

## INFORMACIÓN TÉCNICA

# REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA PARA TERNERAS DE LECHERÍA<sup>1</sup>

*Jorge Alberto Elizondo-Salazar<sup>2</sup>*

## RESUMEN

**Requerimientos de energía para terneras de lechería.** El objetivo del presente trabajo fue presentar los requerimientos nutricionales de energía para terneras de lechería a partir de la publicación del National Research Council (2001): Requerimientos Nutricionales para Ganado de Leche, durante el año 2012 en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata, con el fin de hacer esta información más accesible a usuarios potenciales de Costa Rica y América Latina. 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 energéticos de la ternera puede ayudar a los productores a proveer dietas que llenen las demandas para un óptimo desarrollo y buena salud.

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

## ABSTRACT

**Energy requirements for dairy calves.** The objective of this work was to present the daily energy requirements of dairy heifer calves extracted from the National Research Council (2001) publication: Nutrient Requirements of Dairy Cattle, during the year 2012 at the Alfredo Volio Mata Experiment Station with the purpose of making this information more available to potential users in Costa Rica and Latin America. The calf requires special care and attention in order to survive from birth to weaning and beyond. From a nutritional point of view, establishing the energy requirements of the young calf could help producers provide diets in order to meet nutrients demands for optimum growth and good health.

**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.

Sin embargo, 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. Por esta razón, el objetivo de criar terneras es optimizar su crecimiento y reducir los problemas de salud, y para lograrlo, es preciso

<sup>1</sup> Recibido: 30 de octubre, 2012. Aceptado: 1 de abril, 2013. Trabajo inscrito en la Vicerrectoría de Investigación. Proyecto 737-A9-184. Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Estación Experimental Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. jorge.elizondosalazar@ucr.ac.cr



comprender algunos aspectos básicos de nutrición y conocer las opciones alimenticias que permitan llenar las necesidades de estos animales.

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 la vaca comienza a producir leche e incluso, la mayoría de productores no establecen 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). Establecer y satisfacer los requerimientos de los animales de la mejor forma posible, repercutirá significativamente sobre el bienestar y productividad de los mismos.

La energía es uno de los nutrimentos más limitantes en las explotaciones pecuarias y todos los animales requieren energía para mantener las funciones corporales básicas, como lo son crecer, producir y reproducirse. En el caso de animales jóvenes, como las terneras, la energía es utilizada para el mantenimiento y crecimiento, y la carencia de esta provoca un crecimiento lento, retardo en la pubertad y bajos porcentajes de concepción, entre otros.

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 energía 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.

## ENERGÍA

La energía se define como el potencial para realizar un trabajo y solamente se puede medir a partir de su transformación. A pesar de que el joule o julio (J) es la unidad aceptada internacionalmente para expresar la energía, en muchos trabajos científicos, especialmente

americanos, la unidad utilizada es la caloría (cal), que se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un gramo de agua de 16,5 a 17,5°C (NRC 2007). Una kilocaloría (kcal) representa 1000 calorías y una megacaloría (Mcal) representa 1000 kilocalorías. Un julio equivale a 4,185 calorías. En nutrición animal, el valor energético de los alimentos, raciones y requerimientos, comúnmente se expresa en total de nutrientes digestibles (TND), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía neta para mantenimiento (ENm), energía neta para ganancia de peso (ENg) y energía neta para lactación (EN<sub>L</sub>).

Los requerimientos de energía de las terneras, al igual que para otros animales, se pueden subdividir en aquella requerida para mantenimiento y aquella para crecimiento. De la energía bruta (calor de combustión) de una dieta en particular, parte de la energía se pierde en las heces y la orina, y en el caso de los rumiantes, una cantidad adicional se pierde como energía en los gases producto de la fermentación en el rumen. La energía bruta de los alimentos, menos la pérdida en estas tres fuentes se conoce como EM. En una ternera con el rumen desarrollado, también se produce calor en el proceso de fermentación y este valor se debe reducir de la EM. De la EM en el caso de una ternera con el rumen desarrollado, se dan todavía tres pérdidas adicionales de energía como calor. Primero, se produce calor como producto de la respiración, circulación, tono muscular u otros procesos vitales; esta pérdida de calor se conoce como metabolismo basal o en ayunas. En segundo lugar, se produce calor como resultado de la utilización de los alimentos (incremento calórico de la alimentación), debido a los procesos metabólicos que ocurren dentro de los tejidos. Finalmente, se produce calor como resultado de la actividad voluntaria normal como beber, caminar, ponerse en pie, echarse y jugar. La EM menos las pérdidas descritas anteriormente da la EN para ENm, EN<sub>L</sub> y ENg, y que está almacenada, principalmente como grasa y proteína, que resultan útiles para el crecimiento de la ternera.

