

UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL ETANOL EN LA ENGORDA DE BOVINOS

Ing. Agr. MS PhD. Rodrigo Arias Inostroza*. 2016. Engormix.com.

*Associate Professor Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Fisiología digestiva y manejo del alimento](#)

RESUMEN

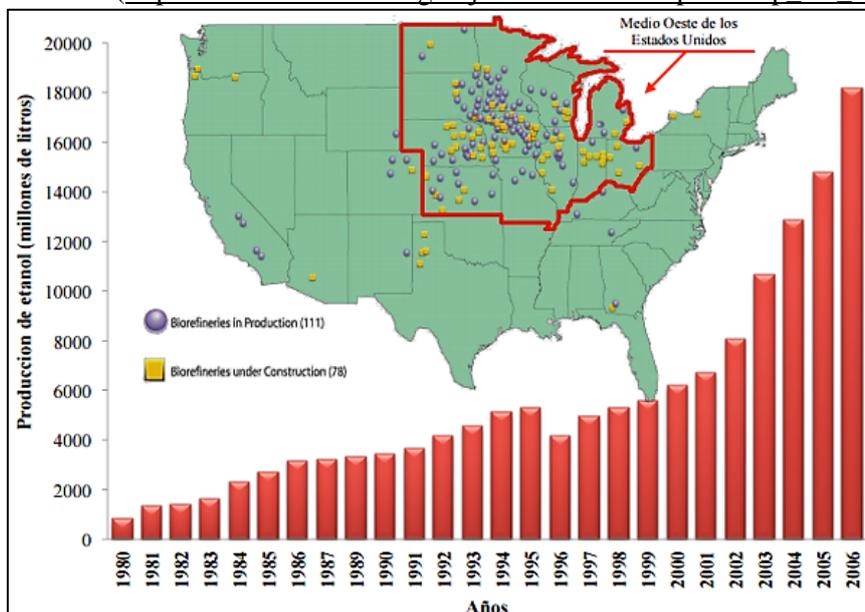
La definición de políticas gubernamentales en torno al uso de fuentes de energía renovables, particularmente biocombustibles, implica no solo interesantes perspectivas desde el punto de vista de la independencia energética del país, sino también una interesante alternativa productiva para el sector agropecuario chileno. Este artículo resume el impacto que ha tenido la industria del etanol en la producción bovina de carne de los Estados Unidos, aportando un nuevo enfoque a la discusión en torno a los biocombustibles desde una perspectiva de la nutrición animal. La inclusión de granos destilados secos o húmedos y de gluten de maíz en dietas de engorda, ya sea solos o en distintas combinaciones, mejora el valor nutritivo de la misma, reduce la acidosis y permite mayores ganancias de peso en comparación a dietas tradicionales que incluyen como base el maíz roleado. Además, debido a los altos precios del maíz como consecuencia de la mayor demanda de la industria del etanol y a los avances científicos recientes, su inclusión en la dietas de finalización ha aumentado significativamente. En Chile, su uso en sistemas de crianza y recria podría ser una interesante alternativa en el corto plazo, mientras que a largo plazo podría implicar la proliferación de sistemas intensivos. Finalmente, existen promisorios resultados también en bovinos de leche así como en el área acuícola, avícola y porcina.

Palabras clave: Engorda bovina, subproductos, etanol, biocombustibles, destilados de maíz.

INTRODUCCIÓN

La discusión generada en torno al uso de fuentes de energía renovables como lo son los biocombustibles (etanol o biodiesel) implica no solo interesantes perspectivas potenciales de crecimiento para el sector agrícola, el cual podría incrementar el valor de sus productos, sino también un aumento en la demanda de superficie requerida por dichos cultivos para obtener la biomasa requerida por la potencial demanda de la industria. Esto es justamente lo que ha ocurrido durante la última década en el corazón de lo que se conoce como el Medio Oeste Norteamericano en donde los estados de Nebraska, Iowa, Kansas, Minnesota y South Dakota concentran la mayor cantidad de plantas de etanol actualmente en funcionamiento así como también aquellas en planes de construcción (Fig. 1).

Figura 1. Evolución de la producción de etanol y plantas de etanol en producción y proyectadas en los Estados Unidos (http://www.ethanolrfa.org/objects/documents//plantmap_oct_4_2007.pdf).



Como consecuencia de la expansión de la industria del etanol tanto el valor del maíz como el de la tierra han incrementado significativamente durante los últimos años. Sin embargo, este desarrollo no solo ha tenido un impacto en la matriz energética y en la actividad agrícola de los respectivos estados involucrados, sino que también ha afectado la actividad pecuaria, particularmente la producción bovina de carne. El uso de los diversos subproductos que genera la industria del etanol ha demostrado ser una interesante alternativa desde el punto de vista económico y nutricional en las etapas de crianza, recría y engorda.

