

Granos de destilería de maíz parcialmente desengrasados en dietas de vacunos lecheros

Situación económica actual

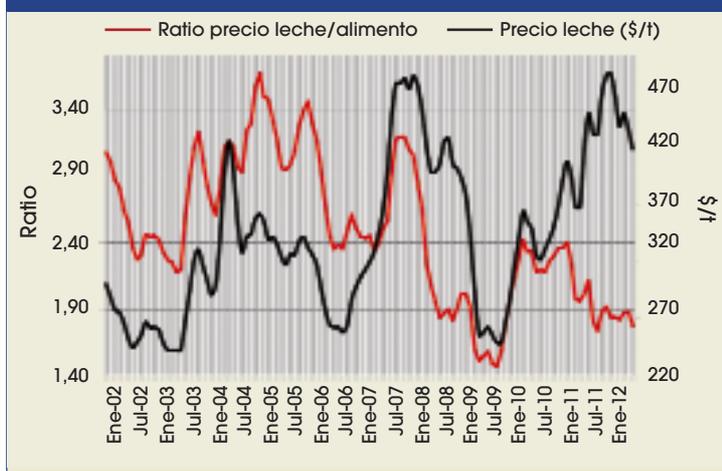
Aunque el precio de la leche recibido por los productores durante el año pasado estableció un récord histórico (promedio anual: 443 \$/t, gráfico 1), la relación entre su precio y el de los alimentos (RLA) se mantuvo demasiado bajo durante todo el año (promedio anual: 1,89; gráfico 1), alcanzando en mayo el nivel mínimo desde la crisis de precios del año 2009 (1,73). El RLA (Milk-feed Price ratio en inglés) es publicado mensualmente por el Economic Research Service (ERS, Feed Grains Database) y refleja la cantidad de alimento (kg de una mezcla de alimentos con un 16% de proteína) que se puede comprar con un kg de leche. Esta mezcla es una fórmula estándar compuesta por maíz (51%), haba de soja (8%) y heno de alfalfa (41%).

Se considera rentable comprar alimentos para transformarlos en leche siempre y cuando el valor del RLA sea igual o superior a 3. Un valor inferior a 2 generalmente indica que el productor pierde dinero o que está en el límite de la rentabilidad. Debido a la variación en el precio de los insumos en diferentes regiones geográficas y las características productivas variables del ganado, este índice no refleja la rentabilidad de un productor en particular. Sin embargo, sí que puede proporcionar una aproximación del margen de rentabilidad en la producción lechera. El RLA se ha mantenido por debajo de 2 desde diciembre de 2010, excepto en febrero y marzo de 2011, cuando alcanzó valores de 2,01 y 2,12 respectivamente.

Según el informe publicado el 17 de febrero de 2012 por el National Agricultural Statistics Service (NASS, Milk production 2012), la cantidad de leche producida en enero en los 23 estados líderes en producción, aumentó un 3,7% con respecto al mismo periodo del año anterior. Este aumento de producción fue debido a un incremento en el número de vacas (1,1%) junto con un aumento de la producción por vaca (2,5%). La mayor cantidad de leche producida podría ser la causa del descenso en el precio de la leche, alcanzando en enero 418 \$/t (tonelada métrica), muy por debajo del coste total de producción publicado por el ERS (Monthly dairy costs of production) para ese mes (495 \$/t). El precio medio de la leche volvió a descender en el mes de febrero hasta 393,8 \$/t, el precio más bajo de los últimos 12 meses. La disminución en el precio de la leche, junto con el aumento en el precio de maíz y soja, provocó que el RLA disminuyera hasta 1,77 el pasado enero, siendo el más bajo de los últimos 8 meses. Los precios de los alimentos usados para calcular este índice fueron 231,4; 428,6 y 192 \$/t para el maíz, el haba de soja y el heno de alfalfa, respectivamente. Sin embargo, en la práctica resulta difícil encontrar henos de alfalfa de calidad lechera por menos de 200 \$/t. Las perspectivas económicas publicadas en el último Livestock, Dairy, and Poultry Outlook (Febrero 15 de 2012, ERS-USDA) predicen un precio medio de la leche para 2012 entre 396 y 411,4 \$/t, muy por debajo de los 443 \$/t del año anterior. La media prevista para la leche de Clase III se

Gráfico 1. Evolución del precio medio de la leche y del ratio precio leche/alimento durante los últimos 10 años.