Es interesante apreciar que en una ternera pre-rumiante, la utilización del alimento será más eficiente que en una ternera que tiene el rumen desarrollado o funcional. Primeramente, las pérdidas de energía en las heces de un animal pre-rumiante son menores ya que la digestibilidad de la materia seca de la leche es alrededor de un 96%, comparado con la de un alimento balanceado de un 88%. Segundo, no hay pérdida de

energía como resultado de la fermentación ruminal (Roy 1970, Davis y Drackley 1998, NRC 2001).

## 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.

**a) 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.

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

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

## REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA PARA TERNERAS ALIMENTADAS SOLAMENTE CON LECHE O REEMPLAZADOR DE LECHE

Basados en estudios disponibles, el NRC (2001) ha establecido los requerimientos diarios de energía metabolizable de mantenimiento ( $EM_m$ ) en  $0,100 \text{ Mcal.kg}^{-0.75}$ . La eficiencia de uso de energía metabolizable (EM) de la leche o reemplazador de leche para llenar los requerimientos netos de mantenimiento es equivalente a un 86%. Consecuentemente, los requerimientos de energía neta de mantenimiento ( $EN_m$ ) se definen como  $0,086 \text{ Mcal.kg}^{-0.75}$  de peso vivo.

Los requerimientos de energía para ganancia de peso, que es una función del tamaño corporal y la tasa ganancia de peso, tiene que ver con la energía depositada en los tejidos corporales como proteína y grasa. Con esto presente, los requerimientos diarios de energía metabolizable para ganancia de peso ( $EM_g$ ) vienen dados por la ecuación:  $EM_g \text{ (Mcal/d)} = (0,84$

$PV^{0.355})(GPV^{1.2})$ , donde PV es el peso vivo del animal y GPV es la ganancia de peso vivo esperada, ambas en kilogramos.

La eficiencia de conversión de EM a  $EN_g$  es del 69% en terneras que se alimentan solamente con leche o reemplazador de leche. Por lo tanto, los requerimientos de energía neta de ganancia ( $EN_g$ ) se definen como  $(0,84 PV^{0.355})(GPV^{1.2}) \times 0,69$ .

En caso de que se quiera trabajar con energía digestible (ED), la conversión de EM a ED se estima en 96% (NRC 2001).

Los requerimientos energéticos de animales jóvenes pesando entre 20 y 100 kg de peso vivo se presentan en el Cuadro 1.

Considerando los aspectos prácticos de esta información, si se conoce la densidad energética de la dieta líquida que se le ofrece a los animales, se puede estimar la cantidad de alimento para alcanzar una tasa fija de ganancia de peso. Así por ejemplo, si se asume que la leche íntegra contiene aproximadamente 12,5% de materia seca y 5,37 Mcal de EM kg/MS y se quiere alimentar una ternera que pesa 40 kg para que gane 0,40 kg por día, los requerimientos de  $EM_t$  son 2,63 Mcal/d. Entonces se debería alimentar con 0,490 kg materia seca de la leche ( $2,63 \div 5,37 = 0,490$ ), o 3,91 kg de leche íntegra por día ( $0,490 \div 0,125 = 3,91$ ).

Para corroborar la información, se puede trabajar con EN. Entonces, si el animal consume 0,49 kg de materia seca de la leche, esto equivale a 2,26 Mcal de  $EN_m$  ( $0,49 \times 5,37 \times 0,86$ ). De acuerdo al Cuadro 1, este animal requiere 1,37 Mcal de  $EN_m$ , esto quiere decir que le quedan disponibles 0,89 Mcal de  $EN_m$  ( $2,26 - 1,37$ ) que deben "devolverse" a EN, lo que equivale a 1,03 Mcal de EN ( $0,89 \div 0,86$ ). Al multiplicar este valor por 69%, que es la eficiencia de la energía de la leche para ganancia de peso, se obtiene un valor de 0,72 Mcal de  $EN_m$ . Con este nivel de energía disponible, un animal de 40 kg de peso vivo, podría ganar 0,40 kg de peso vivo.

