

6.1.- INGREDIENTES

Los cereales constituyen la principal fuente de energía y son el componente más importante, en cuanto a porcentaje de inclusión en los piensos de iniciación de terneros. En este tipo de piensos es recomendable la utilización de cereales procesados térmicamente, especialmente el maíz, debido a que la aplicación de calor provoca la gelatinización del almidón, aumentando su digestibilidad, su desdoblamiento hasta AGV en el retículo-rumen y generalmente mejorando el consumo. Los otros cereales (cebada y trigo) de utilización más común se pueden

utilizar directamente debido a que su almidón se aprovecha mejor. Sin embargo tienen compuestos como los β -glucanos que podrían disminuir su digestibilidad total, además que el valor energético de los cereales de invierno es inferior al del maíz. Como aportes proteicos el más utilizado es la harina de soja 44 y la soja integral tostada o extrusionada, aunque podríamos considerar la posibilidad de utilizar harina de pescado, principalmente porque los terneros en estas edades responden muy bien a los niveles altos de proteína no-degradable (35-40% sobre el total de la proteína bruta). Las otras fuentes de proteína vegetal disponibles en el mercado pueden ser utilizadas aunque, en general, en bajos porcentajes debido a su alto contenido en fibra muy lignificada o a la cantidad de factores antinutritivos.

Dentro de los productos fibrosos recomendables para utilizar en piensos de iniciación de terneros están los salvados de trigo. Estos tienen una doble ventaja, una fibra de buena calidad y un contenido en almidón medianamente alto y físicamente separado. La cascarilla de soja es otro subproducto fibroso que puede ser utilizado con ventajas debido a su tipo de fibra que tiene un alto aprovechamiento, con una degradabilidad teórica ruminal lenta, favoreciendo también el desarrollo de las papilas ruminales.

Otro de los factores importantes para que los terneros inicien el consumo de materia seca y en especial del pienso, es la presencia de agua fresca. Respecto a esto en un estudio clásico (cuadro 10), realizado en la Universidad de Utrecht en Holanda (1985), se encontraron diferencias significativas en el consumo y crecimiento entre grupos en los cuales la única diferencia fue la presencia de agua.

Cuadro 10.- Influencia del consumo de agua sobre los resultados productivos (Dutch Veterinary University of Utrecht, 1985).

	Grupo con LR + agua	Grupo sin agua
Peso al nacimiento (kg)	39,8	39,7
Peso a las 10 semanas (kg)	87,4	76,1
Crecimiento/día (kg)	0,68	0,52
Consumo total (kg)		
- LR	40,7	40,1
- Pienso	52,1	32,6

6.2.- PRESENTACIÓN DEL PIENSO

El pienso de arranque se puede presentar tanto en harina como en gránulo, obteniéndose en ambos casos resultados similares siempre que se tenga en cuenta que:

- Las harinas deben tener una granulometría grosera en donde predominen los granos troceados y las partículas de tamaño comprendidos entre 1,5 - 2,5 mm, sobre las de menor tamaño. Los piensos excesivamente molidos resultan menos apetecibles y pueden ocasionar problemas digestivos (acidosis).
- Los gránulos pueden fabricarse de entre 3,5 a 4,5 mm de diámetro sin problemas de apetecibilidad, aunque se debe buscar una buena relación entre dureza y durabilidad. Durezas superiores a 15 puntos con medidores de tornillo (Bonals) suelen crear, frecuentemente baja apetecibilidad.

Como conclusiones prácticas podemos decir que en este tipo de piensos es fundamental el contenido y la calidad de almidón que se utilice, otro nutriente importante es la lactosa con la que aprovechamos la capacidad enzimática de los animales y al ser un disacárido su fácil desdoblamiento en el rumen hasta ácidos grasos volátiles. El nivel de proteína en los trabajos consultados se sitúa como mínimo en un 18% y parece ser que en los rumiantes la fuente no es tan importante, aunque responden muy bien a niveles altos de proteína no-degradable superiores al 35% de la proteína total.

7.- REFERENCIAS

- ABE, M., MATSUNAGA, M., IRIKI, T., FUNABA, M., HONJO, T. y WADA, Y. (1999) *J. Dairy Sci.* 82, 320-332.
- AKAYEZU, J.M., LINN, J.G., OTTERBY, D.E., HASEN, W.P. y JOHNSON, D.G. (1994) *J. Dairy Sci.* 77, 1882-1889.
- ALDRIDGE, B., GARRY, F. y ADAMS, R. (1982) *Contin. Educ. Art.* 14, 265.
- BARMORE, J.A. (1994) *Feedstuffs*, November 14.
- BEHARKA, A.A., NAGARAJA, T.G., MORRILL, J.L., KENNEDY, G.A. y KLEMM, R.D. (1998) *J. Dairy Sci.* 81, 1946-1955.
- BOOTH, H.N. y McDONALD, L.E. (1988) *Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 6ª Edition. Iowa State University Press/Ames.
- CAEIRO POTES (1998) *Prod. Anim.* 137, 94-107.
- CHURCH, D.C. (1979) *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants* OSU Book Stores Inc. Oregon.
- CVB (1997) *Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoeders*. CVB-reeks nr 22.