El gobierno chileno actualmente se encuentra evaluando diversas alternativas energéticas que le permitan asegurar un adecuado suministro de energía, un tema fundamental para el desarrollo futuro del país como lo planteó la Presidenta Bachelet en su discurso inaugural en el marco del seminario internacional Agroenergía efectuado en Santiago en el año 2006. La producción de etanol ha sido foco de discusión en otras partes del mundo, argumentando su eficiencia desde el punto de vista del balance energético. En este sentido cabe señalar que Farrell et al (2006) reportaron la existencia de diversos estudios que informan de un balance negativo para la industria del etanol en Estados Unidos, esto es, se utiliza más energía de la que se logra producir. Los autores señalan que estos estudios son erróneos pues la mayoría utilizó datos obsoletos en sus cálculos y además no consideraron los subproductos de la industria. En este mismo sentido, Hill et al (2006) también concluyeron que tanto la industria del etanol como del biodiesel tienen balance energéticos positivos. Dado lo anterior, el siguiente artículo analiza el valor nutritivo y el desempeño productivo del ganado bovino de carne alimentado con subproductos de la industria del etanol en base a la experiencia norteamericana, y proyecta algunos de los posibles efectos que implicaría la adopción de esta tecnología en Chile.

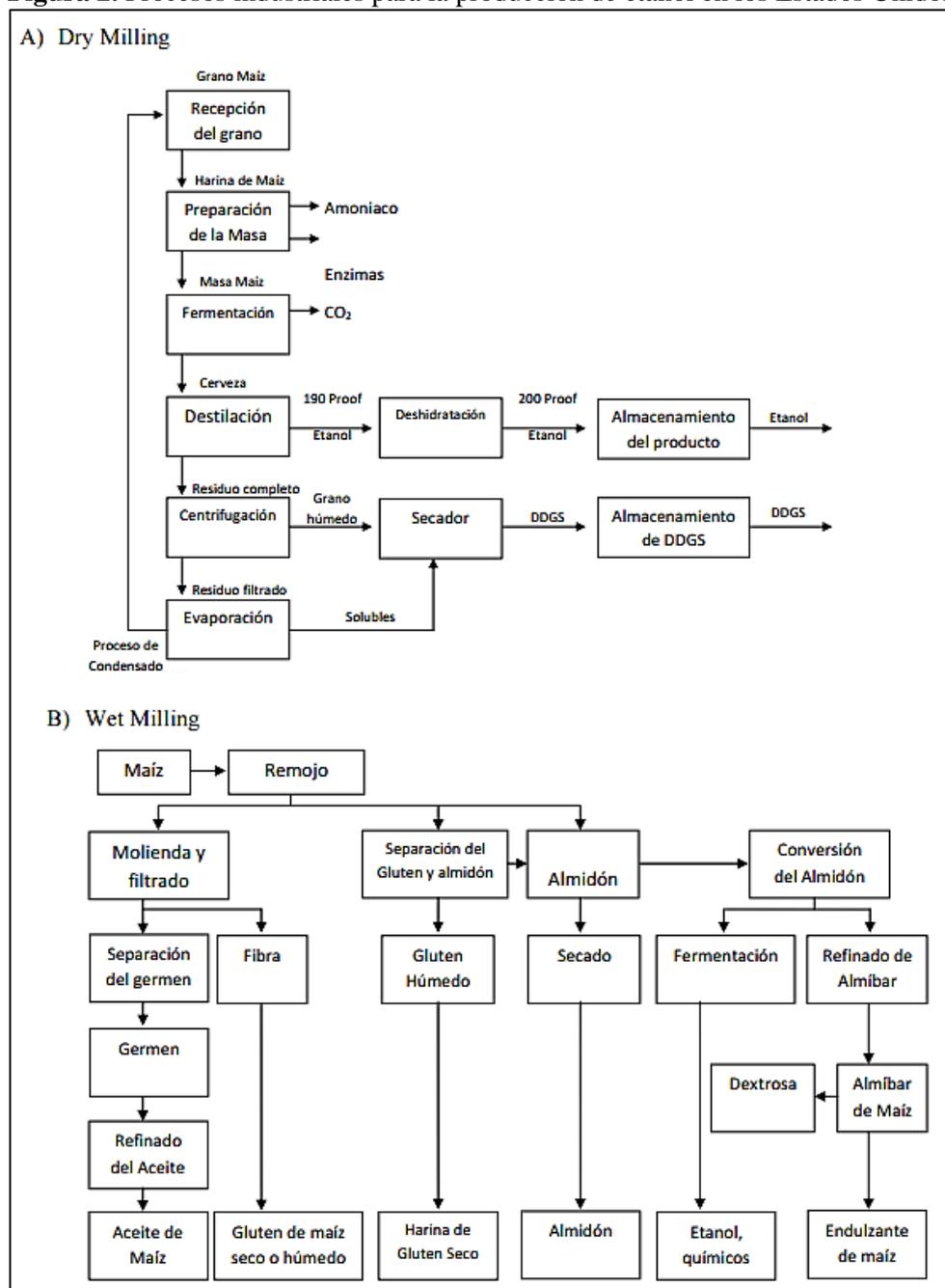
LA REVOLUCIÓN DEL ETANOL

El Medio Oeste Norteamericano está experimentado un importante cambio en su estructura productiva debido al desarrollo de la industria del etanol. Según datos de la industria (Renovable Fuel Association, 2006) durante los últimos 5 años ha habido un fuerte incremento en la producción de este biocombustible, el cual a Mayo del 2006 había crecido un 294% respecto de la producción del año 2000 (Figura 1). Los anuncios del gobierno norteamericano de principios del año 2007 apuntan a incrementar demanda de etanol, ya que el país se fijó como meta la producción y consumo de alrededor de 28.500 millones de litros en el año 2012. Sin duda este anuncio se refleja en la proyección de construcción de nuevas plantas de producción en el corto y mediano plazo (Figura 1). En los Estados Unidos el etanol es producido fundamentalmente en base a maíz a diferencia de Brasil, el otro gran productor mundial que lo obtiene de caña de azúcar. El anuncio del gobierno de los Estados Unidos y su política de fomento al etanol ha incrementado la demanda de maíz con la consecuente disminución de la oferta del grano para la alimentación animal (cerdos, aves y bovinos). Consecuentemente, la mayor demanda de maíz ha provocado un aumento del valor del grano el cual ha traspasado las fronteras y ha repercutido en los precios a nivel internacional, encareciendo los costos de alimentación y reduciendo con ello las utilidades de los sistemas de producción animal que basan sus raciones en este grano. Este nuevo escenario ha planteado nuevos desafíos productivos y de investigación con miras a buscar alternativas técnicas y económicas que permitan la sustentabilidad del negocio.