Cuando se alimenta con reemplazador de leche, en caso de que no se conozca su concentración energética, el cálculo es un poco más complejo, ya que el contenido de energía de los reemplazadores de leche varía dependiendo de la concentración de proteína, grasa y lactosa, además de la digestibilidad de los ingredientes utilizados en la formulación. Un cálculo aproximado del contenido de EM se puede hacer con base en la siguiente fórmula (Van Amburgh y Drackley 2005):

**Cuadro 1.** Requerimientos de energía para terneras de lechería (NRC 2001).

Peso vivo kg	GDP kg	Energía (Mcal/d)			
		EM <sub>m</sub>	EM <sub>g</sub>	EN <sub>m</sub>	EN <sub>g</sub>
20	0,00	0,95	0,00	0,81	0,00
20	0,20	0,95	0,35	0,81	0,24
20	0,40	0,95	0,81	0,81	0,56
30	0,00	1,28	0,00	1,10	0,00
30	0,20	1,28	0,41	1,10	0,28
30	0,40	1,28	0,94	1,10	0,65
40	0,00	1,59	0,00	1,37	0,00
40	0,20	1,59	0,45	1,37	0,31
40	0,40	1,59	1,04	1,37	0,72
40	0,60	1,59	1,69	1,37	1,16
50	0,00	1,88	0,00	1,62	0,00
50	0,20	1,88	0,49	1,62	0,34
50	0,40	1,88	1,12	1,62	0,77
50	0,60	1,88	1,82	1,62	1,26
60	0,00	2,16	0,00	1,85	0,00
60	0,20	2,16	0,52	1,85	0,36
60	0,40	2,16	1,20	1,85	0,83
60	0,60	2,16	1,95	1,85	1,34
70	0,00	2,42	0,00	2,08	0,00
70	0,20	2,42	0,55	2,08	0,38
70	0,40	2,42	1,26	2,08	0,87
70	0,60	2,42	2,06	2,08	1,42
70	0,80	2,42	2,90	2,08	2,00
80	0,00	2,67	0,00	2,30	0,00
80	0,20	2,67	0,58	2,30	0,40
80	0,40	2,67	1,33	2,30	0,91
80	0,60	2,67	2,16	2,30	1,49
80	0,80	2,67	3,04	2,30	2,10
90	0,00	2,92	0,00	2,51	0,00
90	0,20	2,92	0,60	2,51	0,42
90	0,40	2,92	1,38	2,51	0,95
90	0,60	2,92	2,25	2,51	1,55
90	0,80	2,92	3,17	2,51	2,19
100	0,00	3,16	0,00	2,72	0,00
100	0,20	3,16	0,62	2,72	0,43
100	0,40	3,16	1,43	2,72	0,99
100	0,60	3,16	2,33	2,72	1,61
100	0,80	3,16	3,30	2,72	2,27

GDP: ganancia de peso diaria, EM<sub>m</sub>: energía metabolizable para mantenimiento, EM<sub>g</sub>: energía metabolizable para ganancia, EN<sub>m</sub>: energía neta para mantenimiento, EN<sub>g</sub>: energía neta para ganancia.

$$EM \text{ (Mcal kg/MS)} = [(0,057 \times \% \text{ PC}) + (0,092 \times \% \text{ G}) + (0,0395 \times \% \text{ L})] \times 0,9312$$

Donde: PC = proteína cruda, G = grasa y L = lactosa.

Si un reemplazador contiene 95% de MS, 20% de PC, 20% de grasa y 47% de lactosa, el contenido energético aproximado es:

$$EM \text{ (Mcal kg/MS)} = [(0,057 \times 20) + (0,092 \times 20) + (0,0395 \times 47)] \times 0,9312 = 4,50$$

Considerando el ejemplo práctico anterior, se debería entonces alimentar a la ternera con 0,584 kg materia seca del reemplazador ( $2,63 \div 4,50 = 0,584$ ), o 0,615 kg de reemplazador por día ( $0,584 \div 0,95 = 0,615$ ).

Es importante notar que la mayoría de reemplazadores de leche utilizados en nuestro país contienen menos energía que la leche íntegra, generalmente entre 10 y 25% menos. Por esta razón, los productores que normalmente alimentan con leche íntegra, pueden ver la diferencia en las terneras cuando las comparan con animales que se alimentan con reemplazador, considerando que se les ofrece la misma cantidad.

## REQUERIMIENTO DE ENERGÍA 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. El consumo de MS del concentrado puede rondar cerca de 0,8-1,0% del PV a las tres semanas de edad y hasta 2,8-3,0% a las ocho semanas (Davis y Drackley 1998).

Para motivar el consumo temprano de alimento sólido, las terneras deben tener acceso libre al agua y a un alimento nutritivo y apetecible desde la primera semana de vida.