Fuente: Ratio precio leche/alimento (Feed Grains Database: Yearbook Tables, ERS-USDA); Precio medio de la leche entregada (All Milk Price, NASS-USDA).



Fernando Díaz-Royón (fernando.diaz@sdstate.edu) y **Álvaro García**. Dairy Science Department, South Dakota State University (EE UU)

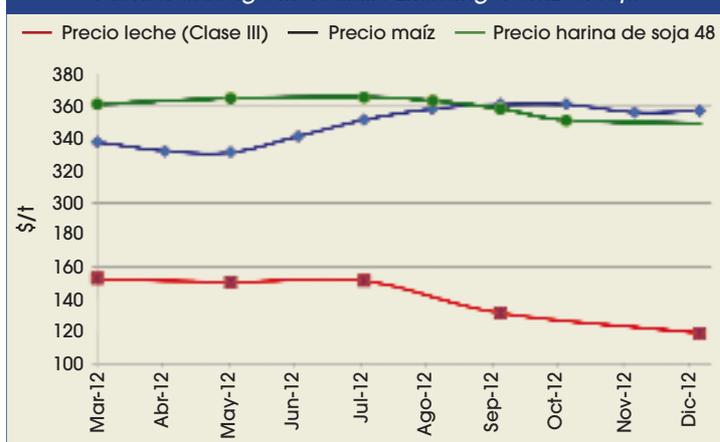
sitúa entre 367,4 y 382,8 \$/t. Sin embargo, los mercados a futuro (Chicago Mercantile Exchange, CME, gráfico 2) vaticinan precios para la leche de Clase III incluso inferiores, con una media anual inferior a 350 \$/t. Los mercados a futuro para el año 2012, prevén un precio por tonelada entre 219 y 253 \$ para el maíz, y 349 y 365 \$ para la harina de soja 48 (CME, gráfico 2). Lamentablemente, los mercados a futuro indican una tendencia a la baja en el RLA para el resto del año, con continuación de precios altos para los insumos y marcada disminución en el precio de la leche.

Ante la situación económica actual, con costes de alimentación que abarcan entre un 50 y un 65% del coste total de producción, se debe intentar reducirlos sin provocar un detrimento en la producción, salud y reproducción del rebaño. Para poder alcanzar los valores de fibra neutro detergente (FND) forrajera de entre 15 y 19% de la materia seca (MS) de la ración (NRC, 2001), las dietas para vacas en lactación deben incluir al menos un 40% de forraje (sobre MS). Estos valores de FND forrajera tienen significancia limitada y hasta pueden resultar peligrosos si no se tiene en cuenta otros factores como el tamaño de partícula o la carga de ácidos grasos insaturados de la ración (Díaz-Royón y García, 2012. En prensa). De forma similar, hay factores de manejo como por ejemplo la sobrecarga de animales y/o el espacio adecuado de comedero que puede hacer que dietas con adecuada concentración de NDF resulten en caída de la grasa de la leche y/o acidosis. La digestibilidad de los forrajes, a su vez, determinará la necesidad de incluir mayor o menor cantidad de concentrados, dependiendo también del potencial genético de producción del ganado y/o su momento de la lactancia. El nivel variable de concentrados que complementan a los forrajes pueden estar compuesto por granos de cereales, semillas de leguminosas y/o co-productos de la industria.

Durante la cosecha pasada –septiembre/agosto 2010/11– 128 millones de toneladas de maíz fueron destinados a la producción de etanol, representando casi un 45% del maíz consumido en el mercado doméstico (Feed Grains Database, ERS-USDA, 2012). El crecimiento rápido de la industria del etanol durante los últimos años ha generado grandes cantidades de co-productos que se encuentran disponibles como alimento para el ganado (gráfico 3). Según las estimaciones de la ERS (Hoffman and Baker, 2011) durante la cosecha pasada se produjeron 34,1 millones de toneladas métricas de granos de destilería (DDGS) de maíz proceden-

Gráfico 2. Mercado de futuros de la leche Clase III, harina de soja y maíz para el año 2012.

