

GRANOS DE DESTILERÍA

SUPLEMENTO ENERGÉTICO y PROTEICO

PARA EL GANADO LECHERO

J.W. Schroeder
Especialista en Extensión en Lechería

Los granos destilados son subproducto de la fermentación de cereales para la producción de alcohol

Tradicionalmente, el alcohol se produjo principalmente para la industria de bebidas alcohólicas, pero en los últimos 25 años su uso como combustible alternativo a crecido significativamente.

Esa demanda creciente ha impulsado el desarrollo de plantas de producción de etanol el Dakota del Norte y en las regiones circundantes.

Esta producción creciente brinda la oportunidad de utilizar altos porcentajes de Granos Destilados en las raciones de vacas lecheras.

NDSU
Extensión Service
North Dakota State University
Julio 2010

Cuando los granos son fermentados para la producción de alcohol, aproximadamente un tercio de la materia seca es recuperado como subproducto. Los dos productos básicos al final del proceso de fermentación son coarse o torta, (restos de granos no fermentados) y una fracción líquida conocida como stillage (licor) conteniendo pequeñas partículas de grano, levaduras y nutrientes solubles. Estos dos productos luego de diferentes procesos pasan a conformar los cuatro siguientes subproductos según se sequen y se comercialicen juntos o separados con sus siglas respectivas:

- 1) Granos de Destilería Secos o DDG, (Dried Distillers Grains)
- 2) Granos Destilería Secos con Solubles o DDGS, (Dried Distillers Grains with Solubles)
- 3) Solubles de Destilería Secos o DDS, (Dried Distillers Solubles)
- 4) Solubles de Destilería Condensados, 30 a 40%MS, o CDS (Condensed Distillers Solubles)

Los CDS y los DDS provienen del secado parcial o total del licor respectivamente. Los Granos Destilados Secos con Solubles (DDGS) son producidos agregando una porción del licor a la torta en el momento del secado. En el caso de los Granos de Destilería Húmedos (35% MS) la denominación es WDG (Wet Distillers Grains), o WDGS (Wet Distillers Grains with Solubles) con el agregado de los solubles.

El alcohol puede ser producido a base de 1 cereal o de una combinación de diferentes cereales. Los mas comúnmente usados son maíz, trigo, cebada y centeno. El nombre del grano usado en mayor proporción es usado para nombrar el subproducto resultante. Por ejemplo: Granos Destilería de Maíz es generado en un batch de producción donde el maíz fue el cereal usado en mayor proporción.

El proceso de elaboración (figura 1) es relativamente simple. El grano de maíz es molido y su almidón es fermentado por levaduras a alcohol (etanol) y dióxido de carbono. Luego del proceso de fermentación aproximadamente un tercio de la materia seca del grano original queda disponible como alimento.



A consecuencia de este proceso el resto de los nutrientes del grano original son aumentados al triple dado que la mayoría de los granos contienen aproximadamente dos tercios de almidón. A modo de ejemplo, si es utilizado maíz con un porcentaje de aceite del 4% a momento del molido, los granos de destilería húmedos con solubles (WDGS) o secos (DDGS) resultantes contendrán aproximadamente un 12% de aceite.

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Generalmente a los Granos de Destilería se les extrae casi la totalidad del almidón, sin embargo son una excelente fuente de energía, proteína y fibra y fósforo. Los Granos de Destilería son una buena fuente de proteína no degradable en rumen (PNDR o by-pass). Los valores reportados estiman en promedio un 55% de la proteína bruta como by-pass con un rango que va de 47 a 63%. Normalmente se asume un menor % by-pass para los granos de destilería húmedos que para los secos, aunque las diferencias son pequeñas. Investigaciones de Ohio han reportado un 47% PNDR para los húmedos y 54% para los secos. Durante el proceso de secado parte de la proteína se degrada por calentamiento por lo cual la proteína contenida en los granos de destilería es proporcionalmente mas by-pass que la del grano original. Sin embargo, si el porcentaje de proteína by-pass es mucho mayor (ej. > 80% de la PB), sería recomendable chequear la proteína indigestible por si hubo daño por calentamiento.

