

EL GLICEROL O GLICERINA DE BIODIESEL EN LA ALIMENTACIÓN DE GANADO

Ricardo Oviedo Ghitis*. 2012. Engormix.com.
*Zootecnista.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Composición de los alimentos y requerimientos de los animales; tablas; análisis](#)

INTRODUCCIÓN

El Biodiesel es un combustible renovable derivado de aceites vegetales o grasas animales, que generalmente es utilizado en vehículos automotores y agrícolas. Es biodegradable, no tóxico y reduce emisiones de gases efecto invernadero. El biodiesel parte de la reacción de un aceite vegetal o grasa animal con un alcohol, a través de un proceso denominado transesterificación que da como resultado el biodiesel y un subproducto que es la glicerina.

A Colombia le interesa la utilización del biodiesel fundamentalmente por tres aspectos:

1. Disminución de la dependencia energética, la cual surge de las compras de diesel que hace a otros países, requiriendo con ello una salida de divisas importante para el país;
2. Desarrollo del campo colombiano, el uso de biodiesel derivado de aceites vegetales no solo permite la sostenibilidad del empleo ya creado por las siembras realizadas en los últimos cinco años, sino que adicional a ello el requerimiento de nuevas áreas sembradas requerirá de mano de obra adicional, permitiendo un mayor número de empleos en el campo.
3. Mejoría ambiental, el biodiesel tiene un impacto positivo al medio ambiente por ser un producto renovable, biodegradable y por tener menores emisiones de gases efecto invernadero en comparación con el combustible diesel.

A pesar de que para producir biodiesel todas las grasas animales y vegetales pueden utilizarse como materia prima, en Colombia el material más utilizado para su elaboración es el aceite de palma. Colombia tiene un gran futuro en biocombustibles. Ya hoy producimos más de un millón de litros diarios de alcohol, y en total se logrará tener una capacidad instalada de 526.000 toneladas de biodiesel por año.

EL GLICEROL

Glicerol, también conocido como la glicerina o propano-1-triol, propanetriol-1,2,3, 1,2,3-trihydroxypropano, glyceritol y Glicil alcohol, es un líquido viscoso incoloro, inodoro, higroscópico y dulce. Es un alcohol de azúcar con un índice alto de solubilidad en agua. Hay una amplia gama de aplicaciones de glicerol en las industrias de alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos. Por cada 10 galones de biodiesel producido se generan unos 4.1 kilos de glicerol en bruto. Las proyecciones de precios a futuro sugieren que el glicerol podría tener un precio muy competitivo comparado con granos como fuente de energía para el ganado. El valor de glicerol en este sentido puede ser más evidente con el aumento de la desviación del maíz y otros granos para la producción de etanol. Aunque hay pruebas que apoyan el uso de glicerol para las vacas de la transición, hay poca información que examina el uso de glicerol como un ingrediente macro en raciones para lactantes de vacas lecheras. Esta revisión explora algunos de los atributos y las características pertinentes al glicerol como un alimento vacas lactantes y evidencia los resultados de un reciente estudio de investigación, donde el valor de glicerol fue probado como reemplazo parcial del grano de maíz.



Glicerol

PRODUCCIÓN DE GLICEROL DE CALIDAD

La mayoría de biodiesel actualmente es producido por una reacción que utiliza una base de transesterificación catalizada del aceite. Para la producción de diesel de palma, el aceite reacciona con un peso igual al de un alcohol de cadena corta (normalmente el metanol pero a veces etanol) en presencia de un catalizador para producir biodiesel y glicerol en bruto. Este proceso requiere de baja presión y temperatura, para una alta conversión (98%) y da como resultado la conversión directa de aceite a biodiesel sin compuestos intermedios. Del biodiesel se separa el glicerol, por gravedad o por centrifugación. El alcohol se elimina de las fases de biodiesel y glicerol por evaporación rápida o por destilación para recuperarlo y reutilizarlo. El glicerol resultante contiene catalizador no usado y jabones que luego son neutralizados por la adición de ácido para producir glicerina cruda que contiene 80 a 88% glicerol. La purificación adicional de la glicerina cruda a 99% o más es necesaria para su uso en las industrias farmacéuticas y cosméticas. Las impurezas devalúan el glicerol en bruto; altos niveles de metanol, sales y catalizador residual pueden ser problemáticos en el uso de glicerol como un alimento para el ganado. Una evaluación reciente de glicerol en bruto de la producción de biodiesel de soya indica un glicerol contenido de 76,2% y tanto como 7,98% de grasa, 0,05% de proteínas y ceniza de 2,73%. Este último estaba compuesto por 11 ppm Ca, Mg de 6,8 ppm, 53 ppm P y 1,2% Na (Thompson y él, 2006). La Glicerina es generalmente reconocida como segura para su uso en concentrados (FDA, 2006, 21 C.F.R. 582.1320). Aunque el glicerol de grado alimenticio es seguro en este sentido, se han expresado preocupaciones respecto a los niveles de contaminantes en glicerol en bruto de la producción de biodiesel. Niveles de metanol elevados no son buenos, y el contenido de metanol de glicerol en bruto debe ser inferior al 0,5%. Una carta de reglamentación reciente expedida por la FDA indica que metanol a niveles superiores a 150 ppm pueden considerarse riesgoso para la alimentación animal.

