



Ensilaje de granos de destilería con otros alimentos

A.D. Garcia y K.F. Kalscheur
Dairy Science Department

Durante el siglo pasado los productores de ganado han dependido en gran medida de cosechas de valor para alimentar a sus animales. El grano y ensilaje de maíz, heno y ensilaje de alfalfa así como otros alimentos altamente productivos han sido utilizados con frecuencia. Los cambios en el precio de los combustibles han incitado el interés por fuentes de energía renovables. La producción de etanol a partir del maíz ha ganado popularidad en el Medio-oeste aumentando la disponibilidad de granos de destilería.

Los granos de destilería del maíz constituyen un excelente alimento para el ganado. Por lo general se los puede adquirir húmedos (70-40% humedad) o secos. Suministran aproximadamente 10% más energía que el grano de maíz y aproximadamente 30% de proteína, 10% de lípidos y 1% de fósforo. Estos últimos son nutrientes de gran valor y por lo tanto deseables en un alimento, si bien pueden plantear un desafío al momento de formular las dietas. Cuando los granos de destilería se suministran con otros alimentos que también aportan estos nutrientes, los excesos de fósforo y nitrógeno en la dieta pueden resultar en un aumento en

la excreción de estos minerales y por tanto preocupación por la contaminación ambiental. Es por tanto recomendable que los granos de destilería sean usados como complemento de alimentos con un perfil opuesto de nutrientes tales como ser bajo contenido en proteína, energía, lípidos y fósforo.

Preservación de los granos de destilería

El contenido en nutrientes de algunos subproductos agrícolas disponibles en el Medio-oeste se puede ver en la tabla 1. Algo que se puede advertir de inmediato es que con excepción de ADF, NDF y calcio, los granos de destilería suministran más nutrientes con relación a los requerimientos del ganado que el resto de los alimentos. Cuando se los compara con la paja, el contenido en proteína de los granos de destilería es seis veces mayor, mientras que el contenido en fósforo es 8 veces mayor. La alta concentración en azufre presente en los granos de destilería es también un problema, particularmente cuando se los suministra a rumiantes jóvenes. El exceso de azufre en la dieta induce a una deficiencia de vitamina B1 (tiamina) que resulta en desórdenes del sistema nervioso. La mayor parte del

Tabla 1. Contenido en nutrientes de alimentos seleccionados.¹

Alimento	Contenido en nutrientes (% MS)							
	CP	ADF	NDF	lípidos	NDT	Ca	P	S
Granos de destilería	29.7	19.7	38.8	10	79.5	0.22	0.83	0.44
Cáscaras de soja	13.9	44.6	60.3	2.7	67.3	0.63	0.17	0.12
Pulpa de remolacha	10.0	23.1	45.8	1.1	69.1	0.91	0.09	0.30
Ensilaje de maíz	8.8	28.1	45.0	3.2	68.8	0.28	0.26	0.14
Rastrojo de maíz	5.4	46.5	77.0	1.1	54.1	0.35	0.16	0.10
Paja de avena	4.4	47.0	70.0	2.2	50.0	0.24	0.06	0.23
Paja de trigo	4.8	49.4	73.0	1.6	47.5	0.31	0.10	0.11

¹NRC (2001) Estos valores varían. Es recomendable analizar los subproductos antes de incorporarlos en las dietas.

resto de los alimentos que aparecen en la Tabla 1 tienen concentraciones de P y S significativamente inferiores. Al combinarlos con los granos de destilería se crea un efecto de dilución, lo que hace que la mezcla sea más apropiada para alimentar rumiantes tanto desde el punto de vista de la salud del animal como del medio ambiente.

Una posibilidad es peletear los granos de destilería secos con pulpa seca de remolacha ó cáscaras de soja. Las cáscaras de soja solas presentan un problema ya que son muy livianas y resultan en pérdidas durante el mezclado y al momento del suministro. Los granos de destilería secos no se pueden peletear bien debido a su alto contenido en lípidos. La mezcla con cáscaras de soja o pulpa de remolacha en una proporción 50:50 resulta en una buena alternativa, ya que tiene aproximadamente la mitad del contenido en lípidos y resulta en pellets de dureza aceptable.

Los granos húmedos de destilería son otra alternativa a considerar cuando la disponibilidad, precio y distancia a la planta productora de etanol no representan una imposibilidad económica para su uso. Al producto húmedo se lo puede usar fresco, pero debe ser consumido dentro de los 3 a 4 días de su arribo en el verano, hasta una semana en el invierno para minimizar su deterioro. Una de las ventajas de los granos húmedos de destilería es que se pegan mejor a las partículas secas de alimento lo que aumenta la palatabilidad y homogeneidad de la dieta. Los granos húmedos de destilería deben ser ensilados si no se los va a usar dentro de los límites de tiempo sugeridos previamente.