Fuente: Chicago Mercantile Exchange. CME Group.



tes de la industria del etanol. Este aumento de la producción de los DDGS durante los últimos años ha provocado una disminución en la relación de precios de los DDGS y el maíz (DDGS/Maíz) y de la harina de soja (DDGS/HS). Desde la cosecha de 1992 hasta la de 2005, la relación DDGS/Maíz promedió 1,07, indicando que el precio medio de los DDGS durante estos años fue un 7% superior al del maíz. Sin embargo, la relación DDGS/Maíz de las últimas cinco cosechas promedió 0,78, mostrando que el precio de los DDGS es un 22% inferior con respecto al del maíz. La relación DDGS/HS también ha disminuido durante los últimos años, pero en menor proporción que la relación DDGS/Maíz. La evolución de estas relaciones demuestra que los DDGS se están convirtiendo en una materia prima cada vez más competitiva en la industria ganadera (gráfico 3).

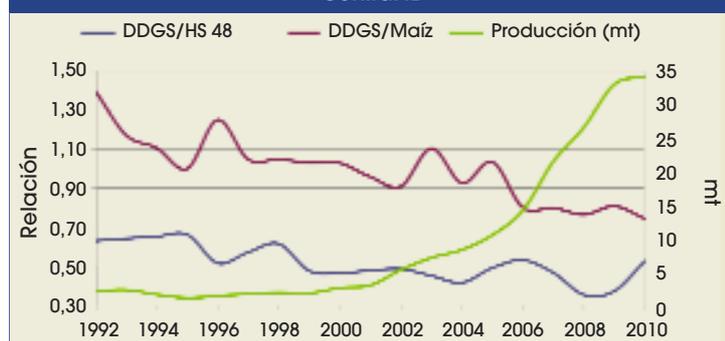
Cálculo del coste de los ingredientes

Una forma tradicional de calcular el precio de un co-producto es compararlo con el contenido en energía del maíz y la concentración proteica de la harina de soja 48. Según el NRC (2001), el contenido en proteína bruta (PB) y energía neta (ENL 3 veces mantenimiento) para el maíz es 9,4% y 2,01 Megacalorías/kg (Mcal/kg) sobre MS, respectivamente. La harina de soja 48 contiene un 53,8% de PB y 2,21 Mcal/kg. Por lo tanto, las ecuaciones para la PB y ENL del maíz y la harina de soja son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Proteína: } & 0,094 x + 0,538 y \\ \text{Energía: } & 2,01 x + 2,21 y \end{aligned}$$

Gráfico 3. Producción de DDGS y relación de precios de los DDGS con los precios del maíz (DDGS/Maíz) y de la harina de soja (DDG/HS) durante las últimas 2 décadas.

Fuentes: Producción: Hoffman and Baker, 2011. Precios: Feed Grains Database (ERS). El precio del maíz es el tipo número 2, amarillo de Central IL



Granos de destilería de maíz...

Tabla 1. Factores energéticos y proteicos de varios co-productos.

	x	y
Harina de colza	0,1276	0,6803
Corn gluten feed	0,4608	0,3637
Corn gluten meal 60	-0,1786	1,2394
DDGS	0,4618	0,4713
Hominy feed	0,8567	0,0715
Cascarilla de soja	0,5475	0,1627
Harina de girasol	0,1314	0,5049
Salvado de trigo	0,5604	0,2459
Semilla de algodón	0,6002	0,3319

Gráfico 4. Precios de mercado y precios relativos de varios co-productos (Enero de 2012).

Fuente: Precios medios de la cascarilla de soja obtenidos del By-Product Feed Price Listing (University of Missouri). El precio medio del resto de co-productos fue obtenido del National Monthly Feedstuff Prices (AMS-USDA).