BAJOS NIVELES DE GLICEROL PARA LAS VACAS DE TRANSICIÓN

El uso de glicerol en el tratamiento de cetosis fue estudiado desde 1954 (Johnson et al., 1954), y la evaluación de glicerol, así como el propilenglicol como tratamiento cetosis fue investigado aún más en la década de los 70 (Fisher et al., 1971, 1973). Más recientemente, ha sido evaluado el glicerol como ayuda preventiva para problemas metabólicos asociados con las vacas de transición (de secas a lactantes). Goff y Horst (2001) usaron hasta 3 litros en la prevención y el tratamiento de la cetosis, y DeFrain et al (2004) suministraron 0.86 kg/día para ganado lechero de transición. Mientras que estos estudios demuestran el valor potencial de glicerol en el tratamiento de cetosis, no hay datos suficientes para examinar el valor de glicerol como ingrediente principal de ración posterior a la transición de ganado lechero. Se han usado niveles del 5-8% de la materia seca en transición.

NIVELES MAYORES DE INCLUSIÓN EN VACAS

Varios estudios de alimentación han usado niveles bajos de 150 a 472 g/día (Fisher et al., 1971, 1973; Kalili et al., 1997). Hay pocos estudios con tasas de alimentación de glicerol con 5% o más de la ración sobre una base de materia seca (MS). Schröder y Südekum (1999) alimentaron glicerol al 10% para el ganado lechero, reemplazando eficazmente más la mitad de la fécula (almidón) en la dieta, sin afectar negativamente a la ingesta, digestibilidad ruminal, microbiología ruminal y la digestibilidad de nutrientes en ganado. Niveles de 3,6% de glicerol para vacas lecheras en mitad de lactancia no tuvieron efecto en la ingesta, producción de leche y composición pero alteraron levemente el perfil de ácidos grasos en la leche aumentando el propionato y butirato ruminal a expensas de una reducción en la concentración de acetato (Khalil et al., 1997). El uso de 0.86 kg/día de glicerol a los 21 días posparto (5,4% de ración MS) no tuvo efectos sobre la producción de leche y el consumo (DeFrain et al., 2004). Niveles de 500 ml de glicerol, o aproximadamente el 3,1% de ración MS, tres semanas antes del parto a través hasta 70 días de lactancia provocaron un aumento en la producción de leche y el contenido de proteínas lácteas (Bodarski et al., 2005). Tomados en conjunto, estos experimentos indican que el glicerol puede añadirse a las dietas para las vacas lactantes a un nivel de al menos el 10% de MS sin efectos perjudiciales, y en algunos casos, se han producido efectos benéficos en la producción y composición de la leche.

VALOR ENERGÉTICO DEL GLICEROL

Aunque el glicerol no ha sido utilizado como un ingrediente macro, las estimaciones de energía neta de lactancia (NEL) no están disponibles para escenarios típicos de alimentación. Schröder y Südekum (1999) ha informado estimaciones de 0,9 a 1,03 Mcal/lb con valores de energía decreciente para dietas altas en almidón y recientemente, DeFrain et al (2004) informaron de 0,86 Mcal/lb cuando se usa el glicerol en lactancia temprana. Sin embargo existe incertidumbre sobre el valor energético de glicerol debido a las cantidades usadas preparto y desconocidas interacciones con otros componentes de la dieta.

