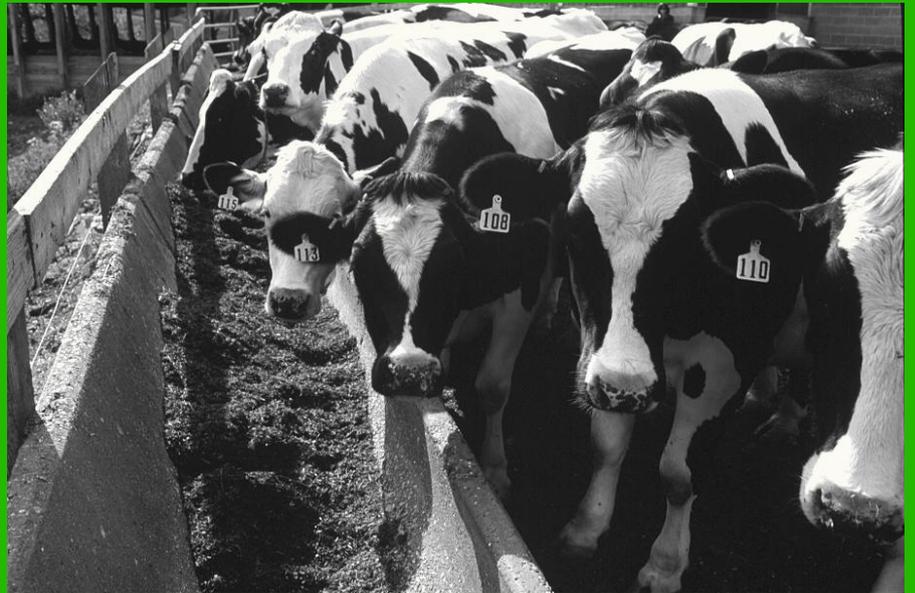


De La Alimentación a La Leche: Comprendiendo la Función del Rumen

PARTE 3



PENNSTATE



Tabla 15. Lineamientos para la fibra detergente neutra (FDN) de los forrajes y las ingestas de materia seca	
FDN del forraje como % del peso corporal.	Nivel de Ingesta
0.75%	Mínimo si la ración entrega un 1.3-1.4% del FDN total mediante el uso de subproductos altos en FDN.
0.85%	Mínimo si la ración entrega un 1.0-1.2% del FDN total mediante el uso de granos o alimentos altos en almidón.
0.90%	Moderadamente bajo
0.95%	Promedio
1.00%	Moderadamente alto
1.10%	Máximo.

Fuente: Using Neutral Detergent Fiber to Set Forage Intakes for Dairy Cows. Penn State Dairy and Animal Science Extension Fact Sheet 93-2.

Nota: La ingesta de materia seca debiera estar en un rango de 1.4 a 2.4 por ciento del peso vivo, independiente de los parámetros de ingesta de FDN. Un nivel mínimo mayor será necesario si el tamaño de la partícula es demasiado pequeña.

Ejemplos de los parámetros de ingesta entre leguminosas y gramíneas:

Peso vivo promedio: 1300 lb; Aporte de FDN deseado como forraje en base al % del peso vivo: 0.90%

Heno de leguminosa @ FDN :48% ; Heno de gramíneas @ FDN :62% ; $1300 \times .009 = 11.7$ lb FDN de forraje.

Ingesta de heno de leguminosas: $11.7 \mid .48 = 24.3$ lb $\mid 1300 \times 100 = 1.9\%$ del peso vivo, como ingesta en base materia seca

Ingesta de heno de gramíneas: $11.7 \mid .62 = 18.8$ lb $\mid 1300 \times 100 = 1.45\%$ del peso vivo, como ingesta en base materia seca

Estas diferencias entre leguminosas y gramíneas pueden influir en cómo se formulan las raciones de acuerdo al FDN y la ingesta de materia seca del forraje.

Las porciones de CNE de los forrajes pueden también influenciar la digestión. Las pectinas se encuentran en las leguminosas pero son insignificantes en las gramíneas. Las pectinas pueden fermentar en el rumen tan rápidamente como el almidón, pero estas formas acetato en lugar de propionato. Los β -glucanos, que son un importante componente de las gramíneas, fermentan más lentamente.

El FDN encontrado en la mayoría de los ingredientes de los concentrados, es menos efectivo debido al fino tamaño de sus partículas, mayor densidad, superior digestibilidad y un pasaje más rápido por el rumen que el FDN del forraje. La mayoría de los concentrados tienen partículas demasiado finas para proporcionar una suficiente estera en el rumen, mantener normal el tejido epitelial del rumen y estimular la suficiente masticación y eructo de los gases. Por estas razones, se recomienda generalmente que la mayoría del FDN en la dieta sea en la forma de FDN del forraje.

Las fracciones de CNE de granos de cereales contienen usualmente sobre el 80 por ciento de almidón. La mayoría de los alimentos de subproductos contienen una gran porción de fracciones de CNE tales como almidón y lo restante en forma de azúcares y pectinas. En los ingredientes de concentrados, la disponibilidad y tasa de digestión del almidón depende de la fuente del grano y método de procesamiento.

Un buen balance entre las fracciones de carbohidratos es necesario para mantener la función normal del rumen y el metabolismo (Tabla 16).

Tabla 16. Guía sobre la composición de carbohidratos en raciones para vacas lecheras de alta producción.			
ITEM	Estado de Lactancia		
	TEMPRANA	MEDIA	TARDIA
FDN del forraje, % MS	21-24	25-26	27-28
FDN total, % MS	28-32	33-35	36-38
CNE, % MS	32-38	32-38	32-38
Source: Use of Total Mixed Rations (TMR) for Dairy Cows. Penn State Dairy and Animal Science Extension Fact Sheet 94-25.			