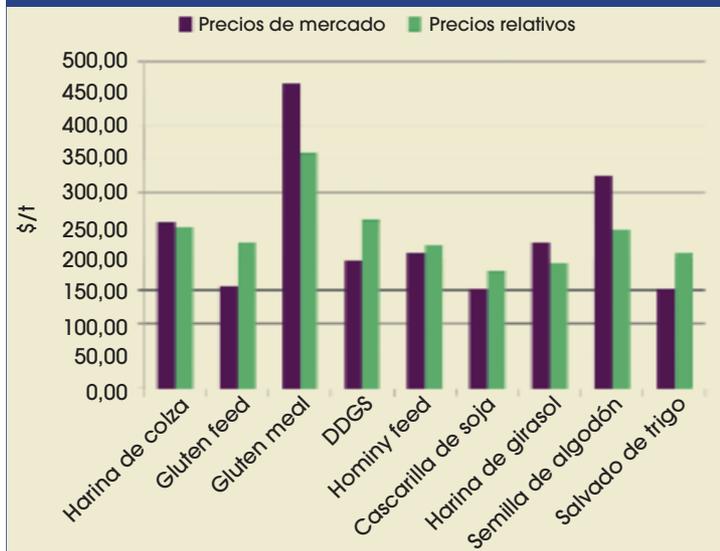
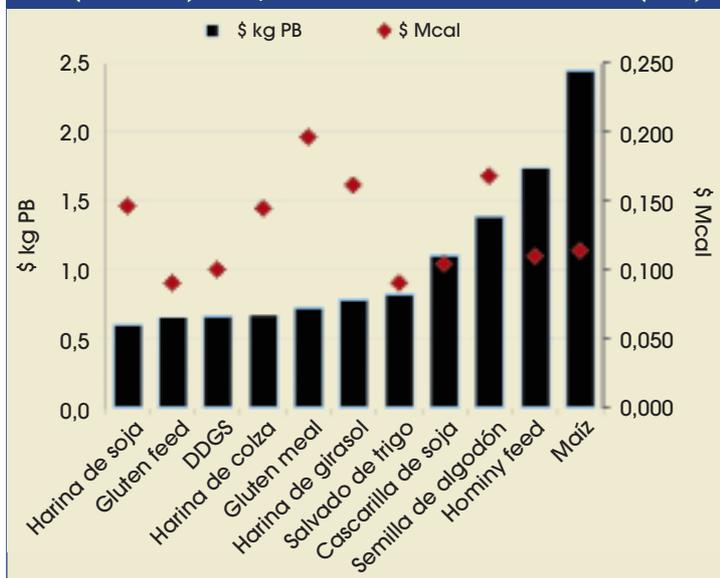


Gráfico 5. Precio por unidad de proteína y energía de varios co-productos (Enero 2012).

Fuente: Precios medios de la cascarilla de soja obtenidos del By-Product Feed Price Listing (University of Missouri). El precio medio del resto de producto obtenido del National Monthly Feedstuff Prices (AMS-USDA). Composición nutritiva obtenida del NRC (2001)



Donde la **x** representa el factor energético del maíz y la **y** representa el factor proteico de la harina de soja. Por ejemplo, el contenido en PB y en energía de granos de los DDGS es 29,7% y 1,97 Mcal/kg (MS), respectivamente.

Si queremos calcular el precio relativo que se podría pagar por este co-producto se deberían plantear las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \text{Proteína: } 0,297 &= 0,094 x + 0,538 y \\ \text{Energía: } 1,97 &= 2,01 x + 2,21 y \end{aligned}$$

Después de resolver las 2 ecuaciones, el factor energético (**x**) es 0,4618 y el factor proteico (**y**) es 0,4713. Ahora hay que multiplicar el factor energético por el precio del maíz y el factor proteico por el precio de la soja, posteriormente se suman ambos valores:

Precio relativo DDGS:

$$0,4618 * 228,85 + 0,4713 * 322,7 = 257,8 \$/t$$

El resultado indica el precio máximo que debería tener este producto en el mercado, y si el precio de adquisición es inferior a 257,8 \$/t, su compra es económicamente conveniente. En la tabla 1 aparecen los factores energéticos y proteicos necesarios para calcular el precio relativo de varios co-productos utilizados en las dietas de vacuno lechero. La semilla de algodón y el gluten meal tienen un precio de adquisición muy superior al precio relativo (33 y 30 %, respectivamente, gráfico 4). Sin embargo, los DDGS, el gluten feed y el salvado de trigo tienen un precio de mercado muy inferior al precio relativo.