METABOLISMO RUMINAL DE GLICEROL

El Glicerol se fermenta a ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen. Las primeras investigaciones de la fermentación indican que glicerol es casi completamente fermentado a propionato (Johns et al., 1953; Garton et al., 1961). Otros informes indican un aumento de acético y propionico (Wright, 1969) o más propionico y butírico (Czerkawski y Breckenridge, 1972). Fermentación In vitro de glicerol, produce un aumento de la producción de propionato y butirato a expensas del acetato (Remond et al., 1993). Estudios usando glicerol indican que se ha encontrado que la mayoría del glicerol se convierte a propionato (Bergner et al., 1995). Los microbios ruminales se adaptan al glicerol con tasas rápidas de desaparición. En los estudios donde se añadió el glicerol de 15 a 25%, la mayor parte del glicerol desapareció en 6 horas (Bergner et al., 1995). Hay variaciones para la desaparición en vivo desde el rumen por metabolismo microbiano. Las estimaciones de la desaparición de una dosis de 200 g de glicerol indican que más del 85% de glicerol en el rumen desaparece dentro de 2 horas en ganado acostumbrado al glicerol (Kijora et al., 1998). Asimismo, hay informes que sugieren que una parte del glicerol que ingresa al rumen puede ser absorbido directamente (Remond et al., 1993). El destino del glicerol absorbido es metabolizado en el hígado (Lin, 1977), y es usado para la gluconeogénesis. Cuando las demandas de glucosa son altas, como es el caso para lactantes de vacas, los destinos del glicerol absorbido o propionato producido por la fermentación ruminal es probable que sean las mismas.

GLICEROL COMO REMPLAZO DEL MAÍZ EN VACAS LACTANTES

En la Universidad de Purdue se realizó un ensayo para evaluar el valor de glicerol como reemplazo del maíz en dietas de 60 vacas Holstein. Las vacas, fueron asignadas a las dietas que contienen glicerol 0, 5, 10 o 15% (99,5% USP/FCC, grado Kosher) como un porcentaje de ración en MS. La ración testigo (glicerol 0) era balanceada para satisfacer o superar los requisitos de la NRC (2001) y contenía maíz ensilado, alfalfa ensilaje, heno, maíz, vitaminas y minerales (cuadro 1). El maíz fue reemplazado por una cantidad equivalente de glicerol y gluten de maíz. La adición de gluten de maíz ajustaba la proteína eliminada con el grano de maíz. Las dietas se ofrecieron una vez al día para consumo ad libitum. Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día, y muestras de leche fueron obtenidas semanalmente en dos ordeños consecutivos y analizadas en grasa, proteínas, lactosa, sólidos totales, leche urea, N y células somáticas.

Tabla 1. Composición de la dieta para vacas lactantes. PSU.

Ingrediente	Glicerol (% de MS)			
	0	5	10	15
Maíz ensilado	31.94	31.94	31.94	31.88
Ensilaje de alfalfa	10.00	10.00	10.00	9.98
Heno de alfalfa	12.16	12.16	12.16	12.14
Cascarillas de soya	7.66	7.66	7.66	7.64
Torta de soya de 48 % Prot.	6.62	6.62	6.62	6.61
Soya tostada	5.40	5.40	5.40	5.39
Harina de pescado	0.66	0.66	0.66	0.66
Urea	0.30	0.30	0.30	0.30
Megalac-R ® Bypass oil.	0.98	0.98	0.98	0.98
Maíz, grano	20.00	14.20	8.40	2.79
Glicerol	-	5.00	10.00	14.97
Harina de gluten de maíz	-	0.80	1.60	2.40
Minerales/vitaminas	4.28	4.28	4.28	4.27
Análisis químico, % de MS ²				
Proteína cruda	18.1	17.5	17.9	18.1
FDA	19.1	19.2	19.4	19.3
FDN	30.9	32.4	29.7	31.0
NE _L , Mcal/lb	0.77	0.76	0.77	0.77
² MS = materia seca, FDA = fibra detergente ácido, FDN = fibra detergente neutro y NEL = energía neta para la lactancia.				

El glicerol fue bien aceptado por las vacas, y no hubo diferencias en la producción de leche y consumo de MS en todo el período experimental de 8 semanas (cuadro 2). La ingesta de alimento se redujo por la inclusión de glicerol al 15% durante los primeros siete días de evaluación. Efectos negativos sobre el consumo sólo fueron evidentes durante la primera semana de la prueba, y no se detectaron diferencias para las 7 semanas posteriores. Para recuperar el consumo dentro de 7 días usando niveles de glicerol del 15% se debe aumentar gradualmente el glicerol en la ración o acostumbrar lentamente los animales.