Actualmente en los Estados Unidos existen dos tipos de procesos industriales para la obtención de etanol, generando interesantes subproductos para la producción animal (Weigel et al., 1997; Erickson et al., 2007). El primero de estos procesos, denominado molienda húmeda (*Wet Milling*), tiene una orientación más bien hacia la obtención de productos para el consumo humano como aceite, endulzantes, almidón, fructosa, y por supuesto etanol. Desde el punto de vista de la producción animal el principal subproducto de este procesamiento es el gluten de maíz, el cual puede ser comercializado en forma húmeda (*Wet Corn Gluten Feed, WCGF*) o bien seco (*Dry Corn Gluten Feed, DCGF*). También es posible obtener harina de gluten el cual es una muy buena fuente de proteína (*Dry Corn Gluten Meal*). Por otra parte, el segundo método denominado molienda en seco (*Dry Milling*), tiene por objeto la producción de etanol y CO₂, siendo los principales subproductos los granos destilados más los solubles del destilado. Estos subproductos pueden ser comercializados tanto secos como húmedos y con o sin los solubles (*Dry Distillers Grains plus Solubles, DDGS; Wet Distillers Grains plus Solubles, WDGS*).

Un esquema genérico de ambos procesos así como los principales productos son presentados en la Figura 2. Al final del proceso de molienda en seco aproximadamente un tercio del maíz es transformado en etanol, un tercio es transformado a CO₂ y otro tercio permanece como subproducto en forma de granos destilados.

Figura 2. Procesos industriales para la producción de etanol en los Estados Unidos.



EL SISTEMA DE ENGORDA EN LOS ESTADOS UNIDOS

Los ganaderos americanos engordan sus animales en corrales, sistema comúnmente denominado *feedlot*. Un *feedlot* es un sistema de confinamiento de ganado para su finalización bajo un régimen de producción intensiva, el cual debe cumplir con una serie de regulaciones medioambientales emitidas por la agencia de protección medioambiental nacional (Environmental Protection Agency, EPA). Estos sistemas de producción congregan animales en una superficie de terreno libre de cualquier tipo de vegetación por períodos de al menos 45 días o bien períodos mayores durante cualquier época del año (EPA, 2003). En estas instalaciones los animales permanecen hasta su venta a las plantas faenadoras, recibiendo una ración diaria (generalmente dos veces por día), además de un adecuado manejo sanitario. Las instalaciones comúnmente varían en tamaño desde unos cientos a cientos de miles de animales. En muchos de los *feedlots* de mayores dimensiones, en general > 5.000 cabezas, es posible observar el concepto de hotelería. Es decir que solo una proporción del ganado en los corrales corresponde al propietario del mismo. Los animales restantes pertenecen a particulares quienes los entregan al propietario del *feedlot* para su finalización y por los cuales pagan un costo que incluye los servicios de alimentación, manejo productivo y sanitario. No obstante, también existen *feedlots* >100.000 cabezas de un solo propietario. Los corrales en general albergan alrededor de 60 a 150 animales, valores que en cierta medida se encuentran asociados a las capacidades de los camiones de transporte de ganado para la venta. En términos generales, se estima una superficie de unos 32,5 m² por animal cuyo peso vivo fluctúa entre 270 y 635 kg. Otras instalaciones comunes son el hospital,

las lagunas de decantación del estiércol, el centro de procesamiento del alimento (molino) y el centro de operaciones para el manejo animal en donde se realizan tratamientos sanitarios, tales como implantes, inyecciones, controles de pesos, etc.