Los extremos en cualquier dirección pueden afectar adversamente el rendimiento y la salud del animal. Por ejemplo, si los forrajes son cortados muy finos, entonces la efectividad de la fibra presente para proporcionar una estera para la función microbiana y una buena estimulación de la motilidad del rumen se ve reducida. La baja digestibilidad del forraje puede también reducir la efectividad de la fibra presente. A fin de mantener el rumen funcionando normalmente, se deben asegurar mínimos niveles de forraje y la adecuada longitud de las partículas de forrajes ensilados.

La baja fibra, tanto de FDA como de FDN, en la ración pueden resultar en la falta de forraje y/o forraje de extremadamente alta calidad (principalmente los cortes de comienzos de primavera o de finales de otoño). La carencia de fibra puede disminuir la prueba de materia grasa de la leche, bajar la producción y causar problemas metabólicos, como la acidosis ruminal y enfermedades infecciosas. Estos problemas pueden ser controlados si se siguen las sólidas pautas para la cosecha del forraje, tamaño de la partícula de forraje, ingesta de FDN del forraje e ingesta de materia seca del forraje.

Una adecuada ingesta de CNE es necesaria para proporcionar la suficiente producción de ácido propiónico que ayude a satisfacer las necesidades de energía del animal, permita la adecuada síntesis de proteína microbiana y mantenga la normal la digestión de fibra así como otras funciones del rumen.

La insuficiencia de CNE puede disminuir la energía disponible para la producción de ácido propiónico y láctico, reducir la síntesis de proteína microbiana y disminuir la digestión de fibra. El exceso de CNE puede disminuir la digestibilidad de la fibra, la producción de ácido acético y el porcentaje de materia grasa de la leche, así como causar anomalías en el tejido del rumen, que puede llevar a la aparición de úlceras y abscesos hepáticos.

Grasas

La grasa o extracto etéreo puede ser utilizado como fuente de energía para las vacas lecheras de alta la producción. La grasa es aproximadamente 2.25 veces más rica en energía que la proteína o los carbohidratos en igualdad de valores. Sin embargo, los microorganismos del rumen no pueden tolerar grandes niveles de grasa. Los tipos y niveles de grasa utilizados en las raciones de ganado lechero debieran ser examinados a fondo tanto nutricionalmente como económicamente.

El principal componente lípido de los forrajes es el galactolípido, que consiste de glicerol, galactosa y ácidos grasos insaturados (fundamentalmente linoleico y ácido linolenico). Su concentración disminuye con la edad de la planta y variará según la proporción de hojas de los tallos.

El principal almacenamiento de lípidos encontrado tanto en las semillas de la planta como en las grasas animales son los triglicéridos (tres ácidos grasos sujetos al glicerol). Algunos de los productos especializados etiquetados como rumen inerte están compuestos ya sea por triglicéridos, ácidos grasos libres, o sales calcicas de ácidos grasos. El perfil de ácidos grasos de vegetales, animales y especialmente de las grasas, es una característica importante por la forma en que se relaciona con la atonía ruminal y la digestibilidad post ruminal (Tabla 17).

Los ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados. Los ácidos grasos saturados comunes (mirístico, palmítico, y esteárico) son sólidos a temperatura ambiente y se derriten por encima de la temperatura corporal. Los ácidos grasos insaturados (palmitoleico, oleico, linoleico, y linolénico) varían en el punto de fusión pero tienden a diluirse a temperatura ambiente. Las grasas insaturadas están más propensas a interferir con la fermentación ruminal que los ácidos grasos saturados.

Los ácidos grasos en semillas enteras de algodón y soja con alto contenido de grasa contienen grandes cantidades de ácidos grasos insaturados. Sin embargo, es menos probable que las semillas oleaginosas interfieran con la fermentación ruminal en comparación con los aceites libres. Las semillas oleaginosas son digeridas lentamente, lo que permite la lenta liberación de aceite en el rumen y una extensa hidrogenación microbiana.

El sebo es la grasa animal con que más comúnmente se suplementa. Está compuesto de alrededor del 50 por ciento de ácidos grasos saturados. Se cree que las grasas saturadas están relativamente inertes en el rumen debido a su alto punto de fusión y su baja solubilidad en el fluido ruminal. Sin embargo, el 40 por ciento de los ácidos grasos en el sebo son ácidos oleicos, el cual puede dañar la fermentación del rumen cuando es agregado en grandes cantidades.

Los ácidos grasos en grasa y mezclas animal-vegetal son altamente insaturados. Sus perfiles de ácidos grasos pueden ser bastante variables, y por consiguiente no son recomendados generalmente para las dietas de vacas en lactancia.

Las grasas especializadas que eluden el rumen son altamente saturadas. Muchos de estos productos consisten de sebo o sebo hidrogenado. Otros tienen los ácidos grasos en complejo con el calcio, lo que es relativamente insoluble en el fluido ruminal.

Para reunir las necesidades esenciales de ácidos grasos de la vaca lechera, se necesita una baja ingesta de grasa. En la mayoría de los casos, del 2 al 3 por ciento de la grasa en la dieta basal es adecuada. Un límite recomendado para alimentar a las vacas que producen entre 30 y 40 litros de leche corregida al 4 por ciento de materia grasa es un añadir un adicional de 0.4 a 0.7 kilos de grasa de fuentes sin protección, tales como grasas animales, semillas de oleaginosas o una combinación de ambos. Esto debiera resultar en un adicional del 2 al 3 por ciento de grasa en la ración haciendo un total de 5 por ciento. Las vacas que producen sobre 40 litros de leche corregida al 4 por ciento de materia grasa pueden ser alimentadas con un adicional de 0.2 a 0.4 kilos de grasa protegida. Esto incrementaría el total de grasas de 6 a 7 por ciento de la ración total de materia seca.