- DRACKLEY, J.K. y GARTHWAITE, B.D. (1994) *New Concepts in Milk Replacers and Fluid Therapy for Calves*. Professional Dairy Management Seminar. University of Illinois.
- EICHER, S.D., MORRILL, J.L., BLECHA, F., CHITKO-MCKOWN, C.G., ANDERSON, N.V. y HIGGINS, J.J. (1994) *J. Dairy Sci.* 77, 1399-1407.
- FOWLER, M.A. (1998) *Feedstuffs*. June 8.
- GARDNER, R.W., SHUPE, M.G., BRIMHAM, W. y WEBER, D.J. (1990) *J. Dairy Sci.* 73, 1312- 1317.
- GREENWOOD, R.H., MORRILLAND, J.L., TITGEMEYER, E.C. y KENNEDY, G.A. (1997) *J. Dairy Sci.* 80, 2534-2541.
- GREENWOOD, R.H., MORRILLAND, J.L. y TITGEMEYER, E.C. (1997) *J. Dairy Sci.* 80, 2542-2546.
- HALEY, D.B., RUSHEN, J., DUNCAN, J.H., WIDOWSKI, T.M. y PASILLE, A.M. (1998) *J. Dairy Sci.* 81, 2165-2172.
- HAMADA, T., MAEDA, S. y KAMEOKA, K. (1976) *J. Dairy Sci.* 59, 1110-1118.
- HARRISON, H.N., WARNER, R.G., SANDER, E.G. y LOOSLI, J.K. (1961) *J. Dairy Sci.* 43, 1301-1312.
- HEINRICHS, J. (1992) *Feedstuffs*, May 24.
- HORNICKE, H. y BJORNHANG, G. (1980) *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*, MTP Press Ltd., Lancaster, England.
- IBURG, M. (1997) *Lohman Information* 20, P.37.
- INRA (1988) *Alimentation des bovins ovins & caprins*. Ed. R. Jarrige. INRA. París 1988.
- KANJANAPRUTHIPONG, J. (1998) *J. Dairy Sci.* 81, 2912-2915.
- LAMMERS, B.P., HEINRICHS, A.J. y AYDÍN, A. (1998) *J. Dairy Sci.* 81, 1940-1945.
- LONGENBACH, J.L. y HEINRICHS, A.J. (1998) *Anim. Feed Sci. Techn.* 73, 85-97.
- LUCHINI, N.D., LANE, S.F. y COMBS, D.K. (1993) *J. Dairy Sci.* 76, 255-266.
- MARTINO, A., RIAGAU, T., DOMINGUEZ, J.C., CARBAJO, M.T. y MIRO, J. (1987) *El ternero recién nacido*. (ed) Vacuno de Carne. ONE, S.A., Barcelona. pp. 37-44.
- MULLER, L.D. y ELLINGER, P.K. (1981) *J. Dairy Sci.* 64, 1727.
- NOBLE, R.C. (1989) *Lipids Metabolism in Ruminant Animals*. Ed. Butterworths. London.
- NRC (1996) *Nutrient requirements of beef cattle*, 7th rev. ed. National Academy Press, Washington
- NRC (1989) *Nutrient requirements of dairy cattle*, 6th rev. ed. National Academy Press, Washington.
- NRC (1998) *Nutrient requirements of swine*, 10th rev. ed. National Academy Press, Washington
- ØRSKOV, E.R. (1988) *Nutrición proteica de los rumiantes*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- POWEL, J.R., BARRAT, M.E.J. y PORTER, P. (1984) *En: Immunological aspects of Reproduction in Mammals*. Butherworth. London. pp.265.
- RAJARAMAN, V., NONNECKE, B.J. y HORST, R.L. (1997) *J. Dairy Sci.* 80, 2380-2390.
- ROY, J.H.B. (1980) *The Calf*. 4th ed. Butterworths, London.
- SCIBILIA, L.S., MULLER, L.D., KENSINGER, R.S., SWEENEY, T.F. y SHELLENBERGER, P.R. (1987) *J. Dairy Sci.* 70, 1426-1433.
- SERRATOSA, J.I., VILAGELIU, I. y MIRO I ROIG, J. (1993) *Bovis*, 51, p. 43.
- SOWINSKI, J.S., TOMKINS, T. y KEITH, N.K. (1993) *Performance of Male Holstein Calves Fed Milk Replacer Diets Containing Either Modified Wheat Protein or Soy Protein Cocentrates*. Abstr. Proc. Am. Soc. An. Sci. and Am. Dairy Sci. Iowa.
- TOLMAN, G.H. y DEMEERSMA, M. (1991) *Digestibility and Growth Performance of Soluble Wheat Protein for Veal Calves*. Proceedings of the International Symposium on Veal-Calf Production. Wageningen, Netherlands.
- TOMKINS, T. y SOWINSKI, J.S. (1992) *Impact of Modern Milk Replacer Formulations on Calf Health and Performance*. World Buiatrics Cong. And Am. Assoc. Bovine Practitioners Conf. Vol. 3.
- TOMKINS, T., SOWINSKI, J. y DRACKLEY, J. (1994) *Feedstuffs*, October 10.
- VAN KEMPEN, G.J.M. y HUISMAN, J. (1991) *Some Aspects of Skim-milk Replacement by Other Protein Sources in Veal Calf Diet*. Proc. Int. Symp. on Veal-Calf Production. Wageningen. Netherlands.
- WARNER, R.G. y FLATT, W.P. (1965) *En: Physiology of Digestion in the Ruminant*. pp. 24. Butterworths, Washington.
- YVON, M., LEVIEUX, D., VALLUY, M.C., PELISSIER, P. y MIRAND, P.P. (1993) *J. Nutr.* 123, 586-596.
- ZEREMBA, W., GUTERBOCK, W.M. y HOLBERG, C.A. (1993) *J. Dairy Sci.* 76, 831-836.

Volver a: [Destete](#)