Otra manera de comparar el valor nutritivo de diferentes alimentos es calculando el coste de los nutrientes, es decir, el coste por unidad de proteína, energía, fibra, etc. En el gráfico 5 aparecen varios alimentos ordenados según coste por unidad proteica. La harina de soja es la materia prima con menor costo por unidad proteica (0,60 \$/kg de PB), seguido por gluten feed y DDGS (0,66 \$/kgPB). En cuanto a costes por unidad energética (Megacalorías, gráfico 5), el salvado de trigo y el gluten feed son los ingredientes más económicos (0,091 \$/Mcal), por delante de los DDGS (0,10 \$/Mcal).

El objetivo de la nutrición proteica de los rumiantes es proporcionar cantidades adecuadas de energía y proteína degradable en el rumen para favorecer una fermentación ruminal óptima, y maximizar el crecimiento microbiano. Las necesidades en proteína metabolizable de vacas en lactación dependen principalmente de la producción de proteína microbiana en el rumen. Pero en algunas ocasiones, la proteína microbiana no es suficiente para abastecer los requerimientos proteicos, y los anima-

Tabla 2. Necesidades proteicas de vacas con diferentes niveles productivos.

Leche kg	Grasa %	Proteína %	MSI kg	PB %	RDP %PB	RUP %PB
35	3,5	2,5	23,6	13,8	75,4	24,6
35	3,5	3,0	23,6	15,1	68,9	31,1
35	3,5	3,5	23,6	16,4	63,4	36,6
45	3,5	2,5	26,9	14,4	60,1	39,9
45	3,5	3,0	26,9	15,9	63,5	36,5
45	3,5	3,5	26,9	17,3	58,4	41,6
55	3,5	2,5	30,2	15,0	65,3	34,7
55	3,5	3,0	30,2	16,6	59,0	41,0
55	3,5	3,5	30,2	18,1	54,2	45,8

Fuente: NRC (2001). Abreviaturas: MSI (Materia seca ingerida), PB (proteína bruta), RDP (proteína degradable en rumen), RUP (proteína no degradable en rumen)

les deben ser suplementados con proteínas que escapen el rumen y sean absorbidas en el intestino. Esta es la razón por la que vacas de alta producción necesitan cantidades elevadas de proteína no degradable en el rumen (RUP). Los requerimientos en RUP del animal aumentan al incrementar la cantidad de leche producida y el contenido en proteína de esta. Para vacas en el pico de lactación produciendo 35 kg de leche con 3,5% de grasa y 3,0% de proteína, la cantidad de RUP debe representar un 31% de la proteína total en la ración (Tabla 2). Sin embargo, si la producción de leche aumenta hasta alcanzar los 55 kg diarios, la cantidad de RUP debe incrementarse hasta un 41% de la proteína. De igual forma, si aumenta la producción de proteína en la leche hasta un 3,5%, el contenido en RUP necesario es un 36,6% de la proteína total (Tabla 2). Además, debido a que las vacas al inicio de la lactancia tienen un menor consumo de materia seca, los requerimientos en proteína bruta y RUP son superiores. Por ejemplo, para producir 35 kg de leche con 3,5% de grasa y 3,0% de proteína, la concentración en proteína bruta y en RUP son 19,3 y 43,3%, respectivamente (NRC, 2001).

El principal inconveniente de los dos métodos comentados anteriormente para calcular el coste de la proteína, tanto la comparación del ingrediente con la harina de soja, como el coste por libra de proteína, es que tienen en cuenta la cantidad de proteína de los alimentos, pero desestiman sus características. La tabla 3 muestra el tipo de proteína de varios concentrados usados para vacas en producción. El gluten meal es el ingrediente con mayor contenido en RUP (48,5% MS), seguido por la harina de soja 48 (22,9 % MS) y los DDGS (15,2% MS).