La tabla 2. Efecto del glicerol en el consumo, la producción y calidad de la leche, condición corporal (BCS). ¹ Purdue State University.						
Elemento	Glicerol (% de MS)				PE.	P ²
	0	5	10	15		
Producción de leche, kg/día	36.8	36.7	37.9	36.2	0.5	0.71
Consumo de alimento, kg/día	23.9	24.4	24.5	24.0	1.2	0.82
Eficiencia, leche/alimento, Kg/Kg	1.56	1.52	1.52	1.53	0.04	0.85
Grasa en leche, Kg/día	1.32	1.27	1.32	1.26	0.14	0.88
SCC, 1000 células/ml	275	490	137	144	111	0.10
Urea en leche MUN- N, mg/dl	12.5 ^{un}	10.9 ^b	10.7 ^b	10.2 ^b	0.4	< 0,05
% Grasa, leche	3.70	3.52	3.58	3.58	0.11	0.69
Proteínas de la leche %	2.79	2.84	2.86	2.89	0.06	0.62
Sólidos de leche %	12.05	11.89	12.03	12.04	0.19	0.91
BCS, CCC cambio ³	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.91
Cambio de Peso vivo, lb ³	69.4 ^{un}	89,6 ^{ab}	109,3 ^b	113.5 ^b	10.2	< 0,05
BCS= Condición corporal=CCC						

¹EEM = error estándar de la media; CCS = Conteo de células somáticas.

²Probabilidad de que los media de tratamiento sean iguales.

³Cambio observado durante las 8 semanas de prueba.

^{AB}Difieren de los medios con superíndices diferentes (P < 0,05).

La composición y producción de leche no fueron afectadas en respuesta a la alimentación con la excepción de nitrógeno ureico en leche en respuesta a la inclusión de glicerol. Estos cambios se observaron en todos los niveles de la alimentación de glicerol. Concentraciones reducidas de MUN sugieren un uso más eficiente de la proteína dietética por bacterias ruminales y reducción en las pérdidas de amoníaco. Vacas alimentadas con altos niveles de glicerol ganaron más peso.

A este respecto, la falta de diferencias sugiere que el glicerol puede sustituir el maíz sin ajustes para el contenido de energía. Sin embargo, el valor energético de glicerol en bruto es probable que sea inferior al de glicerol puro y debe ser ajustado de acuerdo al contenido de impurezas. Los resultados de este estudio indican claramente que glicerol es un ingrediente valioso como alimento para vacas lactantes. El glicerol también puede incluirse como un ingrediente macro en dietas para vacas lecheras sin efectos perjudiciales. Por lo tanto, la alimentación de glicerol en lugar de maíz es una estrategia alternativa interesante más aun en estos momentos cuando el precio del maíz ha tenido un alza exagerada.

León y col (2010) en México probaron que la administración de 900 ml de glicerol el día de la inseminación y los 2,4 y 6 días posteriores eleva los niveles de insulina y mejora los porcentajes de preñez en vacas de condición corporal de 2.5-3.0.

En Colombia Benitez y Col (2011) realizaron un ensayo sustituyendo el 35% del concentrado en vacas lecheras por 600 ml de glicerol, las vacas conservaron su producción y calidad de la leche, lográndose ahorros de 24% en los costos de alimentación.

GLICEROL EN GANADO DE ENGORDE

Aunque es muy poca la investigación concluida hasta el momento, resultados preliminares muestran un efecto mejorante de la eficiencia alimenticia de un 12% manteniendo las ganancias de peso reemplazando dietas de maíz por glicerol a niveles del 10%. , también se reportan mejoras en el marmoreo y calidad de la canal.

Sin embargo es importante conocer el grado de impurezas del glicerol para asegurarse de tener unos mejores resultados.

CONCLUSIONES

Estos interesantes resultados confirman el valor del glicerol como un alimento para ganado lechero. Hay pocos estudios en ganado de carne. El aumento de la producción de biodiesel y glicerol resultante cuando se combina con un aumento de la demanda y precio del maíz en la producción de etanol, puede justificar el uso de glicerol como alimento para el ganado. El glicerol podría convertirse en un remplazo económico de la costosa melaza con una calidad muy superior. A pesar de que existen problemas relativos a la composición y variación de glicerol en bruto, no parece haber ningún efecto nocivo de la alimentación hasta al menos el 15% de la ración total en MS. Sin embargo se debe tener precaución; a todos los cambios bruscos de alimentación mediante una adecuada adaptación del rumen de por lo menos 7 días. Se sabe también que el glicerol tiene características aglomerantes importantes para el pelletizado de los alimentos balanceados. También es necesaria más investigación sobre sus implicaciones a largo plazo en la producción y la salud animal (Donkin 1998). Ambientalmente es un ingrediente limpio ya que produce propionato ruminal y disminuye la producción de metano al aire. Aunque en Colombia las plantas de concentrados ya la están usando, se requiere una alianza entre productores y centros de investigación para evaluar resultados con la glicerina producida en Colombia.