La tabla 1 resume la composición nutricional de varias fuentes de granos de destilería de maíz.

Tabla 1

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE COPRODUCTOS DE LA PRODUCCIÓN DE ETANOL ¹

Nutriente ²	Granos de Destilería	Granos de Destilería con Solubles	Solubles Condensados de Destilería
Materia Seca %	94	92	93
Proteína Bruta	23	25	30
PNDR ³ , % de PB	47-63	47-63	47-63
ENL Mcal/Lb	0,90	0,93	0,93
TND %	86	88	88
Grasa %	10	10	9
FDA %	17	18	7
FDN %	43	44	23

¹ Adaptación de NRC, 2001 y 1989, Requerimiento Nutricionales del Ganado Lechero

² Todos los nutrientes excepto MS expresados como % en base a MS.

³ Proteína no degradable en rumen.

GRANOS DE DESTILERÍA PARA VACAS LECHERAS

La mayoría de las investigaciones se han focalizado en el uso de los granos de destilería como una fuente de proteína alternativa a la harina de soja (pellet y expeller), el suplemento proteico mas difundido en la actualidad. Sin embargo, además de su contenido proteico los granos de destilería son una excelente fuente de engría debido a su alto contenido de fibra digestible (FDN) y aceite. Los Granos de Destilería contienen alrededor de un 40 a 45% de FDN altamente digestible y por tanto reemplaza otras fuentes de almidón disminuyendo el riesgo de acidosis ruminal. Pero a pesar de su alto contenido de fibra, están compuestos por un tamaño de partícula pequeño por lo que se considera que contribuyen en menos de un 15% a la fibra físicamente efectiva de la dieta. Por lo tanto el agregado FDN de mayor tamaño de partículas es necesario a fin de estimular la rumia.

Frecuentemente surgen preguntas a cerca de cual es la cantidad máxima de granos de destilería que se puede incorporar. Investigaciones de la Universidad de Dakota del Sur sugieren que un máximo del 20% de la Materia Seca puede ser incluido en la ración de vacas lecheras. A niveles mayores al 20% podrían existir potenciales problemas de palatabilidad y excesivo consumo de proteína. Sin embargo, cuando la dieta esta correctamente formulada es posible incorporarlo hasta una 30% de la materia seca.

En la tabla 2 se resumen los factores a considerar cuando se incorpora en los máximos de porcentajes de inclusión a la ración de vacas lecheras.

Tabla 2	Factores a considerar para el uso de Granos de Destilería en raciones de vacas lecheras.
1	Mantener el largo de partículas de la TMR (al menos 6-8% de partículas de al menos 1,9 cm)
2	Asegurar un adecuado nivel de PB, PNDR y PDR usando el Software NRC 2001
3	Evitar deficiencias de lisina.
4	Evitar un porcentaje de Proteína Bruta mayor al 18%.
5	Evitar un porcentaje de Grasas mayor al 6%.
6	Evitar una excesiva excreción de nitrógeno y/o fósforo. Desarrollar un plan de manejo de nutrientes.

¹ Si se usa el Penn State Particle Separator, las partículas retenidas en la rejilla mas alta debieran mayores a 1,9 cm de largo. Estas partículas de mayor tamaño estimulan la rumiación. Adaptado de Grant, 2002.

Las investigaciones sugieren a los nutricionistas las siguientes consideraciones de largo plazo cuando incorporan a la ración altos porcentajes de granos de destilería de maíz (el mas común de los granos de destilería en el mercado):

1. Utilizar fuentes fibrosas para balancear el porcentaje de proteína bruta de la dieta.
2. Suplementar fuentes de lisina si el silaje de maíz es la principal fuente de fibra de la dieta.
3. No excederse el porcentaje de grasa en la dieta total.

Por tanto, el porcentaje de proteína bruta de la ración determinaría el límite máximo de incorporación; 20 a 30% (base MS) de Granos de Destilería Secos o Húmedos si la ración esta correctamente formulada.