Además del contenido en RUP, es importante conocer que proporción de ésta proteína es digerida en el intestino o excretada en las heces. La harina de soja 48 es el ingrediente con mayor proporción de RUP digerible en intestino (93%, Tabla 3). Sin embargo, la cascarilla de soja contiene solamente un 70% de la RUP digerible en el intestino, el resto es desperdiciado en las heces (30%). El coste por unidad de energía y proteína para los DDGS y el gluten meal son similares (gráfico 5). Sin embargo, los DDGS contienen 20 puntos porcentuales más de RUP que el gluten feed (50 vs. 30% de la proteína bruta), esto provoca que el coste por kg de RUP y RUP digerible en el gluten feed sea un 68 y un 58% superior que en los DDGS, respectivamente (gráfico 6).

Antes de comprar un co-producto hay otros factores que deberían ser considerados además de su precio:

- Palatabilidad
- Contenido en contaminantes como hongos, micotoxinas, bacterias, etc.
- Límites de inclusión recomendados
- Equipamiento e instalaciones necesarias para su manejo y almacenaje.
- Variabilidad
- Disponibilidad en el tiempo

DDGS bajos en grasa:

En los últimos años ha crecido el interés en extraer una porción del aceite de los DDGS como forma de aumentar los ingresos de las plantas de etanol. Aunque hay diferentes tecnologías en el mercado, la mayoría de estos métodos se basan en técnicas de separación física, usando diferentes decantadores y centrifugas. Estas técnicas no afectan

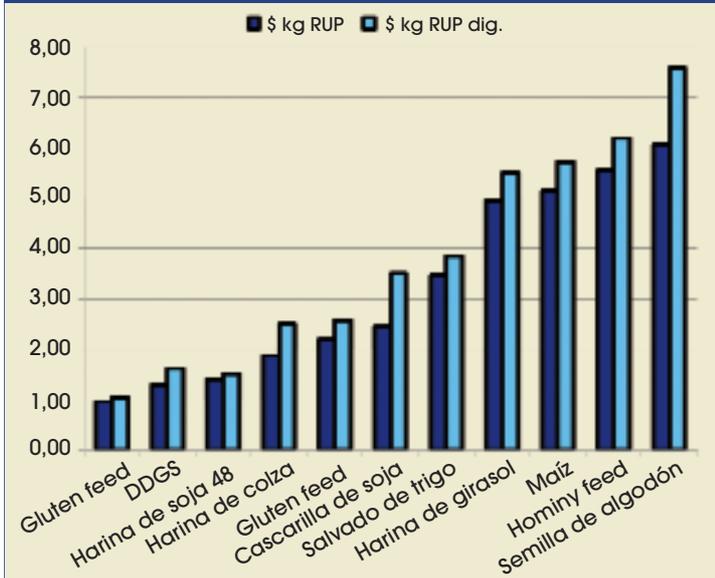
Tabla 3. Características de la proteína de alimentos usados en dietas de vacuno lechero.

	Energía (Mcal)	PB %	RUP		RUP digerible	
			%PB	%MS	%PB	%MS
Harina de colza	1,76	37,8	35,7	13,5	75	10,1
Gluten feed	1,73	23,9	30,0	7,17	85	6,09
Gluten meal	2,38	65,0	74,6	48,5	92	44,6
Maíz	2,01	9,40	47,3	4,45	90	4,00
DDGS	1,97	29,7	50,8	15,2	80	12,2
Hominy feed	1,88	11,9	31,2	3,71	90	3,34
Cascarilla de soja	1,46	13,9	44,6	6,20	70	4,34
Harina de soja 48	2,21	53,8	42,6	22,9	93	21,3
Harina de girasol	1,38	28,4	15,9	4,52	90	4,06
Semilla de algodón	1,94	23,5	22,9	5,38	80	4,31
Salvado de trigo	1,67	18,5	23,7	4,38	90	3,95

Fuente: NRC (2001). Abreviaturas: MS (Materia seca), PB (proteína bruta), RDP (proteína degradable en rumen), RUP (proteína no degradable en rumen).

Gráfico 6. Precio por unidad kg de RUP y RUP digestible de varios co-productos (Enero 2012).

Fuente: Precios medios de la cascarilla de soja obtenidos del By-Product Feed Price Listing (University of Missouri). El precio medio del resto de producto obtenido del National Monthly Feedstuff Prices (AMS-USDA). Composición nutritiva obtenida del NRC (2001).



las características de los DDGS, y son capaces de extraer entre un 30 y un 70% del aceite que contiene el co-producto (Rosentrater y col. 2011).

