

NOTA TÉCNICA

REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA PARA TERNERAS DE LECHERÍA¹

Jorge Alberto Elizondo-Salazar²

RESUMEN

La ternera siempre ha requerido cuidado y atención especial para que pueda sobrevivir desde el nacimiento al destete y más allá. Desde el punto de vista nutricional, establecer los requerimientos proteicos de la ternera puede ayudar a los productores a proveer dietas que llenen las demandas para un óptimo desarrollo y buena salud. Por lo tanto, durante el primer semestre del año 2013 en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata, se pretendió presentar un extracto de los requerimientos nutricionales de proteína para terneras de lechería a partir de la publicación del National Research Council (NRC, 2001): Requerimientos Nutricionales para Ganado de Leche, con el objetivo de hacer esta información más accesible a usuarios potenciales de Costa Rica y América Latina.

Palabras clave: Ganado de leche, alimentación, nutrición, crianza de terneras, crecimiento.

ABSTRACT

Protein requirements for dairy calves. The calf has always required special care and attention in order to survive from birth to weaning and beyond. From a nutritional point of view, establishing the protein requirements of the young calf could help producers provide diets in order to meet nutrient demands for optimum growth and health. For this reason, during the first semester of 2013 at the Alfredo Volio Mata Research Station, it was pretended to present the daily protein requirements of dairy heifer calves extracted from the National Research Council (2001) publication: Nutrient Requirements of Dairy Cattle, with the objective of making this information more available to potential users in Costa Rica and Latin America.

¹Inscrito en la Vicerrectoría de Investigación. Proyecto 737-A9-184. Universidad de Costa Rica.

²Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: jorge.elizondosalazar@ucr.ac.cr

Recibido: 19 setiembre 2013

Aceptado: 25 octubre 2013

Key words: Dairy cattle, feeding, nutrition, calf rearing, growth.

INTRODUCCIÓN

Las terneras que nacen en cualquier explotación lechera, representan una oportunidad para incrementar el tamaño del hato, para mejorarlo genéticamente y para aumentar el ingreso económico de los productores. Por lo tanto, el objetivo de cualquier programa de reemplazos debe ser criar y desarrollar animales que alcancen un tamaño y peso óptimo tempranamente para iniciar la pubertad, establecer la preñez y parir fácilmente a una edad adecuada y al menor costo posible (Garnsworthy, 2005).

Para lograr dicho objetivo, es necesario comprender que la salud, el crecimiento y la productividad de las terneras recaen fuertemente en las prácticas de alimentación que se implementen en las fincas. Sin embargo, la alimentación y manejo en la crianza y desarrollo de terneras no son una prioridad en muchas fincas lecheras de nuestro país y esto puede repercutir negativamente en la tasa de crecimiento de los animales y afectar su desempeño productivo y reproductivo.

La poca atención que se dedica al manejo y nutrición de las terneras, se refleja en una serie de problemas que pasan desapercibidos hasta que comienzan a producir leche e incluso, la mayoría de productores no establece una relación entre lo que pasó en la época de crianza con el desempeño productivo y reproductivo del animal adulto. En la mayoría de los casos, la baja producción de una vaca se atribuye a factores genéticos o de alimentación y raras veces a problemas ocurridos durante la etapa de crianza y desarrollo (Martínez, 2003). En este sentido, establecer y satisfacer los requerimientos de los animales de la mejor forma posible, repercutirá significativamente sobre el bienestar y productividad de los mismos.

Excepto por el agua, el primer requerimiento de un animal es por energía. La proteína es el segundo componente nutricional más importante de la dieta y regularmente recibe la mayor atención ya que es el componente más caro de la ración para la ternera (Davis y Drackley, 1998).

Como todos los animales, la ternera requiere de aminoácidos más que de proteína. Sin embargo, la falta de suficiente información en la nutrición de aminoácidos,

no deja alternativa que establecer los requerimientos de nitrógeno (N) de la ternera en términos de proteína.

En Costa Rica los programas de alimentación de terneras casi no consideran los requerimientos nutricionales y es poco probable que una ternera que no gana peso en las primeras semanas de vida pueda recuperarlo e igualar el desempeño de animales bien alimentados (Medina, 1994). Por esta razón, el objetivo de este trabajo es presentar los requerimientos diarios de proteína extraídos a partir de los requerimientos nutricionales para ganado de leche (NRC, 2001), con el fin de hacer esta información más disponible para usuarios de nuestro país y América Latina, y poder de esta manera mejorar el crecimiento de los animales, la producción de leche y los ingresos económicos de los productores.