Los granos húmedos de destilería pueden preservarse ensilados solos o combinados con otros alimentos. Las condiciones requeridas son similares a las que se necesitan para ensilar cualquier otro alimento: exclusión del aire, compactación adecuada y pH bajo. El ensilaje en bolsas de silo es probablemente el método de elección ya que la exclusión de aire es alta lo que resulta en menor deterioro y pérdidas de materia seca. Una de las ventajas de los granos húmedos de destilería es que ya vienen de la planta de procesado con un pH cercano a 3. Los experimentos de fermentación con granos húmedos de destilería (70% de humedad) conducidos por el departamento de Dairy Science de SDSU mostraron muy poco cambio cuando se los preservó en bolsas de silo durante 14 días (Tabla 2).

La preservación de los granos húmedos de destilería es excelente si se los embolsa inmediatamente, muy probablemente debido al bajo pH inicial del alimento más que a la fermentación (cambios muy pequeños del pH y de los ácidos grasos volátiles). Esto puede usarse de forma ventajosa mezclando granos húmedos de destilería

Tabla 2. Cambios en la fermentación en el ensilaje de los granos húmedos de destilería.

Item	Día			
	0	3	7	14
pH	3.1	3.1	3.2	3.2
Acido Acético	0	0	0.11	0.30
Acido Propiónico	0.30	0.30	0.32	0.30
Acido Láctico	0.90	0.95	0.97	1.02

ería con otros alimentos, lo que resulta en una caída inicial del pH de la mezcla (Tabla 3).

Ensilaje de los granos húmedos de destilería con silo de maíz

La mezcla de los granos húmedos de destilería con otros alimentos ha resultado en patrones de fermentación que difieren de la fermentación láctica “tradicional” hacia una mayor producción de ácido acético. En el pasado la fermentación acética ha sido asociada con disminución en el consumo de alimento por parte de los rumiantes. Resultados de investigación recientes de la Universidad de Delaware han demostrado que los inoculantes bacterianos (*Lactobacillus buchneri*) que promueven la fermentación acética en el silo, no solo no afectan adversamente el consumo de alimento en el ganado lechero en producción, sino que mejoran la preservación del alimento. Investigadores del Departamento de Dairy Science de SDSU han reportado hallazgos similares. Mezclas de granos húmedos de destilería con silo de maíz ensilados en proporciones 50:50 y 75:25 (ensilaje de maíz:granos de destilería húmedos) en la base húmeda demostraron un aumento en la estabilidad aeróbica una vez expuestas al aire. Cuando se las comparó con ensilaje de maíz sólo, al tercer día en el silo el ácido acético había aumentado en un 70% y un 286% en las mezclas 75:25 y 50:50 respectivamente. Esto representó concentra-

Tabla 3. Mezclas de granos húmedos de destilería con otros alimentos.

Item	pH al día 0
Ensilaje de maíz: granos húmedos de destilería (75:25 tal como ofrecido)	4.0
Cáscaras de soja: granos húmedos de destilería (70:30)	4.3
Pulpa de remolacha: granos húmedos de destilería (66:34)	3.9

ciones de ácido acético de 1.4 y 2.8% en las mezclas 75:25 y 50:50 respectivamente. Una semana luego de ensilado, la concentración de ácido acético excedió 4% en la mezcla 50:50. La estabilidad aeróbica del ensilaje de maíz, de los granos húmedos de destilerías olos, y las mezclas de ensilaje de maíz/granos húmedos de destilería fue evaluada midiendo el número de horas que el alimento se mantenía estable antes que la temperatura se elevara 4°F por encima de la temperatura ambiente. Tomó solo 42 horas para que el ensilaje de maíz sólo elevase su temperatura 4°F por encima de la temperatura ambiente, mientras que 312 y 648 horas fueron necesarias para las mezclas 75:25 y 50:50 respectivamente. El aumento de la estabilidad del alimento al suministro es por tanto una de las ventajas de ensilar el silo de maíz con granos de destilería húmedos. Otra ventaja es que el mayor tamaño de las partículas de la mezcla facilita la extracción de alimento para su suministro durante los meses invernales cuando los granos húmedos de destilería usualmente se congelan.