Modalidades de Engorda

La modalidad de engorda en los Estados Unidos implica el consumo de dietas energéticas (altas en carbohidratos fermentables) en *feedlots* de manera tal de satisfacer la demanda de carne altamente infiltrada y con una grasa de color blanco. Una vez que los animales son destetados pueden ingresar al *feedlot* en tres momentos:

- 1) Engorda de terneros (*Calf-fed*), los animales ingresan al *feedlot* inmediatamente destetados y requieren de una permanencia de unos 180-220 días, con un peso de ingreso que fluctúa entre 250 y 300 kg. En esta modalidad generalmente se alcanza un peso objetivo un 10% menor que el límite máximo establecido por el conjunto de plantas faenadoras;
- 2) Novillos y/o Vaquillas de engorda de corta duración (*Short-yearlings*), bajo esta modalidad los animales destetados permanecen en rastrojos de maíz hasta el comienzo de la primavera fecha en la que ingresan al *feedlot* y son comercializados durante el verano. Los animales ingresan con pesos que oscilan entre los 315-340 kg y permanecen en el *feedlot* por alrededor de 150 días;
- 3) Novillos y/o Vaquillas de engorda larga duración (*Long-yearlings*), en esta modalidad los animales destetados permanecen en rastrojos de maíz hasta el comienzo de la primavera (abril) para posteriormente pasar el verano (hasta fines de agosto) en praderas naturales, ingresando posteriormente al *feedlot* con pesos del orden de 385-430 kg y siendo comercializados durante el verano.

Los animales son sacrificados a edades promedios de 14 meses para el caso de los terneros y de 20 meses para los novillos. Las plantas faenadoras demandan animales con pesos no mayores a 630 kg, ya que sobre este valor los productores sufren castigos, debido a que mayores pesos implican mayores dificultades en el procesamiento de la canal y en menor medida al mayor contenido de grasa de la canal. Es importante señalar en este punto que debido a la selección genética de los últimos 50 años y a los avances en el área de la nutrición, las canales han incrementado su tamaño situación que complica aún más a los productores por los castigos antes mencionados.

Aspectos Nutricionales

Al ingresar al *feedlot* los animales deben sufrir la transición de una dieta en base a forrajes hacia una dieta de engorda en base a granos. Para ello se elabora un número de dietas de transición (3 a 6) en un plazo de aproximadamente 28 días, para terminar con la dieta de engorda o finalización. El maíz es el principal ingrediente en las raciones de engorda en la zona del medio oeste y de las planicies del sur de Estados Unidos. Su inclusión es del orden del 80-95% del total de la dieta, la que además incluye algunos aditivos con el fin de controlar la acidosis y de mejorar la eficiencia productiva (e.g. antimicrobianos, ionóforos, nuevos beta-adrenérgicos aprobados por la FDA como Ractopamina y Zilpaterol, etc.). Tan solo un 5-15% de la dieta corresponde a forraje o fibra, esto más bien con la finalidad de mantener controlado el problema de la acidosis y de ingesta de materia seca, siendo esta suministrada tradicionalmente en forma de ensilaje de maíz y/o heno de alfalfa. En la gran mayoría de los casos el maíz utilizado es sometido a algún tipo de procesamiento con el objeto de incrementar la disponibilidad del almidón para su fermentación y mejorar la tasa de ganancia diaria de peso y la eficiencia de conversión de alimento. Las dietas comúnmente incluyen maíz roleado, maíz húmedo o bien maíz laminado al vapor. En las regiones del norte y oeste de los Estados Unidos (North y South Dakota, Montana, etc.) así como también en gran parte de Canadá el maíz es reemplazado por cebada, debido a las limitaciones climáticas que impiden su producción. Similar situación ocurre en Australia donde se evalúa el reemplazo de maíz por avena o cebada debido al alza de costos del maíz. Si bien el maíz ha sido tradicionalmente el grano más rentable en la engorda, diversos estudios han concluido que la finalización con dietas en base a cebada presenta ganancias diarias equivalentes a las de maíz, sorgo y trigo (Owens et al., 1995; Boss y Bowman, 1996 y Bird et al., 2007).

RESPUESTA ANIMAL A LA INCLUSIÓN DE DIVERSOS SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DEL ETANOL

Los granos destilados húmedos tienen un valor energético superior entre un 20-78% en relación al grano de maíz roleado, dicho valor depende del nivel de inclusión de los granos destilados en la dieta (Vander Pol et al., 2006b), mientras que el gluten de maíz es aproximadamente es un 10% mayor (Erickson et al., 2007). Esto se debe fundamentalmente a que la extracción del almidón, utilizado como materia prima de la fermentación y obtención del etanol, aumenta la concentración del resto de los nutrientes en los granos destilados en aproximadamente 3 veces (Erickson y Klopfenstein, 2005). El Cuadro 1 refleja los cambios nutricionales de los principales subproductos de la industria del etanol comúnmente utilizados en engordas en el medio oeste norteamericano y del maíz roleado como valor referencial. El aumento del valor energético (NEg) se debe fundamentalmente a la mayor concentración de grasas presentes en los riles y a las fibras remanentes las que son de alta y rápida digestibilidad en el rumen (DeHann, 1983). En el caso del WCGF el proceso industrial remueve el aceite del maíz por lo

que su valor energético es menor que el de los granos destilados (WDGS y DDGS), pero similar o levemente mayor al del maíz roleado.