La Proteína

La proteína dietética generalmente se refiere a la proteína cruda (PC), que para los alimentos, se define como el contenido de nitrógeno multiplicado por 6,25. La definición se basa en la asunción de que el contenido promedio de nitrógeno (N) en los alimentos es igual a 16 gramos por cada 100 gramos de proteína (NRC, 2001).

Las proteínas son las macromoléculas biológicas más abundantes. Se encuentran en todas las células y todos sus componentes. Las proteínas se encuentran en gran variedad de formas y tamaños, variando desde pequeños péptidos hasta inmensos polímeros, exhibiendo también una enorme diversidad de funciones biológicas (Nelson y Cox, 2000).

Monómeros relativamente simples proveen la clave para la estructura básica de miles de proteínas diferentes. Todas las proteínas están constituidas a partir de 20 aminoácidos (AA), unidos covalentemente en secuencias lineales. De estos 20 AA, diferentes organismos pueden producir una diversa gama de productos como enzimas, hormonas, anticuerpos, tejido muscular, cuernos, pezuñas, proteínas de la leche y otras sustancias con distintas actividades biológicas (Maynard y Looslie, 1979; Kellems y Church, 1998).

Determinar en las terneras el requerimiento de este esencial nutriente y satisfacerlo, permitirá mejorar el desempeño productivo de los animales.

Formas de expresar los requerimientos de proteína

A lo largo de los años, se han utilizado diversas formas de expresar los requerimientos de proteína de las terneras.

- a) Como un porcentaje de la materia seca de la dieta. Esta es la forma más utilizada, pero es la menos precisa ya que no toma en cuenta factores que afectan la utilización de la proteína.
- b) La cantidad (gramos) de proteína cruda para llenar los requerimientos de mantenimiento y ganancia de peso. Así es como se utilizó en los requerimientos de nutrientes para ganado de leche (NRC, 1989).
- c) La cantidad (gramos) de proteína aparentemente digestible (PAD) necesaria para llenar los requerimientos de mantenimiento y ganancia de peso (Roy 1970). En el NRC (2001) los requerimientos de proteína se expresan como PAD.

Estableciendo los requerimientos de proteína

Los requerimientos de proteína de las terneras, al igual que para otros animales, se pueden subdividir en aquella requerida para mantenimiento y aquella requerida para crecimiento. Los requerimientos de mantenimiento constituyen pérdidas obligatorias de nitrógeno, mientras que los de crecimiento se refieren al nitrógeno retenido en los tejidos.

De acuerdo con Davis y Drackley (1998), los requerimientos de proteína para mantenimiento de la ternera es una función de dos factores:

- 1) Pérdidas por N metabólico fecal y
- 2) Pérdidas por N endógeno urinario.

El N metabólico fecal es aquel que se encuentra en las heces pero que no es de origen dietético. Este N proviene de tejido que se desprende del tracto gastrointestinal con el paso de alimento, de residuos bacteriales, y de secreciones digestivas. Como puede suponerse, las pérdidas de N por esta vía son relativamente pequeñas en terneras sin destetar (NRC, 2001).

Las pérdidas por N endógeno urinario se origina del metabolismo de tejido. Esto es evidente del hecho que siempre ocurre pérdida de N por esta vía aun cuando el animal consume una dieta libre de N (Davis y Drackley, 1998).

Además de las dos perdidas anteriores, una pequeña cantidad de proteína es necesaria para reponer el N de la superficie corporal. Esta pérdida ocurre por caída de pelo, células y secreciones de la piel. Sin embargo, debido a que la pérdida es tan pequeña, alrededor de 2-3 g.d⁻¹, se considera insignificante y no se toma en cuenta (Davis y Drackley, 1998; NRC 2001).

Con relación al requerimiento de N para crecimiento, éste tiene que ver solamente con aquel N que es retenido en los tejidos del animal.

Otro factor que se toma en consideración para calcular los requerimientos de proteína de las terneras, es el valor biológico de la proteína consumida. Esto es simplemente una medida de que tan bien los aminoácidos de la proteína ofrecida llenan los requerimientos de los aminoácidos del animal. El valor biológico se determina como un porcentaje de los aminoácidos absorbidos que son retenidos en el cuerpo (N retenido/N absorbido x 100). Bajo condiciones ideales, la proteína en la leche tiene un valor biológico entre 80 y 90% (Roy, 1970).

La ecuación general que utiliza el NRC (2001) para establecer los requerimientos de PAD es:

$$\text{PAD (g/d)} = 6,25 (1/\text{VB} (\text{EU} + \text{GP} + \text{MF}) - \text{MF})$$

Donde:

6,25 es el factor utilizado para convertir nitrógeno a proteína.