Cuando parte del aceite es extraído, el resto de los nutrientes de los DDGS son concentrados proporcionalmente a esta extracción. Una excepción es la energía, la cual se diluye proporcionalmente a la extracción de grasa. Para estimar la disminución de la densidad energética de los DDGS producida al extraer parte de la grasa, puede usarse la siguiente fórmula:

$$\frac{a - ((1 - b) * c)}{b}$$

donde:

- a = ENL en DDGS convencionales (Mcal/kg)
- b = Cantidad de nutrientes remanentes después de la extracción de la grasa (Kg)
- c = ENL (Mcal/kg) de los aceites vegetales

El contenido energético (ENL 3 veces mantenimiento) fue estimado en 1,97 Mcal/Kg para los DDGS convencionales y en 5.63 Mcal/Kg para los aceites vegetales (NRC 2001). Si el contenido en grasa después de la centrifugación es 6%, esto indica que la grasa extraída de los DDGS ha sido un 4,6%. Sustituyendo esos valores en la siguiente fórmula:

$$\frac{1,97 - ((1 - 0,954) * 5,63)}{0,954} = 1,79 \text{ Mcal/kg}$$

En la tabla 4 aparece el contenido energético de los DDGS convencionales de 10,6% de grasa y DDGS con 8, 6, y 4 % de grasa. El valor energético en los DDG bajos en grasa ha disminuido un 5, 9 y 13%, respectivamente. El contenido en proteína bruta puede ser calculado usando la misma regla.



EmbrioVet

SERVICIO VETERINARIO ESPECIALIZADO
EN TRANSFERENCIA EMBRIONARIA

EQUIPO AUTORIZADO PARA
EL INTERCAMBIO INTRACOMUNITARIO
ES11ET05B

daniel@embriovet.es - móvil: 649 809 064
administración@embriovet.es



EmbrioMarket

TIENDA VIRTUAL DE COMPRAVENTA
DE EMBRIONES

ASESORAMIENTO GENETICO
SEGUROS GANADEROS

javier@embriomarket.com - móvil: 636 977 610
administración@embriomarket.com

Toda la información que necesitas en:  www.embriomarket.com
Telefax: +34 981 791 843

Granos de destilería de maíz...

Tabla 4. Composición nutritiva y precios de nutrientes de DDGS bajos en grasa.

	Energía Mcal	Proteína %	\$ Mcal	\$ kg PB	\$ kg RUP	\$ Kg RUP dig.
DDGS 10,6% EE	1,97	29,7	0,100	0,66	1,31	1,63
DDGS 8% EE	1,87	30,5	0,105	0,65	1,27	1,59
DDGS 6% EE	1,79	31,1	0,110	0,63	1,25	1,56
DDGS 4% EE	1,71	31,8	0,115	0,62	1,22	1,53

Fuente: El precio de los DDGS convencionales fue obtenido del National Monthly Feedstuff Prices (AMS-USDA).

Si la grasa es extraída de un DDGS convencional con un 29,7% de proteína, la concentración proteica aumentará en la misma proporción a la que disminuye la grasa, hasta un 30,5% (29,7/0,974), 31,1% (29,7/0,954), y 31,8% (29,7/0,934) en DDGS con 8, 6, y 4 % de grasa, respectivamente.

¿Cual debería ser el precio de compra de los DDGS bajos en grasa? Después de los cambios nutritivos producidos al extraer parte de la grasa, aumenta el coste por unidad de energía y disminuye por unidad de proteína (Tabla 4). El precio relativo estimado para los DDGS con un 8, 6 y 4% de grasa es \$273,1, \$264,9 y \$ 256,8, respectivamente. Estos valores representan un 96,4%, 93,5% y 90,7% del precio relativo de los DDGS convencionales que contienen 10,6% de grasa. Esto resultados indican que el precio de los DDGS con 8, 6 y 4% de grasa debería ser un 3,6%, 6,5% y 9,3% inferior a los DDGS convencionales.