Cuadro 1. Comparación de maíz roleado y subproductos de la industria del etanol (Erickson et al., 2007).

Alimento ^z	MS %	PC %	% UIP	NEg (Mcal/kg) ^y	P %
Maíz roleado ^z	90.0	9.8	60	1.5	0.32
DDGS ^x	90.4	33.9	65	1.8	0.51
WDGS ^x	35.0	31.0	65	2.0	0.84
WCGF-A	44.7	19.5	20	1.5	0.66
WCGF-B	60.0	24.0	20	1.7	0.99
CCDS ^x	35.5	23.8	65	1.9	ND
MWDGS	46.2	30.6	65	1.9	ND
Steep ^w	49.4	35.1	20	4.2	0.95

^z Maíz roleado valores del NRC (1996), WFGF-A – gluten de maíz húmedo, WFGF-B –Cargill Sweet brand gluten de maíz húmedo, DDGS – granos destilados secos mas solubles, WDGS – granos destilados húmedos mas solubles, CCDS – condensado de destilado de maíz mas solubles, MWDGS – granos destilados húmedos mas solubles modificado, steep es un liquido proveniente del proceso Wet milling.

^y Los valores del maíz roleado de aproximadamente 3500 muestras (NRC 1996).

^x Valores correspondientes al año 2003 de una planta de etanol de Nebraska que produce DDGS, WDGS, y CCDS.

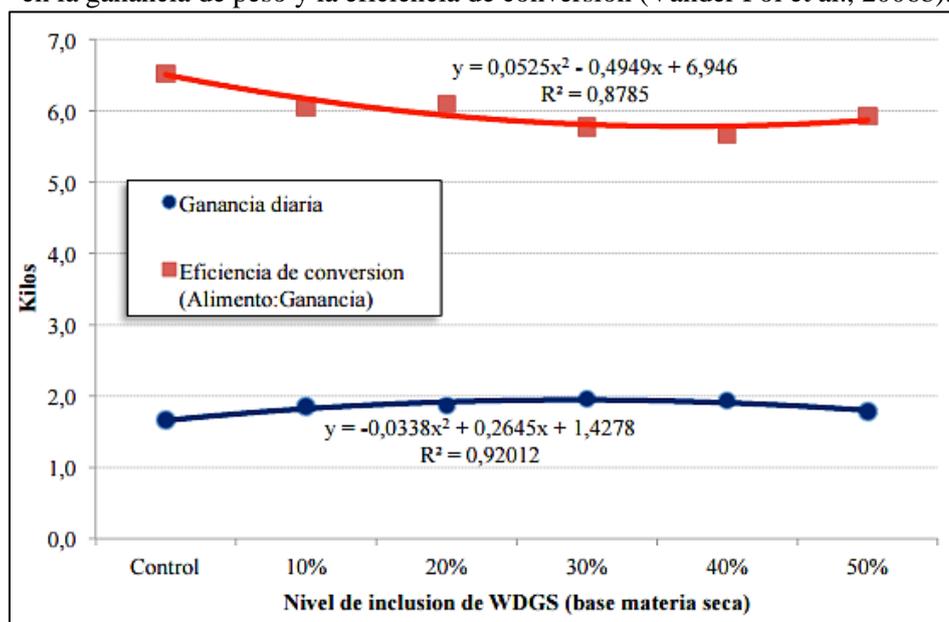
^w Los valores de materia seca representan muestras diarias por un periodo de 60 días. El resto de los nutrientes corresponde a valores mensuales del 2002 y la mitad del 2003.

^v Los valores de energía neta de ganancia (NEg) están basados en la respuesta animal en relación al maíz roleado. Los valores de energía neta de ganancia de WDGS y DDGS son dependientes de su nivel de inclusión en la dieta.

La inclusión de granos destilados en dietas basadas en forrajes, como lo son la mayoría de las engordas en Chile, podría representar una interesante alternativa para los animales debido a su alto contenido de proteína, la cual es en un alto porcentaje no degradable en el rumen y por lo tanto absorbida directamente por el animal en el intestino delgado, y por ser además una buena fuente de energía como se explicó previamente. Su uso no tiene efectos negativos a nivel ruminal y son una muy buena fuente de fósforo, el cual es usualmente bajo en forrajes (Klopfenstein y Adams, 2005). Sin embargo, a la fecha la mayor proporción de la investigación disponible ha sido realizada en animales en engorda a corral. No obstante, durante los últimos 5 años la evaluación de su utilización como suplemento en sistemas de crianza y de recría ha incrementado en forma consistente. Así por ejemplo Morris et al (2005) reportaron que la suplementación con DDGS aumenta la tasa de ganancia de peso del ganado, ya sea consumiendo dietas en base a forrajes tanto de baja como alta calidad. Klopfenstein et al (2007) resumiendo los resultados de ocho experimentos de novillos en recría reportaron incrementos en las ganancias de peso de 0.24 y 0.41 kg/día cuando los animales recibieron una suplementación de 1.8 y 3.4 kg/día de DDGS respectivamente. Además reportaron que por cada kilo de grano de destilería consumido hubo una disminución en el consumo de forraje de 0.5 kg. A la fecha el número de investigaciones en el área de cría y recría sigue incrementándose como se refleja en los reportes anuales del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Nebraska².