VB es el valor biológico de la proteína.

EU es la excreción de N endógeno urinario.

MF es el N metabólico fecal (g.kg⁻¹ de materia seca ingerida).

GP es el N para ganancia de peso diaria.

Fases de alimentación de terneras en la etapa de pre-destete

El NRC (2001) reconoce tres fases relacionadas con el desarrollo de las funciones digestivas.

Fase de alimentación líquida: Todos o casi todos los nutrientes se satisfacen con leche o reemplazador de leche. La calidad de estos alimentos se preserva por la funcionalidad

de la gotera esofágica, que dirige los líquidos directamente al abomaso y así evita su degradación bacteriana en el retículo-rumen.

Fase de transición: Tanto una dieta líquida como una dieta sólida a base de alimento balanceado contribuyen a satisfacer los requerimientos nutricionales de las terneras.

Fase de rumiante: La ternera deriva sus nutrientes de alimentos sólidos, especialmente a través de la fermentación microbiana en el retículo-rumen.

Cálculo del requerimiento de proteína para terneras alimentadas solamente con leche o reemplazador de leche.

Basados en estudios disponibles, el NRC (2001) ha establecido los requerimientos diarios de proteína aparentemente digestible de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{PAD (g/d)} = 6,25 \times (1/\text{VB} (\text{EU} + \text{GP} + \text{MF}) - \text{MF})$$

Donde:

6,25 es el factor utilizado para convertir nitrógeno a proteína.

VB es el valor biológico de la proteína, que para esta etapa se ha establecido en 0,8.

EU es la excreción de N endógeno urinario y equivale a 0,2 g.kg⁻¹ de peso metabólico.

MF es el N metabólico fecal y corresponde a 1,9 g.kg⁻¹ de materia seca ingerida.

GP es el N para ganancia, que se ha establecido como 30 g.kg⁻¹ de peso vivo ganado.

Los requerimientos de proteína aparentemente digestible para animales que consumen solamente leche o reemplazador de leche con pesos que oscilan entre los 25 y 60 kg y ganancias diarias desde los 0,10 hasta los 0,60 kg.d⁻¹ se presentan en el Cuadro 1.

Así por ejemplo, una ternera que pesa 40 kg, requiere de 26 g.d⁻¹ de proteína aparentemente digestible solamente para mantenimiento. Si dicho animal gana 0,20 g.d⁻¹, requerirá entonces de 73 g de PAD tanto para mantenimiento como para ganancia de peso.

En caso de que se quiera trabajar con proteína cruda (PC), la conversión de PAD a PC viene dada por la fórmula $\text{PC} = \text{PAD}/0,93$ (NRC, 2001).

Cuadro 1. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen solamente leche o reemplazador de leche (NRC, 2001).

Peso vivo, kg	Peso Metab., kg	MS, kg	EU, g.d ⁻¹	MF, g.d ⁻¹	PADm, g.d ⁻¹	GPD (kg.d ⁻¹)					
						0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
25	11,2	0,31	2,24	0,59	18	42	65	89	112	136	159
30	12,8	0,38	2,56	0,71	21	45	68	91	115	138	162
35	14,4	0,44	2,88	0,83	24	47	71	94	118	141	164
40	15,9	0,50	3,18	0,95	26	50	73	97	120	144	167
45	17,4	0,56	3,47	1,07	29	52	76	99	123	146	169
50	18,8	0,63	3,76	1,19	31	55	78	102	125	148	172
55	20,2	0,69	4,04	1,31	34	57	80	104	127	151	174
60	21,6	0,75	4,31	1,43	36	59	83	106	130	153	177

MS: Materia seca, PADm: Proteína aparentemente digestible para mantenimiento, EU: Nitrógeno endógeno urinario, MF: Nitrógeno metabólico fecal, GPD: Ganancia de peso diaria.

Cálculos del requerimiento de proteína para terneras alimentadas con leche o reemplazador de leche y alimento balanceado.

Los alimentos líquidos continuarán siendo la principal fuente de nutrientes para mantenimiento y crecimiento hasta que las terneras estén consumiendo más de 0,45 kg de alimento balanceado por día. Sin embargo, bajo un buen manejo en las fincas lecheras, las terneras deberían estar consumiendo una apreciable cantidad de nutrientes provenientes del concentrado hacia la tercera y cuarta semana de vida. Davis y Drackley (1998) consideran que el consumo de materia seca del alimento balanceado puede rondar cerca de 0,8-1,0% del PV a las 3 semanas de edad hasta 2,8-3,0% a las 8 semanas de edad.