Los requerimientos de energía para mantenimiento y ganancia de peso en esta fase son los mismos para el animal pre-rumiante que consume solo leche, o reemplazador de leche (Cuadro 1), pero la eficiencia con que se utiliza la EM para mantenimiento y ganancia de peso es un poco más baja que aquella en animales que solamente consumen una dieta líquida. Sin embargo, la eficiencia con que se aprovecha la EM de la leche o el reemplazador de esta, se asume que no cambia cuando se ofrece alimento balanceado.

En el NRC (2001) las eficiencias de EM de dietas sólidas para mantenimiento y ganancia de peso se fijaron a 75 y 57%. Entonces, la eficiencia de uso de la EM de la dieta total se calcula ponderando la eficiencia de uso de cada componente alimenticio de acuerdo a la cantidad ofrecida en la dieta.

Para un ejemplo práctico, considérese, una ternera pesa 50 kg, se espera que gane 0,400 kg de peso por día, consume 0,454 kg reemplazador de leche y 0,5 kg de alimento balanceado de buena calidad. Se asume que el reemplazador tiene 95% de MS; 4,5 Mcal EM kg/MS, mientras que el alimento contiene 87% de MS y 3,2 Mcal EM kg/MS.

Esta información indica que el animal está consumiendo 3,33 Mcal de EM en 0,866 kg de MS desglosado de la siguiente manera:

Del reemplazador:  $0,454 \times 0,95 \times 4,50 = 1,94$  Mcal EM

Del alimento:  $0,500 \times 0,87 \times 3,20 = 1,39$  Mcal EM

Considerando las ecuaciones utilizadas en la sección anterior (Cuadro 1), los requerimientos totales para esta ternera son de 3,00 Mcal de EM (1,88 Mcal en mantenimiento y 1,12 Mcal para ganancia de peso, este corresponde a 1,62 y 0,77 Mcal de EN, respectivamente). Cuando se trabaja con EM, puede notarse claramente que el animal está llenando sus requerimientos energéticos.

En caso de que se quiera trabajar con EN, debe considerarse la eficiencia del alimento y la del uso de la EM como el promedio del reemplazador, que para el mantenimiento y ganancia de peso es de 0,75 y 0,57 para el primero y 0,86 y 0,69 para el segundo; de acuerdo a las proporciones de EM que suple cada componente alimenticio.

De las 3,33 Mcal de EM que aportan los dos componentes, 58,26% (1,94/3,33) corresponden a

la energía aportada por el reemplazador y 41,74% (1,39/3,33) corresponden a la energía aportada por el alimento balanceado; entonces 81,41% ( $58,26 \times 0,86 + 41,74 \times 0,75$ ) es la eficiencia total de uso de la EM para mantenimiento y 63,99% ( $58,26 \times 0,69 + 41,74 \times 0,57$ ) es la eficiencia total de uso de la EN para ganancia de peso.

Como ejemplo del requerimiento de energía, de 3,33 Mcal de EM que aportan los alimentos, solamente 2,71 Mcal de EN ( $3,33 \times 0,8141$ ) se pueden utilizar para mantenimiento, pero el animal solamente requiere 1,62 Mcal, por lo que tiene un exceso de 1,09 Mcal que pueden utilizarse para crecimiento. Entonces esta energía debe convertirse en EM, por lo que se divide entre 0,8141; dando como resultado 1,33 Mcal de EM que pueden utilizarse para ganancia de peso. La eficiencia de utilización de esta es de 63,99%, por lo que 0,86 Mcal ( $1,33 \times 0,6399$ ) es la energía disponible para ganancia de peso. En este caso específico, la ternera del ejemplo requiere 0,77 Mcal para ganar 0,40 kg de peso vivo. Nuevamente se comprueba que el animal está satisfaciendo sus necesidades energéticas.

En caso de que se quiera trabajar con energía digestible (ED), la conversión de EM a ED se estima en 96% para la leche o reemplazador de leche y 88% para el alimento balanceado (NRC 2001).

## REQUERIMIENTOS PARA TERNERAS RUMIANTES DESDE EL DESTETE HASTA 100 KG DE PESO VIVO

Los requerimientos energéticos de animales destetados hasta los 100 kg de peso vivo se encuentran en el Cuadro 1.

No se 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 (NRC 2001). 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).