Ensilaje de granos húmedos de destilería con cáscaras de soja o pulpa de remolacha

Otros subproductos que son buena alternativas para combinar con los granos húmedos de destilería son las cáscaras de soja y la pulpa de remolacha. Ambos son bajos en proteína, lípidos y fósforo, si bien suministran energía debido a la presencia de carbohidratos fácilmente fermentables. Ambos tienen la ventaja adicional de aumentar la producción de ácido acético en el rumen lo que reduce el riesgo de acidosis. Existen además resultados de investigación bien documentados sobre su efecto en el aumento de la grasa de la leche. Las mezclas de granos húmedos de destilería son altas en energía haciéndolas un sustituto ideal para parte del grano de la dieta. Su uso en dietas ricas en forraje es también recomendado ya que suministran energía rápidamente disponible sin disminuir el pH excesivamente, lo cual es reconocido como contraproducente para la digestión de la fibra. El ensilaje de cualquiera de estos dos alimentos con granos húmedos de destilería ha sido probado efectivo resultando en una mezcla de buena preservación y palatabilidad.

Ensayos de investigación en el Departamento de Dairy Science de SDSU evaluaron las características de la fermentación anaeróbica de la mezcla de granos húmedos de destilería ensilados solos o en combinación con cáscaras de soja. Los tratamientos (por peso) fueron los siguientes: 1) 100% granos de destilería húmedos; 2) 85% granos húmedos de destilería+ 15% cáscaras de soja y 3) 70% granos húmedos de destilería + 30% cáscaras de soja. El pH de los granos húmedos de des-

tilería solos fue el más bajo (3.2) y aumentó con el incremento en la concentración de granos húmedos de destilería en las mezclas (4.0 y 4.3 en las mezclas con 85% y 70% granos de destilería húmedos, respectivamente). La concentración de ácido láctico (% de la materia seca) fue la más alta en los granos húmedos de destilería ensilados solos y tendió a declinar a medida que las cáscaras de soja fueron incluidas en los tratamientos, mientras que la concentración de ácido acético aumentó para las mezclas con 85% y 70% granos húmedos de destilería luego de 21 días de fermentación. La combinación de granos húmedos de destilería con cáscaras de soja resultó en acidez inmediata de la masa ensilada como resultado del bajo pH inicial de los granos húmedos de destilería más que de la fermentación. Experimentos con becerras en crecimiento han mostrado que la mezcla de granos húmedos de destilería y cáscaras de soja puede sustituir a la fracción de grano en dietas basadas en forraje. Debido a su alto contenido en energía y palatabilidad, combinado con su potencial de aumento en la ingesta, es recomendable restringir el consumo para impedir ganancias de peso excesivas. Por otra parte, los granos húmedos de destilería pueden incluirse en la dieta en combinación con otros forrajes de menor digestibilidad.

En un experimento similar, el Departamento de Dairy Science de SDSU también evaluó las características de fermentación y preservación del ensilaje de granos húmedos de destilería con pulpa húmeda de remolacha. Los tratamientos por peso fueron los siguientes: 1) 100% pulpa húmeda de remolacha; 2) 66% pulpa húmeda de remolacha + 33% granos de destilería húmedos; 3) 33% pulpa húmeda de remolacha + 66% granos húmedos de destilería y 4) 100% granos de destilería húmedos. El pH inicial fue el más alto para la pulpa húmeda de remolacha (4.2) y disminuyó a medida que la concentración de granos húmedos de destilería aumentó (3.9, 3.6, y 3.3 para 66%, 33% y 0% pulpa húmeda de remolacha, respectivamente). Al día 4, el pH de todos los alimentos era inferior a 4.0 y no cambió a lo largo de todo el experimento. Esto sugiere que se puede alcanzar una preservación adecuada en ambos alimentos ensilados solos, así como en cualquiera de las combinaciones evaluadas. El ácido acético aumentó con el tiempo en todos los tratamientos y fue más alto en la pulpa húmeda de remolacha sola, adónde alcanzó una concentración del 5.17% de la materia seca. Se concluyó que el ensilaje de pulpa húmeda de remolacha con los granos húmedos de destilería resultan en un método efectivo de preservar ambos subproductos. La mezcla fue evaluada en un experimento con vacas lecheras en lactancia. Tanto la preservación y la palatabilidad de la mezcla de pulpa húmeda de remolacha y granos húmedos de destilería fueron excelentes.