El NRC (2001) ha establecido en esta etapa los requerimientos diarios de proteína aparentemente digestible de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$PAD \text{ (g/d)} = 6,25 \times (1/VB \text{ (EU + GP + MF)} - MF)$$

Donde:

6,25 es el factor utilizado para convertir nitrógeno a proteína.

VB es el valor biológico de la proteína que para esta etapa se ha establecido en 0,764; que corresponde al promedio ponderado del valor biológico del reemplazador y del

alimento iniciador, donde la digestibilidad de la proteína del reemplazador se considera en 93% y en 75% el de inicio.

EU es la excreción de N endógeno urinario y equivale a $0,2 \text{ g.kg}^{-1}$ de peso metabólico.

MF es el N metabólico fecal y corresponde en esta etapa a $2,46 \text{ g.kg}^{-1}$ de MS ingerida.

GP es el N para ganancia de peso que se ha establecido como 30 g.kg^{-1} de peso vivo ganado.

Los requerimientos de proteína aparentemente digestible para animales que consumen leche o reemplazador de leche y alimento balanceado con pesos que oscilan entre los 30 y 80 kg y ganancias diarias desde los 0,10 hasta los $0,60 \text{ kg.d}^{-1}$ se encuentran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen leche o reemplazador de leche y alimento balanceado (NRC, 2001).

Peso vivo, kg	Peso Metab., kg	MS1, kg	MS2, kg	EU, g.d^{-1}	MF, g.d^{-1}	PADm, g.d^{-1}	GPD (kg.d^{-1})					
							0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
30,0	12,82	0,38	0,25	2,56	1,54	24	48	73	98	122	147	171
35,0	14,39	0,44	0,25	2,88	1,66	27	51	76	100	125	149	174
40,0	15,91	0,50	0,25	3,18	1,78	29	54	79	103	128	152	177
45,0	17,37	0,50	0,25	3,47	1,78	32	56	81	105	130	155	179
50,0	18,80	0,50	0,50	3,76	2,60	36	60	85	109	134	158	183
55,0	20,20	0,50	0,50	4,04	2,60	38	63	87	112	136	161	185
60,0	21,56	0,50	1,00	4,31	4,25	43	68	93	117	142	166	191
65,0	22,89	0,50	1,00	4,58	4,25	46	70	95	119	144	168	193
70,0	24,20	0,50	1,50	4,84	5,90	51	76	100	125	149	174	198
75,0	25,49	0,50	1,50	5,10	5,90	53	78	102	127	151	176	200
80,0	26,75	0,50	2,00	5,35	7,55	58	83	107	132	157	181	206

MS1: Materia seca de la dieta líquida, MS2: Materia seca del alimento, PADm: Proteína aparentemente digestible para mantenimiento, EU: Nitrógeno endógeno urinario, MF: Nitrógeno metabólico fecal, GPD: Ganancia de peso diaria.

Para un ejemplo práctico, considérese que una ternera pesa 60 kg, se espera que gane $0,40 \text{ kg}$ de peso por día, consume $0,50 \text{ kg}$ de MS de reemplazador de leche y $0,50 \text{ kg}$ de MS de alimento balanceado. En este caso, de acuerdo al Cuadro 2, dicha ternera requiere 43 g.d^{-1} de PAD solamente para mantenimiento y 142 g.d^{-1} de PAD tanto para mantenimiento como para ganancia de peso.

Para la conversión de la PAD a PC se utiliza la fórmula $\text{PC} = \text{PAD}/0,8645$ (NRC, 2001).

Cálculo del requerimiento de proteína para terneras rumiantes desde el destete hasta 100 kg de peso vivo

El NRC (2001) no hace distinción entre razas pequeñas ni razas grandes, y la información que predice las ganancias de peso trabaja muy bien hasta los 100 kg para razas grandes y 80 kg para razas pequeñas. No se hace distinción entre el sexo de los animales ya que se asume que las diferencias son casi nulas antes de los 100 kg de peso vivo (NRC, 1978).

La fórmula utilizada para establecer los requerimientos de proteína en esta etapa de vida es la siguiente.

$$\text{PAD (g/d)} = 6,25 \times (1/\text{VB} (\text{E} + \text{GP} + \text{MF}) - \text{MF})$$

Donde:

6,25 es el factor utilizado para convertir nitrógeno a proteína.

VB valor biológico de la proteína que para esta etapa de vida se ha establecido en 0,70.

EU es la excreción de N endógeno urinario y equivale a $0,2 \text{ g.kg}^{-1}$ de peso metabólico.

MF es el N metabólico fecal y corresponde a $3,3 \text{ g.kg}^{-1}$ de materia seca ingerida.