Cuando se añade la grasa suplementaria a las raciones, se deben ajustar determinados minerales. Se requieren modificaciones en los niveles de calcio, fósforo y magnesio. También puede ser necesario incrementar el selenio y la vitamina E. (Ver Minerales, p.35, y Vitaminas, p.39)

Tabla 17. Perfil de los Acidos Grasos de varias fuentes de grasa						
Peso Acido Graso %	Algodón Entero	Grasas no procesadas				Mezcla grasa Animal/Vegetal
		Soja Entera	Sebo	Amarilla		
Mirístico	1	—	3	3		1
Palmitico	25	11	26	18		22
Palmitoleico	—	—	6	4		5
Estearico	3	4	19	12		5
Oleico	17	24	40	47		36
Linoleico	54	54	5	13		29
Linolenico	—	7	1	3		2
Saturados, %	29	15	48	33		28
Insaturados, %	71	85	52	67		72
Grasas procesadas						
Peso Acido Graso %	BOOSTER				ENERGY	
	ALIFET	FAT	CAROLAC	DAIRY80	BOOSTER	MEGALAC
Mirístico	3	3	2	4	2	2
Palmitico	27	25	24	28	49	51
Palmitoleico	1	3	3	2	—	—
Estearico	37	22	35	55	35	4
Oleico	31	45	33	11	13	35
Lonoleico	1	2	2	—	1	8
Linolenico	—	—	1	—	—	—
Saturados, %	67	50	61	87	86	57
Insaturados, %	33	50	39	13	14	43

Fuentes: Palmquist, D. L. 1988. El valor alimenticio de las grasas. In: Feed Science, ed. E.R. Orskov. Amsterdam: Elsevier Science, 1988, pp. 293-311.

Palmquist, D. L., A. Kelbly, and D. Kinsey. 1989. Digestibilidad por vacas en lactancia con dietas que contienen dos niveles de varias grasas comerciales. J. Dairy Sci. 72:572 (Suppl. 1).

DePeters, E. J., S. J. Taylor, C. M. Finley, and T.R. Famula. 1987. Composición alimenticia de la grasa y nitrógeno en la leche de vacas en lactancia. J. Dairy Sci. 70:1192.

a Acidos grasos saturados (Mirístico, Palmitico, Estearico).

b Acidos grasos insaturados (Palmitoleico, Oleico, Linoleico, Linolenico).

Proteína

La nutrición proteica en los rumiantes es complicada y requiere examinar la calidad de las proteínas, las fracciones proteicas y la proteína total. Ciertos niveles de ingesta de proteína degradable, soluble y no degradable deben estar presentes en la dieta de la vaca lechera para satisfacer las necesidades de los microbios del rumen, así como proporcionar aminoácidos esenciales al intestino delgado.

El desarrollo de raciones que cumplan con los requerimientos de proteínas de las vacas supone mucho más que equilibrar las raciones para proteína cruda total. El valor de la proteína total informado para forrajes y alimentos es una medida sólo de su contenido de nitrógeno; no señala si es que el nitrógeno está contenido en aminoácidos, proteína verdadera o una fuente de nitrógeno no proteico. Tampoco señala cuánto nitrógeno degradable o disponible existe en el alimento para ser sintetizado por los microbios del rumen, o cuánto de los aminoácidos de la proteína en el alimento escapa a la degradación en el rumen o la calidad de esta proteína bypass. Todos estos puntos deben ser considerados al formular las raciones.

Las tres fracciones de proteínas que se utilizan comúnmente en la formulación de raciones son la ingesta de proteína degradable, no degradable y soluble. Los microbios del rumen requieren un abastecimiento adecuado de nitrógeno disponible en rumen que proviene de fuentes degradables de nitrógeno en los alimentos, incluyendo tanto los recursos de proteínas y nitrógeno no proteico. Además, los microbios del rumen se benefician de una limitada cantidad de proteína de fácil disolución en el rumen. Esto se conoce como la ingesta de proteína soluble. La proteína que se escapa o elude el rumen es conocida como proteína no degradable. Al formular las raciones, saber cómo los ingredientes de los alimentos contribuirán a las diferentes fracciones proteicas en la ración de una vaca lechera puede ser útil para alcanzar sus requerimientos para proteína. La Tabla 18 muestra algunas de las fracciones proteicas en varios alimentos con que comúnmente se alimentan a las vacas.