En términos generales el uso de estos subproductos en niveles inferiores a un 15-20% tiene por objeto suplir la fuente proteica de la ración reemplazando aquellas que son más costosas. Por otra parte cuando su incorporación supera los niveles antes mencionados el animal utiliza estos subproductos como fuente energética reemplazando parte del maíz o bien de otros granos utilizados en la ración (Erickson et al., 2007). Su valor energético dependerá de la forma en que sea suministrado, así por ejemplo el gluten de maíz húmedo es un 10 a 12 % superior al maíz roleado, pero cuando el mismo gluten es suministrado seco su valor cae a -12% cuando es incluido en niveles de 25-30% de la dieta base materia seca (Erickson et al., 2007). El uso de distintos subproductos en diversos niveles de inclusión, combinaciones entre estos y también en combinación con maíz sometido a diversos procesamientos (roleado, húmedo y laminado al vapor) ha sido evaluado por diversos investigadores. Los resultados demuestran que los subproductos del etanol aumentan las tasas de ganancia de peso y mejoran la eficiencia de conversión (Figura 4).

Figura 4. Efecto de la inclusión de granos destilados húmedos más solubles (WDGS) en la ganancia de peso y la eficiencia de conversión (Vander Pol et al., 2006b).



Sistemáticamente, se han obtenido mejores resultados con WDGS que con DDGS, sin embargo la explicación del porqué de la diferencia entre estos dos subproductos aún no se ha logrado dilucidar (Vander Pol et al., 2005; Bremer et al., 2007; Buckner et al., 2007a; Corrigan et al., 2007; Luebbe et al., 2007). Erickson et al (2007) señalan que en términos generales la utilización de WDGS mejora la eficiencia de conversión en un 31 a 43% cuando niveles intermedios de maíz roleado son reemplazados por WDGS, es decir, inclusiones en la dieta del orden del 15 al 40%. El reemplazo de maíz roleado por WDGS muestra una respuesta cuadrática en la tasa de ganancia diaria, alcanzando el óptimo con niveles de inclusión de un 30%. Por otra parte, la utilización de DDGS logra la máxima tasa de ganancia diaria con niveles de 20%, cuando es comparado con la dieta de maíz roleado. Si bien el nivel óptimo es menor que el de WDGS cuando se utiliza en dietas con maíz roleado y grano húmedo de maíz, la inclusión de DDGS en la dieta muestra una mejor respuesta que la dieta base de maíz roleado y grano húmedo (Buckner et al., 2007b). Sin duda el nivel final de inclusión de subproductos de destilería tiene un componente económico a considerar. En este punto la distancia existente entre el sitio de engorda y la planta de etanol cobra relevancia debido al costo asociado al flete del subproducto. Así entonces, engordas a distancias menores a 100 kilómetros obtienen mejores resultados con niveles de inclusión de WDGS de 30-40%, mientras que sitios de engorda a distancias mayores >100 y <160 kilómetros alcanzan óptimos con niveles del 20 a 30% (Vander Pol et al., 2006a).

La respuesta productiva de los animales a la inclusión de subproductos de la destilería también se ve afectada por el tipo de procesamiento del maíz en la dieta. Si bien es ampliamente aceptado que el procesamiento del maíz mejora la eficiencia de conversión, la cual incrementa en la medida que el procesamiento se intensifica (Huntington, 1997; Scott et al., 2003), también está muy documentado su efecto sobre el pH ruminal (Stock y Britton, 1993). La eficiencia de conversión en el uso del grano de maíz sigue el siguiente orden creciente: grano entero < roleado < húmedo ≈ laminado al vapor (Vander Pol et al., 2006c; Erickson et al., 2007). Como se mencionó anteriormente el uso de maíz procesado es una práctica muy común, por ello la acidosis en sus diversas formas; crónica, aguda y subaguda, es un problema frecuente en los *feedlots* del medio oeste norteamericano. La acidosis se presenta usualmente como una respuesta a la ingestión de altas cantidades de carbohidratos rápidamente fermentables (Owens et al., 1998). El procesamiento de los granos produce un aumento en la tasa de digestión de los microorganismos en el rumen debido a la mayor disponibilidad de almidón aumentando con ello la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen y con ello el consiguiente riesgo de acidosis ruminal. De entre los distintos procesamientos, el maíz húmedo es el que presenta el mayor potencial de acidosis debido a la mayor digestibilidad ruminal del almidón (Cooper et al. 2002), por ello presenta mayor potencial de acidosis cuando el ganado es alimentado con raciones que lo utilizan como única fuente de energía en la dieta. La inclusión de gluten de maíz reduce el riesgo de acidosis. Así por ejemplo, Krehbiel et al. (1995) reportaron reducciones en acidosis subaguda en animales recibiendo dietas que incluían WCGF. Sin embargo, Corrigan et al (2008) reportaron que WDGS no tuvo ningún efecto en el pH. Aquellos animales que presentan pH inferiores a 5.6 son considerados en estado de acidosis subaguda. El maíz laminado al vapor presentó un mayor tiempo con valores de pH bajo 5.6 en comparación con el maíz roleado o el maíz húmedo. Por otra parte, un nivel de inclusión de 40% WDGS base materia seca, presentó mayores tiempo bajo el valor de pH 5.6 en comparación a la dieta control (0% WDGS).