REFERENCIAS

- Benitez, S., Giraldo, L.A.; Correa, G. Producción y calidad de la leche en bovinos holstein suplementados con la glicerina cruda. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2011; 24:3
- Bergner, H., C. Kijora, Z. Ceresnakova, and J. Szakacs. 1995. In vitro studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. *Arch. Tierernahr.* 48:245-256.
- Bodarski, R., T. Wertelecki, F. Bommer, and S. Gosiewski. 2005. The changes of metabolic status and lactation performance in dairy cows under feeding TMR with glycerin (glycerol) supplement at periparturient period. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry*, 8:1-9.
- Czerkawski, J.W., and G. Breckenridge. 1972. Fermentation of various glycolytic intermediates and other compounds by rumen micro-organisms, with particular reference to methane production. *Br. J. Nutr.* 27:131-146.
- DeFrain, J.M., A.R. Hippen, K.F. Kalscheur, and P.W. Jardon. 2004. Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. *J. Dairy Sci.* P. 87:4195-4206
- Donkin, S. Doane. http://www.extension.org/pages/Glycerol_as_a_Feed_Ingredient_in_Dairy_Rations.
- Donkin, S. Glycerol from biodiesel production. *The new corn for dairy cattle. Rev. Bras. De Zootecnia*, V.37, Supplem, esp.P280-286, 2008.
- Fedepalma: <http://www.fedebiocombustibles.com/v2/main-pagina-id-6.htm>
- Fisher, L.J., J.D. Erfle, G.A. Lodge, and F.D. Sauer. 1973. Effects of propylene glycol or glycerol supplementation of the diet of dairy cows on feed intake, milk yield and composition, and incidence of ketosis. *Can. J. Anim. Sci.* 53:289-296.
- Fisher, L.J., J.D. Erfle, and F.D. Sauer. 1971. Preliminary evaluation of the addition of glucogenic materials to the rations of lactating cows. *Can. J. Anim. Sci.* 51:721-727.
- Food and Drug Administration, Code of Federal Regulations, 21CFR582.1320, Title 21, Vol. 6, 2006. 21CFR582.1320.
- Galvani, F. Alimentación de bovinos con subproductos de la industria del biodiesel. Universidad de Bs Aires. Fac Ciencias Vet. Sitio Arg. De Prod An. 2008
- Garton, G.A., A.K. Lough, and E. Vioque. 1961. Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. *J. Gen. Microbiol.* 25:215-225.
- Goff, J.P., and R.L. Horst. 2001. Oral glycerol as an aid in the treatment of ketosis/fatty liver complex. *J. Dairy Sci.* 84(Suppl. 1):153. (Abstr.).
- Johns, A.T. 1953. Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. *New Zealand J. Sci. Technol.* 35:262-269.
- Johnson, R.B. 1955. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. *Cornell Vet.* 44:6-21.
- Khalili, H., T. Varvikko, V. Toivonen, K. Hissa, and M. Suvitie. 1997. The effects of added glycerol or unprotected free fatty acids or a combination of the two on silage intake, milk production, rumen fermentation and diet digestibility in cows given grass silage based diets. *Ag. Food Sci. in Finland* 6:349-362.
- Kijora C, H. Bergner, K.P. Gotz, J. Bartelt, J. Szakacs, and A. Sommer. 1998. Research note: investigation on the metabolism of glycerol in the rumen of bulls. *Arch. Tierernahr.* 51:341-348.
- Leon, A., Hernandez, J., Gutierrez, C. La administración oral de glicerol incrementa el porcentaje de concepción en vacas Holstein. *Rev Mex Ciencias Pecuarias.* 2010 1(1) 69:74.
- Lin, E.C.C. 1977. Glycerol utilization and its regulation in mammals. *Annu. Rev. Biochem.* 46:765-795.
- Rémond, B., E. Souday, and J.P. Jouany. 1993. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 41:121-132.
- Schröder, A., and K.H. Südekum. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In *New Horizons for an Old Crop. Proc. 10th Int. Rapeseed Congr., Canberra, Australia, September 26-29, Paper No. 241.* N. Wratton and P.A. Salisbury, ed.
- Thompson, J.C., and B. He. 2006. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. *Applied Eng. Agri.* 22(2):261-265.
- Wright, D.E. 1969. Fermentation of glycerol by rumen microorganisms. *N.Z. J. Agric. Res.* 12:281-286.

[Volver a: Composición de los alimentos y requerimientos de los animales; tablas; análisis](#)