EVALUANDO CALIDAD DE PROTEINA

El calentamiento de los granos de destilería durante el proceso de secado ha generado preguntas acerca de la disponibilidad de nutrientes, especialmente sobre las proteínas, en lo DDS y DDGS. Es conocido el efecto de reducción de la disponibilidad de las proteínas a causa de un excesivo calentamiento. El nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA) o la cantidad de nitrógeno presente en la FDA son usados como indicadores y medidas de la proteína indegradable en un alimento debido al daño producido por excesiva temperatura. La medición del NIDA como método para estimar el daño sufrido por sobrecalentamiento en granos de destilería secos y otros subproductos, si bien no es perfecto, puede ser un buen índice de referencia.



La performance animal se ve disminuida en cierta manera cuando las proteínas del alimento suministrado han sufrido daño por sobrecalentamiento.

No se conoce aún con exactitud cual es nivel de NIDA en DDG o DDGS en que ocurre la baja de performance animal. Sin embargo, el color de los granos de destilería secos parece estar asociado a la concentración de NIDA. Un DDG de buena calidad debería tener un color miel dorada o caramelo. Colores progresivos hacia el café sería un indicador de sobrecalentamiento durante el secado y niveles potencialmente altos de NIDA.

CALIDAD DE PROTEINA

Numerosos estudios han evaluaron la calidad de la proteína de los granos de destilería de maíz y si el agregado de proteína adicional o la suplementación de aminoácidos pueden incrementar el nivel de producción en vacas lecheras. En un ensayo realizado por Nichols et al. (1998) se incrementa la producción cuando las vacas son suplementadas con lisina y metionina ruminalmente protegida (RPLM). Investigaciones de Wisconsin observaron similares incrementos con la suplementación de lisina. Esta respuesta era esperada porque la proteína en las dietas basadas en maíz son normalmente limitantes en lisina. Sin embargo, posteriores ensayos de los mismos investigadores han demostrado que no hay incrementos en la producción al suplementar lisina a vacas cuya dieta estaba basada en granos de destilería.

También se ha demostrado que no hay diferencias en producción al evaluar dietas que incluían una mezcla de suplementos proteicos de alta calidad comparadas con dietas con granos de destilería como la única fuente proteica.

Esos estudios demostraron que los granos de destilería de maíz son una fuente de proteínas de alta calidad y que no son fácilmente superables. Pueden ser perfectamente utilizados como la única fuente de proteína en muchos casos.

ENERGÍA EN GRANOS DE DESTILERÍA

Las investigaciones han indicado que la Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM) y Energía Neta de Lactancia (ENL) de los granos de destilería húmedos son 3.89, 3.58 y 2.2 Mcal/KgMS respectivamente. Estos valores son un 7 a 11% mas altos que los previamente publicados (NRC 1989). Los valores de ENL (1.87 a 1,96 Mcal/KgMS) calculados por los métodos usados en el NRC 2001 para ganado lechero serían probablemente proporcionalmente reducidos para todos los alimentos, pero continuarían indicando mas ENL para los granos destilados que los valores anteriores.

GRANOS DE DESTILERÍA HÚMEDOS VERSUS SECOS

Comparando el uso en la alimentación de granos de destilería húmedos versus secos, las recientes investigaciones realizadas por la Universidad de Nebraska no han encontrado diferencias en consumos ni en producción de leche. Sin embargo, las experiencias a campo indican que es más conveniente el uso de granos de destilería húmedos cuando los otros componentes de la ración son secos ya que mejora la palatabilidad y además al lograrse un mejor mezclado se evita la selección por parte de los animales.

Las principales consideraciones entre el uso de húmedos y secos pasan por las diferencias en los costos de manejo.

Los productos secos pueden ser almacenados por largos períodos de tiempo y transportados largas distancias más económica y convenientemente que los húmedos. Sin embargo, con el uso de los granos de destilería húmedos se evitan los altos costos de secado. Algunos elaboradores han indicado dificultades para el pelleteado de mezclas que contengan altas proporciones de granos de destilería secos.