Ensilajes de granos húmedos de destilería con residuos agrícolas

Otra área promisoría es el uso de residuos agrícolas tales como el rastrojo de maíz u otros forrajes altamente fibrosos combinados con granos de destilería húmedos. Los residuos agrícolas tienen características que complementan los granos húmedos de destilería ya que son pobres en energía, proteína, lípidos, fósforo y azufre y la digestibilidad de la fibra es también baja. Las deficiencias y excesos de ambos por lo tanto se cancelan al ser incorporarlos juntos en la dieta (Tabla 1.). Esto puede lograrse preservando cada uno de los alimentos en forma individual (fardos de forraje; granos húmedos de destilería frescos o ensilados) o mezclándolos y ensilándolos juntos. Esta última alternativa plantea desafíos, ya que el tamaño de partículas del forraje necesita ser reducida lo suficiente para excluir el aire lo más posible. La proporción a la que ambos alimentos son agregados debe ser tal que suministre suficiente humedad para asistir en la compactación y fermentación. La fermentación de estas mezclas en general es limitada debido a la poca cantidad de carbohidratos solubles presentes. Es importante tener en cuenta que debido a esta limitada fermentación se depende mucho del pH inicial de los granos húmedos de destilería para facilitar la preservación de las mezclas. En consecuencia es importante verificar que el pH inicial de los granos húmedos de destilería sea de 3.5 o menor. Ensayos de investigación previos sugieren que el contenido de humedad de la mezcla ensilada debe ser al menos del 50%. Si la mezcla tiene un menor contenido de humedad no se conserva tan bien ya que se hace más difícil conseguir una compactación adecuada. Teniendo esto último en cuenta, el uso de los granos húmedos de destilería con 65% de humedad es preferible en lugar del conocido como "modificado", que contiene aproximadamente 40-50%. Por ejemplo, en un trabajo de investigación mezclando 1 tonelada de granos húmedos de destilería (65% de humedad) con 790 lbs de rastrojo de maíz (10% humedad) se obtuvo una mezcla con aproximadamente 50% de materia seca, 18% de proteína, 65% de NDT, 6% de lípidos, 0.15% de Ca, 0.5% de P y 0.5% de azufre. Esta investigación fue realizada ensilando el material en bolsas como método de conservación.

Recomendaciones finales

Los subproductos agrícolas presentan desafíos para la formulación de las dietas debido al exceso o déficit de nutrientes comparado con los requerimientos nutricionales del ganado. La combinación de estos alimentos parece ser una aproximación lógica para mejorar la eficiencia de su utilización en las dietas de los rumiantes. Es importante considerar las características del alimento individual así como la facilidad del manejo en la granja antes de escoger el método de conservación. Los granos húmedos de destilería y la pulpa húmeda de remolacha se conservan muy bien cuando se los ensila en bolsas por separado o juntos. Combinaciones de granos húmedos de destilería con cáscaras de soja o pulpa húmeda de remolacha o con ensilaje de maíz han sido evaluadas con éxito. Uno de los beneficios de la combinación de granos húmedos de destilería con ensilaje de maíz fue la mejora en la estabilidad aeróbica al suministro con el aumento de la proporción de granos húmedos de destilería en la mezcla. Mezclas de granos húmedos de destilería con otros alimentos alternativos y subproductos es una práctica innovadora que permite ahorrar forraje durante períodos de escasez de alimentos al tiempo que reduce los costos del alimento.

Referencias

- Garcia, A.D., K.F. Kalscheur, A.R. Hippen, D.J. Schingoethe. 2004. Replacement of alfalfa haylage with ensiled wet distillers grains and beet pulp in lactating dairy cows diets. *J Dairy Sci* 87 (Suppl 1).
- Kalscheur, K.F., A.D. Garcia, A.R. Hippen, D.J. Schingoethe. 2002. Ensiling wet corn distillers grains alone or in combination with soyhulls. *J Dairy Sci* 85 (Suppl 1):234.
- Kalscheur, K.F., A.D. Garcia, A.R. Hippen, D.J. Schingoethe. 2003. Fermentation characteristics of ensiling wet corn distillers grains in combination with corn silage. *J Dairy Sci* 86 (Suppl 1):211.
- Kalscheur, K.F., A.D. Garcia, A.R. Hippen, D.J. Schingoethe. 2004. Growth of dairy heifers fed wet corn distillers grains ensiled with other feeds. *J Dairy Sci* 87 (Suppl 1).
- Kalscheur, K.F., A.D. Garcia, A.R. Hippen, D.J. Schingoethe. 2004. Fermentation characteristics of ensiling wet corn distillers grains in combination with wet beet pulp. *J Dairy Sci* 87 (Suppl 1).



Issued in furtherance of Cooperative Extension work, Acts of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the USDA. Gerald W. Warmann, Director of Extension, Associate Dean, College of Agriculture & Biological Sciences, South Dakota State University, Brookings. SDSU is an Affirmative Action/Equal Opportunity Employer (Male/Female) and offers all benefits, services, and educational and employment opportunities without regard for ancestry, age, race, citizenship, color, creed, religion, gender, disability, national origin, sexual preference, or Vietnam Era veteran status.

ExEx4029S, 2004. Access at <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4029Spdf>