Otros experimentos evaluando la inclusión de WDGS con diferentes tipos de procesamientos del maíz demostraron que la mejor respuesta en ganancia de peso y eficiencia de conversión varía según el tipo con el tipo de procesamiento. Así, niveles de inclusión de WDGS de 40% para maíz roleado, 27,5% para maíz húmedo, y 15% para laminado al vapor resultaron ser los mejores (Erickson et al., 2007). Además la combinación de WDGS y maíz roleado presentó resultados de desempeño productivo similares a los de procesamientos más costosos como los son el laminado o maíz húmedo, por lo que resulta ser una alternativa bastante atractiva para los productores. La combinación de algunos subproductos como WCGF y WDGS ha sido también sujeto de estudio debido fundamentalmente a su disponibilidad y a sus perfiles nutricionales los que en teoría debiesen complementarse. Los resultados de diversas investigaciones demuestran que la inclusión de altos niveles (> 50% la dieta) de WDGS y WCGF combinados en una relación 1:1 pueden ser utilizados sin perjudicar el desempeño productivo del ganado (Loza et al., 2005). En otro estudio Loza et al (2007) encontraron que las mejores respuestas en ganancia de peso y eficiencia de conversión se lograron con niveles de inclusión de 15 a 20% de WDGS en dietas que incluían 30% WCGF.

Animales recibiendo dietas con DDGS y WDGS.



CALIDAD DE LA CARNE PRODUCIDA CON SUBPRODUCTOS DEL ETANOL

La inclusión de subproductos de destilería en la dieta de engorda también se traducen en mejoras en la calidad de las canales producidas como lo demuestra Bremer et al (2007). La inclusión de WDGS en niveles medios (10-40%) en novillos Angus no solo incrementó la tasa de ganancia de peso y la eficiencia de conversión, sino también mejoro el grado de marmoleo de la carne y la profundidad de grasa de cobertura medida en la 12^{va} costilla. Lo anterior demuestra que los animales convierten el alimento más eficientemente, se engrasan más rápidamente y exhiben más marmoleado que el ganado alimentado solo con maíz roleado o maíz húmedo. Jenschke et al (2006) demostraron que la utilización de WDGS no afecto las características organolépticas de la carne, esto es, ternera, jugosidad y olor en comparación a dietas en base a maíz roleado. No obstante, existe algunas discrepancias en torno al efecto de los subproductos del maíz en el marmoleo, ya que en algunas publicaciones han reportado disminución del marmoleo. Otros aspectos que se están evaluando actualmente se relacionan con el perfil de ácidos grasos de distintos cortes de carne de animales engordados con dietas que incluyen WDGS. Entre las variables que se evalúan se encuentra la cantidad total de ácidos grasos, porcentaje de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados así como la relación entre $\omega 6$ y $\omega 3$. Lo anterior debido tanto a su importancia desde el punto de vista nutritivo así como también por el efecto que tienen estos ácidos grasos, particularmente los insaturados sobre la duración de los productos en la góndolas de los supermercados y también por los posibles efectos en la lipogénesis y adipogénesis.

DESAFÍOS DE LAS PLANTAS INDUSTRIALES Y DE LA INDUSTRIA DE LA CARNE

Una de las mayores complicaciones que deben enfrentar los engorderos dice relación con la uniformidad de los subproductos. Si bien las plantas industriales han hecho un esfuerzo por entregar un producto homogéneo, aún es posible detectar diferencias en términos de la composición química de los diversos subproductos comercializados, particularmente en el contenido de materia seca y azufre. Esto ciertamente puede modificar las respuestas productivas y en casos más extremos provocar enfermedades por exceso de azufre (Polioencefalomalacia). En razón de esto y debido a la creciente demanda existente por estos subproductos, algunas compañías han optado por asegurar la calidad de sus productos, asegurando su homogeneidad desde el punto de vista nutricional y con ello una mayor calidad. Esto implica un nuevo paso en la industria, lo que ha provocado una nueva generación de subproductos mejorados, más estables y de mejores características nutricionales, los que están actualmente siendo

evaluados por diversas universidades. Algunos de estos resultados han sido reportados por Bremer et al (2005) y resumidos por Erickson et al (2007). Otro elemento a considerar es el alto contenido de fosforo en los destilados, lo que sumado a la suplementación que tradicionalmente se realiza en las dietas de engorda genera problemas ambientales en la distribución del abono, ya que aumenta la demanda de superficie para esparcir dichos desechos sin causar problemas ambientales. El tema medioambiental, particularmente en lo que respecta a fosforo y nitrógeno está siendo fuertemente abordado por equipos multidisciplinarios a través del país así como por organismos gubernamentales.