Hay varios factores a considerar cuando se utilizan los granos de destilería húmedos en lugar de los secos. En primer lugar, el subproducto no se conserva fresco y palatable por mucho tiempo. Normal 5 a 7 días. El tiempo de almacenaje puede variar dependiendo de la temperatura ambiente. El subproducto comenzará a deteriorarse y perder palatabilidad más rápidamente con altas temperaturas pero puede mantenerse en buenas condiciones por más de 3 semanas durante el invierno. Lo ideal para mantener una condición fresca del subproducto es la provisión cada 5 a 7 días.

Cuando el producto comienza a pudrirse, pierde palatabilidad especialmente para algunas vacas. Puede ocurrir en este caso la presencia de mohos superficiales no debiendo ser esa parte suministrada a la hacienda. Por tanto esto representa una posible pérdida que no ocurriría en el caso de los granos destilados secos. El agregado de ácido propiónico y otros ácidos orgánicos alargan la vida útil del subproducto húmedo aunque es difícil encontrar documentación científica sobre este tema.

CUANTO GRANO DE DESTILERÍA SE PUEDE UTILIZAR?

Generalmente se recomienda a los productores incorporarlo hasta un 20% de la Materia Seca de la Ración. Con los consumos típicos de una vaca en lactancia esto debería ser entre 5 y 6 Kg de DDGS o 15 a 17 Kg de WDGS por vaca por día. Normalmente no hay problemas de palatabilidad y uno puede formular dietas balanceadas hasta esos niveles de inclusión. En dietas conformadas por 25% MS de silaje de maíz, 25% MS de heno de alfalfa y 50% MS de concentrados, los granos destilados podrían reemplazar la mayoría o la totalidad de los componentes proteicos (como la harina de soja) y una importante cantidad del grano de maíz normalmente incluido en la mezcla del concentrado.

En dietas que contengan alta proporción de silaje de maíz se pueden usar incluso cantidades mayores de DDGS. Sin embargo no se debe dejar de considerar la inclusión de otra fuente proteica dada la calidad de proteína (lisina limitante) y su alta concentración de fósforo.

En dietas con altas proporciones de alfalfa será menor el porcentaje de inclusión necesario para cubrir los requerimientos proteicos de la dieta.

Varias investigaciones han incluido granos de destilería al 30% o incluso más de la materia seca de la ración pero normalmente no es recomendable ya que cantidades excesivas de WDGS podrían provocar una reducción en el consumo si la dieta total resulta demasiado húmeda. El consumo total de materia seca podría verse reducido cuando la dieta contiene menos del 50% de MS. La

palatabilidad también podría ser un problema con cantidades excesivas de granos de destilería. Con dietas que superan el 30% de MS probablemente se excedan los requerimientos proteicos excepto en casos en que el forraje sea mayormente silaje de maíz o heno de baja calidad.

Si los WDGS son incorporados en máximos porcentajes a dietas con alta proporción de silaje de maíz, el contenido de materia seca total de la ración total podría limitar el consumo.

Es importante mencionar que de acuerdo a numerosas investigaciones con ganado en engorde hay menos problemas de alimentación en dietas con granos de destilería que en dietas con grano de maíz. Aunque ambos tienen alta concentración energética, la energía de los granos de destilería proviene principalmente de su fibra digestible y su alto contenido de aceite y en el grano de maíz proviene básicamente del almidón. Altas concentraciones de almidón degradable en rumen podrían provocar cuadros de acidosis, laminitis e hígado graso.

Manejo de Nutrientes

Excesiva excreción de nitrógeno (N) y fósforo (P) pueden ser un problema cuando se usan grandes cantidades de subproductos en la dieta. Los subproductos de la molienda de maíz acentúan esto dado que contienen más P que el grano de maíz. En promedio el contenido de P del grano de maíz ronda el 0,3% de la MS pero en los granos de destilería es de 0,7 a 0,8%. En una dieta tradicional sin subproductos tendríamos un 18% de PC, 1% de calcio (Ca) y 0,4% de P. El NRC (2001) para ganado lechero recomienda aproximadamente 0,38 a 0,39% de P para vacas en lactancia.