Para realizar un ejemplo práctico, considérese una ternera que pesa 80 kg y consume 2,0 kg de un alimento balanceado que contiene 87% de MS y 3,2 Mcal EM kg/MS. Tal como se comentó anteriormente, la eficiencia para convertir la EM del alimento es de 75% y 57% para mantenimiento y ganancia de peso. Por lo tanto, el alimento contiene 2,4 Mcal de EN<sub>m</sub> o 1,82

Mcal de  $EN_g$ . En este caso, se va a estimar la ganancia de peso esperada. Con base en la información del Cuadro 1, los requerimientos de  $EN_m$  son de 2,30 Mcal/d. El animal está consumiendo 4,18 Mcal de  $EN_m$  ( $2,0 \times 0,87 \times 2,4$ ), entonces dispone de 1,88 Mcal de  $EN_m$  que puede utilizar para ganancia de peso, pero esta energía debe devolverse a  $EN$  ( $1,88 \div 0,75 = 2,51$ ), y multiplicarse por la eficiencia para ganancia de peso ( $2,51 \times 0,57 = 1,43$ ). Entonces, el animal dispone de 1,43 Mcal para ganancia de peso. Un animal de 80 kg de peso vivo con 1,43 Mcal de  $EN_g$ , puede ganar entre 0,40 y 0,60 kg/d (Cuadro 1). Si se quiere tener más precisión, se puede despejar GPV en la fórmula  $EN_g$  (Mcal/d) =  $(0,84 PV^{0,355})(GPV^{1,2}) \times 0,69$  y eso equivale a 0,58 kg/d.

En caso de que se quiera trabajar con energía digestible (ED), la conversión de EM a ED viene dada por la fórmula  $ED$  (Mcal) =  $(EM + 0,45)/1,01$  (NRC 2001).

### EFEECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL SOBRE LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA

Los requerimientos energéticos están calculados bajo la premisa de que los animales están en un ambiente termoneutral durante las transformaciones de energía. En dichos ambientes, el animal no requiere utilizar energía en mecanismos para conservar o disipar el calor (NRC 1981).

La zona termoneutral en terneras muy jóvenes oscila entre los 15-25°C (NRC 2001). Por lo tanto, cuando la temperatura ambiental es menor a los 15°C, la ternera debe gastar energía para mantener su temperatura corporal, es decir los requerimientos de energía para mantenimiento se incrementan. Para terneras de mayores edades (> tres semanas) y mayores consumos de alimento, el límite inferior puede oscilar entre -5 y -10°C (Webster *et al.* 1978).

Se establece un incremento de 2,15 Kcal de  $EN_m$  kg<sup>-0.75</sup> por cada grado centígrado por debajo del límite inferior crítico de temperatura (NRC 2001). Así por ejemplo, una ternera que pesa 45 kg, tiene una edad inferior a las tres semanas y se encuentra en un ambiente a una temperatura de 10°C, entonces requerirá de 0,186 Mcal extra de  $EN_m$ , mientras que una con edad superior a las tres semanas no requerirá de energía extra.

El NRC (2001) no hace ninguna referencia a las necesidades energéticas para cuando los animales se encuentran expuestos a temperaturas mayores al límite crítico superior. Sin embargo, hay que tener presente que existe en las terneras una necesidad de disipar el calor, lo que conlleva a un gasto energético. Además, hay que tener en cuenta un aspecto de mucha importancia y es que bajo estrés calórico, los animales tienden a disminuir la ingesta de alimentos (West 2003).

### LITERATURA CITADA

- Davis, CL; Drackley, JK. 1998. The development, nutrition, and management of the young calf. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA. 339 p.
- NRC (National Research Council). 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. Fifth revised edition, National Academy Press, Washington, D.C., USA. 76 p.
- NRC (National Research Council). 1981. Nutritional energetics of domestic animals and glossary of energy terms. National Academy Press. Washington, DC., USA. 54 p.
- NRC (National Research Council). 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 rev. ed. National Academy Press. Washington, DC., USA. 381 p.
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, USA. National Academy Press. 362 p.
- Martínez, A. 2003. Manual de crianza de becerras. 2 ed. 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.
- Roy, J. 1970. The calf: Nutrition and health. 3 ed. The Pennsylvania State University Press. University Park, PA, USA. 164 p.
- Van Amburgh, M; Drackley, J. 2005. Current perspectives on the energy and protein requirements of the pre-weaned calf. p. 67-82. In Garnsworthy, PC. ed. Calf and heifer rearing. Nottingham University Press. UK. 352 p.
- Webster, AJ; Gordon, JG; McGregor, R. 1978. The cold tolerance of beef and dairy type calves in the first weeks of life. Anim. Prod. 26:85-92.
- West, JW. 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. J. Dairy Sci. 86:2131-2144.