Tabla 18. Proteína Cruda y Fracciones de Proteína en varios forrajes e ingredientes de alimentos				
ALIMENTO	% BASE MS		% PROTEÍNA CRUDA	
	% DM	PROTEÍNA	PROTEÍNA	PROTEÍNA
		CRUDA	SOLUBLE	NO DEGRADABLE
Heno de gramíneas	90.0	10.5	29.0	37.0
Heno gramíneas/leguminosas	90.0	12.5	30.0	34.0
Heno leguminosas	90.0	18.6	32.0	28.0
Heno leguminosas/gramíneas	90.0	16.8	31.0	31.0
Ensilaje de gramíneas	<35	12.6	51.0	23.0
	35-50		47.0	29.0
	>55		41.0	45.0
Ensilaje de gramíneas/leguminosas	35-50		50.0	27.0
	>55		42.0	42.0
Ensilaje de leguminosas	<35	19.3	60.0	18.0
	35-50		54.0	23.0
	>55		48.0	36.0
Ensilaje de leguminosas/gramíneas	<35	17.4	57.0	20.0
	35-50		52.0	25.0
	>55		46.0	39.0
Ensilaje de maíz	33.0	8.8	48.0	31.0
Ensilaje de maíz + urea	34.0	13.2	70.0	19.0
Ensilaje de maíz + NH ₃	34.0	12.0	57.0	27.0
Harina de sangre	91.0	93.0	7.5	82.0
Orujo de cebada, seco	92.0	27.1	7.4	49.0
Orujo de cebada, húmedo	22.0	28.0	10.0	45.0
Afrecho de canola	92.5	40.8	28.0	23.0
Maíz, mazorca seca	87.0	9.0	15.6	65.6
Maíz, mazorca alta húmeda	69.0	8.8	36.0	35.0
Maíz grano, seco	88.0	10.0	12.0	52.0
Maíz grano, húmedo	74.4	9.5	33.0	35.0
Gluten feed de maíz	90.0	23.0	52.0	25.0
Gluten de maíz	90.0	67.2	5.0	55.0
Destilados de maíz, oscuros	91.0	29.0	15.0	47.0
Destilados de maíz, claros	92.0	29.0	15.0	54.0
Pepa de algodón	88.4	23.7	27.1	41.0
Poroto de soya, crudo	90.0	41.8	40.0	26.0
Poroto de soya, cocido	90.0	41.8	17.0	50.0
Afrecho de soya, 44%	90.0	50.0	20.0	35.0
Afrecho de soya, 48%	90.0	54.5	20.0	35.0
Afrechos de trigo	89.0	18.0	40.0	21.0

Nota: Los datos para proteína cruda y las fracciones son utilizables cuando no existen análisis del alimento. En lo posible, analice los ingredientes de los concentrados y los forrajes. Estos valores han sido desarrollados por el laboratorio de análisis de forraje de Northeast DHI y compilados por el Concejo nacional de investigación (NRC) y de la industria.

Use los datos de las gramíneas para los ensilajes de granos inmaduros.

Se puede determinar una descripción más detallada de las fracciones proteicas utilizando el sistema de detergente para el análisis de los carbohidratos junto con la división de la proteína a través del buffer de borato. Estas fracciones proteicas son identificadas como fracción A (amoníaco, nitratos, aminoácidos y péptidos), fracción B1 (globulinas y algunas albúminas), fracción B2 (principalmente albúminas y glutelinas), fracción B3 (prolaminas) y fracción C (productos Maillard, ligados a lignina).

La fracción A de la proteína se degrada en el rumen instantáneamente sin que ninguna llegue al intestino delgado. Pequeñas cantidades de la fracción B1 llegan hasta la parte inferior del tracto digestivo con la digestibilidad intestinal completada. Las fracciones de proteína no degradable se componen de cantidades variables de B2 (30 a 70 por ciento), la mayor parte de B3 y la fracción C. La fracción C elude la totalidad del sistema digestivo. El calor agregado o generado durante el procesamiento de algunos granos y subproductos aumenta la proteína bypass dado que las globulinas y las albúminas en la fracción B1 son desnaturalizadas y se encuentran ahora en la fracción B2 ó B3.

La Tabla 19 enumera la distribución de fracciones de proteína y nitrógeno en algunos alimentos usados comúnmente. Aún cuando es importante estar conscientes del detalle relacionado con las diferentes fracciones de proteínas, en este momento muchos informes de análisis de alimentos y programas de formulación de raciones tratan con cifras determinadas que sólo tienen relación con la ingesta de proteínas solubles, degradables y no degradables.

Equilibrar las raciones de acuerdo a la calidad de la proteína tiende a ser más complejo comparado a cumplir con los requerimientos del animal por proteína total y fracciones proteicas. Es necesario poner atención tanto a la producción de proteína microbiana como al perfil de aminoácidos de los alimentos.

ALIMENTO	Tabla 19. Distribución promedio de fracciones de proteína y nitrógeno en algunos alimentos					
	BASE MS%	% de Proteína Cruda				
	PROTEÍNA CRUDA	A	B1	B2	B3	C
Concentrados:						
Harina de sangre	91.7	0.2	4.7	93.9	0.0	1.2
Orujo de cebada, seco	25.4	2.9	1.2	55.5	28.4	12.0
Afrecho de canola	42.3	21.1	11.3	57	4.2	6.4
Maíz, grano	10.1	7.7	3.3	74.0a	10.0	5.0
Maíz, grano húmedo	10.1	40.0	0.0	44.1a	10.6	5.3
Maíz mazorca, seco	9.0	11.2	4.8	66.2a	10.0	7.8
Maíz mazorca, húmedo	9.0	0.0	0.0	51.3a	10.4	8.3
Destilados de granos, seco	29.5	17.0	5.0	14.9a	43.1	20.0
Gluten feed	25.6	49.0	0.0	43.2a	5.7	2.1
Gluten de Maíz	65.9	0.0	1.2	84.8a	9.0	2.0
Pepa de algodón	23.0	0.8	39.2	54.0	0.0	6.0
Harina de pepa de algodón	44.8	8.0	12.0	48.4	2.4	7.6
Harina de pescado	66.6	0.0	12.0	87.0	0.1	0.9
Afrecho de soya, 44%	499.0	11.0	9.0	75.0	3.0	2.0
Afrecho de soya, 48%	55.1	11.0	9.0	75.0	3.0	2.0
Poroto de soya, crudo	42.8	10.0	34.2	51.4	1.5	2.9
Poroto de soya, cocido	42.8	5.7	0.0	70.7	16.3	7.3
Afrechos de trigo	18.4	12.0	28.0	56.0	1.4	2.6