La tabla 3 muestra como los altos niveles de inclusión de granos de destilería aumentan el contenido de P de las dietas. Los asesores deben considerar el impacto de estos y otros alimentos teniendo en cuenta tanto los beneficios nutricionales como a su vez contar con la superficie suficiente para una apropiada distribución de las bostas.

Tabla 3. Contenido de Proteína bruta, calcio y fósforo de una ración con alta inclusión de granos de destilería versus requerimientos.

	Requerimientos ¹	Dieta Standard ²	Dieta con 30% WDGS
Proteína Bruta	18,0	18,0	18,0
PNDR ³	6,3	6,3	6,3
Calcio	0,66	0,66	0,66
Fósforo	0,38	0,40	0,50

¹Requerimientos de una vaca lechera de 600 kg de peso produciendo 45 lts leche corregida al 4%GB.

²Dieta standard conteniendo 50% de una mezcla 1:1 de silaje de alfalfa y de maíz mas concentrado con harina de soja y maíz.

El 30% de granos destilados reemplaza a un porcentaje de ambos, silaje y concentrado con WDG

³PNDR proteína no degradable en rumen (pasante)

EVALUACION ECONOMICA

Para incorporar un alimento se debe evaluar el precio y la composición nutricional. El siguiente es un método simple para calcular el costo por unidad de proteína, energía, fibra o cualquier otro nutriente. La información requerida es el precio del alimento y el contenido de nutrientes.

El siguiente es un ejemplo para calcular el costo por kilo de proteína bruta.

$$(\% \text{ PB base MS} / 100) \times [(\% \text{ MS}/100) \times 2000 \text{ lb/Tn}] = \text{Lb PB} / \text{Tn MS}$$

Ejemplo: DDGS con un contenido de PB del 30% y 89% de Materia Seca

$$(30/100) \times [(89/100) \times 2000] = 534 \text{ lbs PB/Tn MS}$$

El costo por libra de PB calculado con un precio de DDGS de \$ 95 / TN enviada sería:

$$\$/\text{Tn} / \text{Lb PB/Tn} = \$/\text{Lb PB}$$

$$\$/95/\text{Tn} / 534 \text{ Lbs} = \$ 0,178/\text{Lb de MS de PB}$$

La tabla 4 resume la composición nutricional y el costo por unidad de proteína y megacaloría (Mcal) de energía neta de lactancia (NEL) de los alimentos mas usados.

Alimento/ Principal Nutriente	MS	PB	ENL	\$/Tn	\$/Tn	\$/lb	\$/Mcal
	%	%	(Mcal/lb)	Tal cual	MS	de PB	de ENL
Energéticos							
Cebada	88	12,4	0,84	83	95	0,38	0,056
Maíz	89	9	0,90	71,4	80	0,44	0,054
Avena	89	13,2	0,80	132	148	0,56	0,093
Proteicos							
Harina de Colza	90	39	0,76	125	139	0,18	0,091
Harina de Soja	90	54	1	185	206	0,19	0,103
PNDR							
Maíz Gluten Meal	87	65	1	270	310	0,24	0,155
Harina de Sangre	90	90	1	330	367	0,20	0,184
Proteicos y Energéticos							
Granos Destilería	90	30	0,89	90	100	0,17	0,056

Valores nutricionales de Requerimientos Nutricionales para Ganado Lechero, NRC 2001

Esta metodología de calculo de costo por unidad de nutriente tiene sus defectos. Los alimentos son evaluados por su principal nutriente ya sea energía, proteína o algún otro, por lo cual no sería válido valorar a los Granos de Destilería por este método ya que estos aportan energía y proteína a la vez. Además son una buena fuente de PNDR (proteína no degradable en rumen) que es necesaria para sostener altos niveles de producción de leche. Otros factores que no tiene en cuenta este método son la palatabilidad, digestibilidad y calidad. EL cálculo de costo por unidad de nutriente trata a todos los alimentos por igual cuando en la realidad son muy diferentes por los factores mencionados.

Cuando su precio es competitivo en “valor relativo” los granos de destilería reducen el costo efectivo de la ración. Cual es un precio competitivo?