GP es el N para ganancia de peso que se ha establecido como 30 g.kg^{-1} de peso vivo ganado.

Los requerimientos de proteína aparentemente digestible para animales que consumen solamente alimento balanceado con pesos que oscilan entre los 50 y 100 kg y ganancias diarias desde los 0,40 hasta los $0,90 \text{ kg.d}^{-1}$ se encuentran en el Cuadro 3.

Para un ejemplo práctico, considérese que una ternera que pesa 85 kg, se espera que gane 0,60 kg de peso por día, consume 1,50 kg de alimento balanceado. En este caso, de acuerdo a la información del Cuadro 3, dicha ternera requerirá 63 g.d^{-1} de PAD solo para mantenimiento y 224 g.d^{-1} de PAD tanto para mantenimiento como para ganancia de peso.

En caso de que se quiera trabajar con proteína cruda (PC), la conversión de PAD a PC viene dada por la fórmula $\text{PC} = \text{PAD}/0,75$ (NRC, 2001).

Cuadro 3. Requerimientos de proteína aparentemente digestible para terneras de lechería que consumen solamente alimento balanceado (NRC, 2001).

Peso vivo, kg	Peso Metabólico, kg	MS, kg	EU, g.d ⁻¹	MF, g.d ⁻¹	PADm, g.d ⁻¹	GPD (kg.d ⁻¹)					
						0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
50	18,8	0,50	3,76	1,65	38	145	172	199	225	252	279
55	20,2	0,50	4,04	1,65	40	148	174	201	228	255	282
60	21,6	1,00	4,31	3,30	47	154	181	208	235	262	288
65	22,9	1,00	4,58	3,30	50	157	184	210	237	264	291
70	24,2	1,25	4,84	4,13	54	161	188	215	242	269	295
75	25,5	1,25	5,10	4,13	57	164	190	217	244	271	298
80	26,7	1,50	5,35	4,95	61	168	195	222	249	275	302
85	28,0	1,50	5,60	4,95	63	170	197	224	251	278	304
90	29,2	1,75	5,84	5,78	68	175	202	228	255	282	309
95,0	30,4	1,75	6,09	5,78	70	177	204	231	257	284	311
100,0	31,6	2,00	6,32	6,60	74	181	208	235	262	288	315

MS: Materia seca del alimento, PADm: Proteína aparentemente digestible para mantenimiento, EU: Nitrógeno endógeno urinario, MF: Nitrógeno metabólico fecal, GPD: Ganancia de peso diaria.

CONSIDERACIONES FINALES

la proteína es un nutriente de gran importancia para las terneras ya que suministra los aminoácidos necesarios para la síntesis de la proteína del cuerpo y es también una fuente importante de nitrógeno para los microorganismos del rumen. Una cantidad inadecuada de este nutriente en la dieta disminuirá el desempeño de los animales y la resistencia a las enfermedades. Por lo tanto, establecer adecuadamente los requerimientos proteicos de las terneras ayudará a los productores a proveer dietas que llenen las demandas para un óptimo desarrollo y buena salud de los animales.

LITERATURA CITADA

- Davis, C.L., Drackley, J.K. (1998). The development, nutrition, and management of the young calf. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 339 p.
- Garnsworthy, P. (2005). Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. *In* Garnsworthy P. (ed). Calf and heifer rearing. Nottingham University Press. p. 1-12.
- Kellems, R.O., Church, D.C. (1998). Livestock feeds and feeding. 4 ed. Upper Saddle River, NJ, USA. Prentice-Hall, Inc. 546 p.
- Maynard, LA., LOOSLIE, JK. (1979). Animal nutrition. 7 ed. New York, NY, USA. McGraw-Hill, Inc. 602 p.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). (1978). Nutrient requirements of dairy cattle. 5th rev. ed. Washington, DC., USA. National Academy Press. 76 p.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). (1989). Nutrient requirements of Dairy Cattle. 6th rev. ed. Washington, DC., USA. National Academy Press. 168 p.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). (2001). Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Washington, DC., USA. National Academy Press. 381 p.
- Martínez, A. (2003). Manual de crianza de becerras. 2da edición. Grupo Editores Agropecuarios. Estado de México, México. 144 p.
- Medina, C. (1994). Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. Editorial Limusa, S. A. México D. F. 306 p.
- Nelson, D.L., Cox, M. M. (2000). Lehninger principles of biochemistry. 3 ed. New York, USA. Worth Publishers. 1200 p.
- Roy, J. (1970). The calf: Nutrition and health. 3rd edition. The Pennsylvania State University Press. University Park, USA. 164 p.