Forrajes:						
Heno de alfalfa, prefloración	21.7	28.8	1.2	55.0	5.0	10.0
Heno de alfalfa, floración temprana	19.0	28.8	1.2	52.2	7.8	10.0
Heno de alfalfa, floración media	17.0	26.9	1.1	46.8	11.2	14.0
Heno de gramíneas, vegetativo	16.0	24.0	1.0	44.0	25.3	5.7
Heno de gramíneas, floración media	9.1	24.0	1.0	44.0	24.9	6.1
Heno de gramíneas, maduro	7.0	24.0	0.0	44.0	24.5	6.5
Ensilaje de alfalfa, floración temprana	19.0	50.0	0.0	23.3	11.7	15.0
Ensilaje de alfalfa, floración media	17.0	45.0	0.0	23.0	14.0	1.0
Ensilaje de maíz, 45% grano	9.0	45.0	0.0	3.6	85.0	7.9
Ensilaje de maíz, 34% grano	8.6	50.5	0.0	34.0	8.0	8.0
Ensilaje de maíz, 25% grano	8.3	55.0	0.0	29.0	7.5	8.5

Source: Russell, J. B., J. D. O'Connor, D. G. Fox, P. J. Van Soest, and C. J. Sniffen. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. J. Animal Sci. 1992. 70:3551-3561.

a El maíz contiene zeína, una prolamina proteica de degradación lenta, soluble en FDN

La calidad de la proteína tiene relación con el equilibrio y la cantidad de aminoácidos esenciales contenidos en un alimento en particular. Existen aproximadamente 23 aminoácidos diferentes; cada uno posee una estructura única y todos contienen nitrógeno. Aproximadamente 10 a 13 aminoácidos deben estar en la ración y son nombrados como esenciales (Tabla 20).

Tabla 20. Lista de aminoácidos esenciales y no esenciales		
Aminoácidos Esenciales		Aminoácidos No Esenciales
Arginina (Arg)		Alanina
Histidina (His)		Ácido aspártico
Isoleucina (Ile)		Citrulina
Leucina (Leu)		Cisteína
Lisina (Lys)		Cistina
Metionina (Met)		Ácido glutámico
Fenilalanina (Phe)		Glicina
Treonina (Thr)		Ácido hidroxiglutámico
Triptófano (Trp)		Hidroxiprolina
Valina (Val)		Norleucina
		Prolina
		Serina
		Tirosina

Algunos de estos aminoácidos esenciales tales como la lisina y la metionina son etiquetados como aminoácidos limitantes. Si los precursores adecuados, tales como nitrógeno y azufre, están presentes en el rumen, entonces los aminoácidos esenciales pueden ser sintetizados por los microbios del rumen. Esta es una de las características únicas de los microbios del rumen.

La proteína microbiana es proteína de alta calidad porque tiene un buen equilibrio de los aminoácidos esenciales requeridos por la vaca. La proteína microbiana aporta una gran porción de proteína para que el rumiante digiera en el intestino delgado. Tanto como 1.2 a 1.5 kilos de proteína microbiana pueden ser sintetizadas por día en el rumen de una vaca lechera madura de raza Holstein. Sin embargo, todas las necesidades de una vaca de alta producción por aminoácidos esenciales no pueden alcanzarse sólo por la síntesis de proteína microbiana.

Algunos aminoácidos esenciales deben proveerse en la ración y una proporción suficiente de esta fuente debe escapar o eludir la degradación ruminal.

Las raciones necesitan ser equilibradas para aquellos aminoácidos esenciales que puedan estar limitados bajo determinadas situaciones alimenticias. Los ingredientes de los alimentos pueden variar en la calidad de sus aminoácidos y al incorporar diferentes recursos los productores lecheros pueden alcanzar en mejor forma los requerimientos del animal (Tabla 21). Los aminoácidos más limitantes para la vaca lechera con alta producción de leche son lisina, metionina y arginina.

Tabla 21. Los perfiles de aminoácidos esenciales de la leche, bacterias y alimentos										
ITEM	% total de									
	ARG	HIS	ILE	LEU	LYS	MET	PHE	THR	TRP	VAL
LECHE	7.2	5.5	11.4	19.5	16	5.5	10	8.9	3	13
BACTERIA	10.4	4.2	11.5	15.9	16.6	5	10.1	11.3	2.7	12.3
ENSILAJE MAIZ	6.4	5.5	10.3	27.8	7.5	4.8	12	10.1	1.4	14.1
HAY	8.9	5.3	11	18.9	10.3	3.8	13.5	10.3	3.3	14.7
CEBADA	12.8	5.9	9.6	18.4	9.6	4.5	13.3	9.1	3.1	13.6
HARINA DE SANGRE	7.6	11.2	2.1	22.8	15.7	2.1	12.3	8.1	2.7	15.4
ORUJO DE CEBADA, SECO	8.9	6.4	10.6	17.6	11.4	4.8	10.3	11.4	3	15.6
AFRECHO DE CANOLA	14	6.7	9.3	16.9	13.1	4.8	9.5	10.5	3	12.4
MAIZ, GRANO	10.8	7	8.2	29.1	7	5	11.3	8.4	1.7	11.5
GLUTEN DE MAIZ	6.9	4.7	9.3	36.4	3.8	5.5	13.8	7.5	1.5	10.7
DDG, OSCURO	7.7	7.2	9.8	26.3	6.2	5.2	11.1	10.3	2.7	13.4
PEPA DE ALGODÓN, HARINA	25.4	6	7.7	13.9	9.6	3.8	12.2	7.7	2.9	10.8
HARINA DE PLUMAS	14.7	1.1	10	29.3	3.9	2.1	10	10.5	1.5	17.1
HARINA DE PESCADO	13.1	5.7	9.3	16.5	17	6.3	8.8	9.5	2.4	11.3
HARINA DE SANGRE Y HUESO	20.5	5.5	7.8	16.2	14.2	3.6	9.2	9	1.8	12.1
SORGO, GRANO	9.4	5.8	9.4	30.9	5.6	4.3	12.6	8	2.2	11.8
HARINA DE SOYA	16.3	5.7	10.8	17	13.7	3.1	11	8.6	3	10.6
AFRECHOS DE TRIGO	15.2	6.6	9.7	18.9	8	4.6	12.6	8.3	3.4	12.6

Fuente: Schwab, C. Amino acid nutrition of the high performance ruminant. Rhône-Poulenc Animal Nutrition and Health Symposium, San Francisco, Calif. 1995, pp. 1-75.