Los Granos de Destilería pueden ser valorados en energía y proteína tomando como base los precios del maíz y de la harina de soja como nutrientes standard de referencia. La siguiente formula determina el precio que se puede pagar por los granos de destilería.

$$(\$/ \text{Tn de Maíz} \times 0,531) + (\$/ \text{Tn Harina de Soja} \times 0,514) = \$/\text{Tn de DDG}$$

Los coeficientes de la ecuación son factores de evaluación de alimentos para estimar el valor en \$ de los alimentos basados en los niveles energía y proteína. (Linn et al.)

(Cálculo referenciado a valores locales)

Usando \$ 650/TN de maíz y \$ 1400/Tn de harina de soja (puesto en destino), el precio del DDG debería ser el siguiente puesto en destino:

$$(650 \$/ \text{TN Maíz} \times 0,531) + (1400 \$/\text{TN Harina de Soja} \times 0,514) = \mathbf{1.064 \$/\text{TN de DDG (88\% MS)}}$$

Esto indica que mientras el precio de los DDG entregado este por debajo de \$ 1.064/Tn tal cual es económicamente conveniente para incluir en la ración. En el caso de los granos de destilería en la forma húmeda (WDG), (normalmente 35%MS), el precio debería ser \$ 423/ Tn (tal cual). Asumiendo a los DDG en \$ 1.064/Tn con un 88% de MS de acuerdo al calculo anterior, debería ser valuado a \$ 1209/Tn cuando se ajusta al 100% de MS. Por lo tanto en el caso del WDG con 35% MS (65% de humedad) deberían ser valorados en \$ 423 / Tn entregada. Recordar que deben incluirse los costos asociados a almacenaje, manejo y una corrección por posibles desperdicios.

COSTOS DE ALMACENAJE Y DISPONIBILIDAD

Los DDG al igual que el maíz o la harina de soja son relativamente fácil de manejar y almacenar. Usar alimentos en esta forma minimiza los costos de almacenaje y manejo.

La perdidas de almacenaje de los WDG son normalmente mayores. Los WDG con un contenido de MS que puede rondar entre el 30 y 50% en promedio tienen una vida útil de 5 a 7 días dependiendo del clima y la época del año. Contrariamente, las perdidas de almacenaje en la forma seca normalmente están en el rango del 2 al 5%.

La vida útil de los WDG puede extenderse almacenándolos en silobolsas de 9 o 12 pies. Los costos de embolsado son estimados en U\$S 5 a 8 /Tn incluyendo el alquiler de la maquina, la bolsa y el combustible.

Con las nuevas plantas de etanol instalándose en la región se incrementara la disponibilidad de los granos de destilería.

Este subproducto será competitivo y esto le permitirá convertirse en un componente común en las raciones de vacas lecheras en Dakota del Norte.

REFERENCIAS

García, A. and G. Taylor. 2002. Economics of feeding distillers grains to dairy cows. Extension Bulletin ExEx 4025, South Dakota State University.

Grant, R. 2002. Corn gluten feed and distillers grains for dairy cattle. Extension Bulletin G02-1470-A. University of Nebraska.

Linn, J.G. and L. Chase 1996. Using distillers grain in dairy cattle rations. Professional Dairy Seminar. In 4-State Applied Nutrition and Management Conference, Iowa State University, University of Illinois, University of Minnesota and University of Wisconsin, Dubuque, IA.

Linn, J.G., M.F. Hutjens, R. Shaver, D.E. Otterby, W.T. Howard, and L.H. Kilmer. 1994. Feeding the dairy herd. North Central Region Extension Publication 346. University of Minnesota Extension Service.

National Research Council. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th Rev.Ed. National Academy of Science, Washington, D.C.

National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Rev.Ed. National Academy of Science, Washington, D.C.

Nichols, J.R., D.J. Schingoethe, H.A. Maiga, M.J. Brouk, and M.S. Piepenbrik. 1998. Evaluation of corn distillers grains and ruminally protected lysine and methionine for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 81:482.