Una vaca produciendo 40 kg de leche con 3,7% grasa y 3,1% de proteína, tiene una ingestión diaria de 26,5 kg de MS (NRC 2001). El límite máximo de inclusión recomendado de DDGS es 5,3 kg día (20% de MS, Schingoethe y col., 2009). La sustitución de DDGS convencionales por DDGS con 6% en grasa debería suponer una disminución en el precio de los DDGS convencionales del 6,5%. Si esta disminución en el precio no se produce, el sobrecoste supone 7,15 centavos de \$ por vaca y día. Aunque esta cantidad parezca insignificante, supone un sobrecoste de 26\$ por animal y año. El principal argumento de venta de las plantas de etanol que están comercializando estos tipos de co-productos es que disminuye el riesgo de provocar acidosis y depresión de la grasa láctea. Estos problemas asociados con DDGS convencionales (10.6% grasa) pueden ser prevenidos cuando la dieta contiene suficiente cantidad de forraje y FND forrajera (Díaz-Royón y A. García. 2012. En prensa), sin tener que prescindir de parte de la energía que contienen los DDGS.



Conclusiones

1. Los granos de destilería de maíz convencionales son una excelente fuente de proteína y energía para el ganado vacuno lechero.
2. Es importante tener en cuenta no sólo su contenido en proteína, sino la degradabilidad ruminal y la digestibilidad intestinal de dicha proteína.
3. La extracción parcial del aceite de los DDGS puede reducir los efectos negativos del mismo sobre la fermentación ruminal pudiendo aumentar su inclusión siempre y cuando se respete el contenido en fibra efectiva de la dieta.
4. El precio de los DDGS de bajo contenido en aceite debería reflejar la reducción en el contenido energético de los mismos.

Bibliografía

- All Milk Price. NASS-USDA: National Agricultural Statistics Service of United States Department of Agriculture. Acceso el 12 de marzo de 2012. <http://jan.mannlib.cornell.edu/reports/nass/pric e/pap-bb/>
- By-Product Feed Price Listing (University of Missouri). Acceso el 30 de enero de 2012. <http://agebb.missouri.edu/dairy/byprod/bplist.asp>
- Chicago Mercantile Exchange. CME group. Acceso 7 de marzo de 2012. <http://www.cmegroup.com/trading/agricultural/>
- Díaz-Royón F. and A. García. Do distillers grains have to cause low milk fat?. Hoard Dairyman. En prensa.
- Feed Grains Database. ERS-USDA: Economic Research Service of United States Department of Agriculture; Yearbook Tables. Feed-price ratios for livestock, poultry, and milk del 9 de marzo de 2012. <http://www.ers.usda.gov/Data/Feed-Grains/FeedYearbook.aspx>
- Hoffman L. A. and A. Baker. October 2011. Estimating the Substitution of Distillers' Grains for Corn and Soybean Meal in the U.S. Feed Complex. ERS-USDA: Economic Research Service of United States Department of Agriculture. <http://www.ers.usda.gov/Publications/FDS/2011/09Sep /FDS11101/>
- Livestock, Dairy, and Poultry Outlook (15 de Febrero de 2012). Economic Research Service of United States Department of Agriculture. <http://usda01.library.cornell.edu/usda/ers/LDP-M//2010s/2012/LDP-M-02-15-2012.pdf>
- Milk production. NASS-USDA (17 de febrero de 2012). National Agricultural Statistics Service of United States Department of Agriculture. http://www.nass.usda.gov/Publications/Todays_Reports/reports/fnloqm12.pdf
- NRC (National Research Council) 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington DC.
- National Monthly Feedstuff Prices. Feedstuffs Reports. Agricultural Marketing Services of United States Department of Agriculture. http://www.ams.usda.gov/mnreports/wa_gr855.txt
- Rosentrater, K. A., K.M. Illeleji, D. B. Johson. 2011. Manufacturing of Fuel Ethanol and Distiller Grains – Current and Evolving Processes. Capítulo 5. Distillers Grains: Production, Properties, and Utilization. Editado por KeShun Liu and Kurt A. Rosentrater. CRC Press, Florida. Pg. 73 – 102.
- Schingoethe, D. J., K. F. Kalscheur, A. R. Hippen, and A. D. Garcia. 2009. Invited review: The use of distillers products in dairy cattle diets. J. Dairy Sci. 92:5802–5813.