En el pasado, los problemas en nutrición de proteínas eran excesos o deficiencias en la proteína cruda total. Ahora se consideran críticas la atención a las fracciones proteicas, la calidad de la proteína y la conservación de un buen equilibrio. Esto es importante no sólo para la máxima producción de leche, pero también por preocupaciones económicas y ambientales. La Tabla 22 entrega algunas pautas para las fracciones proteicas en la ración total de materia seca para el ganado lechero.

Tabla 22. Guía a la composición de la proteína en raciones para vacas de alta producción			
	Estado de Lactancia		
	Temprana	Media	Tardía
Proteína Cruda, % DM	17-18	16-17	15-16
Proteína Soluble, % CP	30-34	32-36	32-38
Proteína Degradable, % CP	62-66	62-66	62-66
Proteína No Degradable, % CP	34-38	34-38	34-38

Source: Use of Total Mixed Rations (TMR) for Dairy Cows. Penn State Dairy and Animal Science Extension Fact Sheet 94-25.

Energía

La energía es el combustible necesario para apoyar todas las actividades de la vida. Los animales requieren energía no sólo para su conservación, sino que también para respaldar la producción incluyendo el crecimiento, gestación y lactancia. Algo de la energía excedente es almacenada como glucógeno, que se encuentra en músculos e hígado, pero la mayor parte es almacenada como grasa. La energía para la vaca lechera se puede expresar en varias formas: nutrientes digeribles totales (NDT), energía neta de mantención (ENm), energía neta de ganancia (ENg) y la energía neta de lactancia (ENl). Al expresar los valores de energía en estos términos, se explican las pérdidas de energía a través de las heces, orina, metano y el calor.

NDT se define como sigue: proteína cruda digerible + fibra cruda + grasa digerible x 2.25 + extracto de nitrógeno libre. NDT explica las pérdidas fecales y algunas pérdidas urinarias. La mayoría de las estimaciones o valores esperados de la energía neta están basados en niveles de NDT obtenidos en la ingesta de mantención. Existe una predisposición en utilizar los valores NDT comparados con los valores de la energía neta de ciertos alimentos. Por ejemplo, los valores NDT se aproximan a ENl en forrajes de calidad promedio y buena, pero son superiores a ENl en forrajes malos. NDT es inferior que ENl en el caso de muchos concentrados.

La energía neta debería ser la expresión del valor energético utilizado para equilibrar raciones. Tiene en consideración las pérdidas de energía a través de las heces, orina, gases y calor. La energía neta está subdividida en mantención, ganancia y lactancia. ENm y ENg son utilizadas en la formulación de raciones para la engorda y el crecimiento de animales. ENl puede ser utilizada para la formulación de raciones de animales en ordeño, la mantención de vacas en secado y las necesidades de preñez durante los dos últimos meses de gestación. Las vacas lecheras pueden utilizar la energía para la mantención así como para la producción de leche. Es por esto que existe un valor, ENl, para la vaca lechera madura.

La mayoría de los TDN y estimaciones de energía en las pruebas de forraje y granos se basan únicamente o fundamentalmente en ecuaciones de regresión utilizando fibra de detergente ácido y, en ocasiones, los valores de fibra de detergente neutro como el indicado (Tablas 23 y 24). No todos los laboratorios calculan estas estimaciones del mismo modo. Las estimaciones deberían ser compatibles con concesiones por la energía utilizada en el programa de raciones balanceadas utilizado.

La formulación de raciones para satisfacer las necesidades energéticas del ganado lechero depende del nivel de producción, puntaje de condición corporal, el estrés ambiental y las desviaciones en la ingesta de materia seca. Algunas pautas a seguir para ENl Mcal/lb de materia seca para vacas de alta producción son, en lactancia temprana, 0.76 – 0.80; mediados de la lactancia; 0.72 – 0.76; lactancia tardía, 0.68 - 0.72. Estos valores no debieran ser el único medio para balancear las raciones de energía. La energía se consigue en raciones sólidas que contienen adecuados niveles de CNS y grasa. Confiando sólo en los valores ENl, sin tomar en consideración los niveles de grasa y CNS de la ración, puede ser altamente perjudicial para el rendimiento y la salud del animal.

La baja ingesta de energía es a menudo un problema con el ganado joven y las vacas de alta producción. La ingesta calórica inadecuada puede reducir el crecimiento, disminuir la producción de leche, reducir la prueba de proteína de la leche y, en ocasiones, la prueba de la grasa, además de afectar la reproducción y la salud. Las causas principales pueden ser la insuficiente alimentación con concentrados y/o forraje, desequilibrios en las raciones que afectan la digestibilidad, la utilización de alimentos y el metabolismo.

Tabla 23. Ecuaciones de regresión para estimar valores de energía para varios alimentos.		
ALIMENTO	Energía neta lactancia ENL (Mcal/lb)	Total Nutrientes Digeribles (NDT),%
Leguminosas	ENL = 1.044 - (0.0119 x FDA) ex: ENL = 1.044 - (0.0119 x 40) ENL = 0.568 Mcal/lb	NDT = 4.898 + (ENL x 89.796) ex: NDT = 4.898 + (0.568 x 89.796) NDT = 55.9%
Mezclas leguminosas y gramíneas	ENL = 1.0876 - (0.0127 x FDA) ex: ENL = 1.0876 - (0.0127 x 40) ENL = 0.580 Mcal/lb	NDT = 4.898 + (ENL x 89.796) ex: NDT = 4.898 + (0.580 x 89.796) NDT = 57.0%
Gramíneas, sorgo, Cereales inmaduros	ENL = 1.085 - (0.0124 x FDA) ex: ENL = 1.085 - (0.0124 x 40)	NDT = 4.898 + (ENL x 89.796) ex: NDT = 4.898 + (0.589 x 89.796)
Pasto sudan	ENL = 0.589 Mcal/lb	NDT = 57.8%
Bermuda	ENL = [(0.0245 x NDT) - 0.12] x 0.454 ex: ENL = [(0.0245 x 50.4) - 0.12] x 0.454 ENL = 0.506 Mcal/lb	NDT = 95.679 - (1.224 x FDA) ex: NDT = 95.679 - (1.224 x 37) NDT = 50.4%
Ensilaje de maíz, planta entera (Valores sin ajustar)	ENL = 1.044 - (0.0124 x FDA) ex: ENL = 1.044 - (0.0124 x 30) ENL = 0.672 Mcal/lb	NDT = 31.4 + (53.1 x ENL) ex: NDT = 31.4 + (53.1 x 0.672) NDT = 67.1%
Ensilaje de maíz planta entera (valores ajustados)	Adj. ENL = (ANDT - 31.4) ÷ 53.1 : Adj. ENL = (66.4 - 31.4) ÷ 53.1 Adj. ENL = 0.659 Mcal/lb	Adj. NDT = 92.49 + (-0.6525 x MS) : Adj. NDT = 92.49 + (-0.6525 x 40) Adj. NDT = 66.4%
Mezclas totalmente mezcladas (Forrajes + granos)	ENL = [(NDT x 0.0245) - 0.12] x 0.454 ex: ENL = [(72.9 x .0245) - 0.12] x 0.454 ENL = 0.756 Mcal/lb	NDT = 93.53 - (1.03 x FDA) ex: NDT = 93.53 - (1.03 x 20) NDT = 72.9%
Concentrados Mezclas	ENL = [(NDT x 0.0245) - 0.12] x 0.454 ex: ENL = [(77.2 x 0.0245) - 0.12] x 0.454 ENL = .804 Mcal/lb	NDT = 81.41 - (0.60 x FCd) ex: NDT = 81.41 - (0.60 x 7.0) NDT = 77.2%
Mazorca de maíz	ENL = 1.036 - (0.0203 x FDA) ex: ENL = 1.036 - (0.0203 x 16) ENL = 0.711 Mcal/lb	NDT = 99.72 - (1.927 x FDA) ex: NDT = 99.72 - (1.927 x 16) NDT = 68.9%
Maíz grano	ENL = .9050 - (0.0026 x FDA) ex: ENL = .9050 - (0.0026 x 4) ENL = 0.895 Mcal/lb	NDT = 92.22 - (1.535 x FDA) ex: NDT = 92.22 - (1.535 x 4) NDT = 86.1%
Cereales	ENL = .9265 - (0.00793 x FDA) ex: ENL = .9265 - (0.00793 x 12) ENL = 0.831 Mcal/lb	NDT = 4.898 + (ENL x 89.796) ex: NDT = 4.898 + (0.831 x 89.796) NDT = 79.5%
<p>Fuente: Desarrollado por R.S. Adams, Penn State professor emeritus of dairy science, para usar en esquemas de análisis de forrajes. Revisado en 1994.</p> <p>Nota: Todos los valores son en base materia seca. FDA= Fibra detergente ácido.</p> <p>a los valores ajustados son para compensar por exceso de madures o dureza del grano alimentado a ls vacas.</p> <p>Si el valor ajustado de NDT es menor que el valor sin ajustar, entonces todos losvalores ajustados de varias expresiones de energía son reportados para el ensilaje de maíz. MS= dMateria seca.</p> <p>b Base on use of normal Northeastern U.S. forages and low-fiber concentrates with no added fat, when fed at forage-to-concentrate ratios commonly used for milking cows. Use NDT and ENL values for individual feeds to estimate these values for a TMR with a known formula.</p> <p>c Based on a USDA complication of values obtained for low-fat concentrate formulas using book values for individual ingredients. Ue values for individual feeds to obtain NDT and ENL values for known formulas.</p> <p>d CF= crude fiber. CF=(FDA x .83)-1.30. Example: CF=(10 x .83) -1.30=7.0.</p>		

Tabla 24. Cálculo de los valores ENm y ENg del ganado
<p>Paso 1. Calcular Energía Digestible (ED)</p> $ED = TDN \times 0.04409$ $ED = 55.9 \times 0.04409$ $ED = 2.465$
<p>Paso 2. Calcular Energía Metabolizable (EM)</p> $EM = ED \times 0.82$ $EM = 2.465 \times 0.82$ $EM = 2.021$
<p>Paso 3. Calcular energía neta de mantención (ENm)</p> $ENm = (1.37 \times EM) - (1.12) - (0.138 \times EM_2)$ $+ (0.0105 \times EM_3) \times 0.454$ $WNm = (2.769 - 1.12 - 0.564 + 0.087)$ $\times 0.454$ $ENm = 0.532$
<p>Paso 4. Reportar como Enm en Mcal/lb MS.</p>
<p>Paso 5. Calcular Energía Neta de Ganancia (ENg)</p> $ENg = (1.42 \times EM) - (1.65) - (0.174 \times EM_2)$ $+ (0.0122 \times EM_3) \times 0.454$ $NEG = 2.870 - 1.65 - 0.711 + 0.101 \times 0.454$ $NEG = 0.277$
<p>Paso 6. Reportar como Eng en Mcal/lb MS.</p>
<p>Fuente: Desarrollado por R. S. Adams, Penn State profesor emeritode ciencia lechera, usando equaciones disponibles en el 1989 NRC para ganado lechero.</p> <p>Nota: Los ejemplos previos asumen valores para leguminosas con un FDA de 40%, FDN de 51% y NDT de 55.9%.</p>

La excesiva ingesta de energía puede ser un problema para las vacas que están entre mediados y fin de la lactancia, para las vacas secas y puede ocurrir cuando la alimentación con concentrados es excesiva. Esto lleva a que los animales engorden o estén con sobrepeso. El exceso de energía puede ocurrir en las vacas secas cuando se las provee de forrajes a voluntad durante gran parte del día y pueden provenir de la alimentación de transición o la alimentación para vacas secas incrementando el concentrado a niveles superiores al 0.5 por ciento del peso corporal diario previo al parto. Las raciones deberían ser balanceadas para todos los grupos de animales y la condición corporal observada de cerca a fin de que se puedan hacer ajustes a la ración adecuadamente.

Minerales

Los minerales pueden expresarse sobre la base de contenido elemental o ceniza total. Ellos proporcionan la estructura ósea de los huesos y células y son necesarios en muchas reacciones químicas y enzimáticas en el cuerpo. Un animal puede recurrir a sus huesos por cantidades limitadas de calcio y fósforo. La Tabla 25 describe las funciones principales, síntomas de deficiencia y toxicidad, y problemas asociados que pudieran ocurrir. La Tabla 26 entrega una guía sobre los niveles de minerales a utilizar en la formulación de raciones.

El calcio puede tener un efecto marcado sobre el metabolismo ruminal, producción, crecimiento óseo y reproducción. Es más probable que el calcio sea deficiente cuando se utilizan raciones altas en pasto o silo de maíz. El fracaso al suplementar o balancear las raciones, especialmente para el ganado joven y las vacas secas, puede resultar en una producción pobre y en infertilidad. La fiebre de leche y la placenta retenida pueden también aumentar. El escaso crecimiento óseo y las fracturas de las patas del ganado joven pueden presentarse.

El exceso de calcio en la ración para las vacas secas y vaquillas de encaste pueden disminuir su digestibilidad, reducir la ingesta de alimento e incrementar la incidencia de fiebre de leche, placenta retenida e infecciones uterinas. La incidencia de infertilidad, especialmente problemas de ovarios quísticos, pueden aumentar cuando el calcio es excesivo. Causas frecuentes de ingesta excesiva de calcio son la sobrealimentación de vacas secas con forraje alto en calcio y el suplemento excesivo de calcio para cualquier grupo de animales.

El fósforo es muy importante para el normal metabolismo del rumen, reproducción, crecimiento óseo y producción. La baja ingesta de fósforo ocurre frecuentemente en el ganado joven y las vacas secas por la falta de suplementos o alimentación con concentrados. En ocasiones, el problema se puede deber a la pobre disponibilidad de las fuentes de fósforo. El crecimiento de huesos y la fortaleza pueden verse afectados si se entregan niveles de fósforo inadecuados.

La ingesta excesiva de fósforo a menudo se encuentra en raciones para vacas lecheras. Esto generalmente se debe a un exceso de suplementación, particularmente cuando se alimenta con subproductos cuyos ingredientes poseen altos niveles de este mineral. La producción y especialmente la reproducción se pueden ver afectadas desfavorablemente. El consumo prolongado de dietas altas en fósforo puede causar problemas metabólicos debido a desórdenes asociados con la absorción y metabolismo del calcio.

El magnesio es necesario para mantener la fermentación ruminal normal, crecimiento óseo producción, reproducción y salud. La reducción de la digestibilidad de la fibra y daños en la reproducción usualmente ocurren cuando las raciones no están balanceadas para este elemento o adecuadamente suplementadas. La baja ingesta de magnesio puede ocasionar tetania de la pradera y casos complicados de fiebre de leche. El exceso de magnesio puede disminuir la ingesta, digestibilidad y producción, además de que puede ocasionar diarrea en el animal.

El azufre es necesario para la síntesis de aminoácidos esenciales por los microbios del rumen. El suplemento con azufre es importante en raciones que contienen altos niveles de nitrógeno no proteico dado que varios aminoácidos que contienen azufre deben ser hechos por los microbios del rumen, en particular, cisteína, cistina y metionina. La baja ingesta de azufre resulta en una deficiencia inducida de proteína y la ingesta excesiva daña el tejido del hígado y su función. Los forrajes deberían ser examinados periódicamente y balanceados para este nutriente.

El potasio es esencial para la conservación de las relaciones del equilibrio ácido base y para permitir la transmisión de impulsos nerviosos a las fibras musculares. Activa o funciona como un cofactor en varios sistemas enzimáticos. La deficiencia de potasio ocurre a menudo cuando se utilizan raciones que contienen grandes cantidades de granos cerveceros húmedos o secos sin solubles (granos livianos). La baja ingesta de potasio puede resultar en la ingesta reducida de alimento, baja producción y porcentaje de grasa. La insuficiencia de potasio en la dieta puede también aumenta el estrés por el calor y la humedad, además puede llevar a la parálisis de las patas traseras. La ingesta excesiva de potasio en vacas de encaste y vaquillas puede incrementar la congestión de la ubre y es un factor asociado con la fiebre de leche en el equilibrio aniones - cationes.

<http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/rumen-function/de-la-alimentacion-a-la-leche-comprendiendo-la-funcion-del-rumen>