Por otra parte la creciente demanda de maíz por parte de la industria del etanol está provocando un incremento en la cantidad de animales en engorda en las zonas más central del país, donde se encuentran la mayor cantidad de plantas (Nebraska, Iowa y South Dakota). Al mismo tiempo se ha registrado una reducción de los animales en engorda en las planicies del Sur (Texas, Oklahoma, Kansas) donde no hay plantas y el valor del maíz es mayor en comparación a la zona previamente indicada. El alto precio del maíz, el cual actualmente bordea los 76 pesos por kilo (3.85 dólar/bushel), sumado a la baja reposición de vientres, la disminución en el inventario animal (National Agricultural Statistics Service, 2007) y el incremento en el valor de los terneros a reducido las utilidades del negocio durante los últimos años, especialmente en las planicies del sur. La situación es menos severa para los *feedlots* que reemplazan el maíz por subproductos, ya que por un lado estos presentan un menor costo (70 - 95% del valor del grano de maíz) y además permiten un mejor desempeño productivo reduciendo con ello el periodo de engorda y con ello costos los totales. No obstante lo anterior, reuniones efectuadas entre científicos del Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Nebraska y los asesores nutricionales de los *feedlots* comerciales se discute los posibles escenarios para el futuro cercano. Cabe destacar que hasta hace 10 años atrás la utilización de subproductos casi no existía, hoy por hoy se especula con reducciones de la inclusión de grano de maíz a niveles menores al 10% de la dieta. Esto refleja el gran impacto que está teniendo la industria del etanol en la estructura productiva y los aspectos nutricionales.

POTENCIAL IMPACTO EN CHILE

En Chile no existen *feedlots* en una cantidad que se considere importante, sin embargo un gran porcentaje de los animales en engorda recibe algún tipo de suplementación ya sea de avena u otro grano, cuyo porcentaje de inclusión responde fundamentalmente a un aspecto económico. No obstante, el uso de subproductos del etanol en sistemas de crianza y recría podría ser una interesante alternativa en el corto plazo. Mientras que en el mediano y largo plazo, la adopción de una política de producción de etanol en base a granos podría implicar la proliferación de sistemas intensivos de este tipo en los alrededores de las plantas con el fin de aprovechar estos recursos alimenticios. Evidentemente en Chile los granos no constituyen la base de la dieta como en el sistema americano, sin embargo el alto costo que estos han alcanzado en los últimos años y el creciente interés por desarrollar biocombustibles, hace interesante el reemplazo de estos granos por subproductos derivados de la industria del etanol como lo han demostrado las investigaciones de reemplazo de forrajes por subproductos realizadas por la Universidad de Nebraska. Otro aspecto a considerar es que la gran mayoría de la investigación presentada en este artículo ha sido desarrollada con razas británicas y continentales tales como Angus, Hereford y Charolais así como sus híbridos con uso de anabólicos y otros aditivos, mientras que la masa ganadera chilena para producción de carne es en su mayoría doble propósito. Estos subproductos no presentan limitaciones desde el punto de vista de las alternativas productivas que se discuten actualmente tales como producción de carne natural y producción de carne orgánica. Sin embargo, es importante señalar que los resultados de investigación presentados en este artículo fueron obtenidos con el modelo de producción norteamericano el que utiliza anabólicos, ionóforos y otros aditivos todos ellos legalmente permitidos en los Estados Unidos. Por esto el efecto de estos subproductos sobre el desempeño productivo en sistemas orgánicos o bien naturales requiere de mayor investigación.

Resulta importante además, mencionar que la utilización de estos subproductos no se restringe tan solo a bovinos de carne, sino que también existen positivas respuestas en bovinos de leche así como también en otras especies en el área acuícola, avícola y porcina. Dadas las características climáticas de la zona central y centro sur del país el cultivo de maíz puede perfectamente sustentar el desarrollo de plantas de producción de etanol, pudiendo los subproductos ser utilizados en sistemas de producción avícola, porcina y lecherías de la zona central. Por otra parte, la zona sur del país podría utilizar cebada o triticale para la producción de etanol, siendo sus subproductos factibles de utilizar por engordas, lecherías y pisciculturas. En este sentido, cabe señalar que existen en Canadá plantas de etanol que utilizan los granos de cebada y triticale como materia prima. Los reportes de investigación indican que el uso de dichos subproductos en producción de carne muestra resultados similares a los presentados en este artículo con maíz en sistemas de *feedlots*.

Con todo, la adopción de una política de uso de energías renovables puede sin duda impactar no solo la matriz energética del país sino que también transversalmente su economía y su desarrollo. Lo anterior se hace más evidente dada la distribución de los sistemas de producción avícola, porcina, bovina y acuícola a lo largo del país.

CONCLUSIÓN

Desde un punto de vista nutricional la inclusión de estos subproductos en dietas de engorda ya sea solos o en combinación mejoran el valor nutritivo de la misma, reducen los problemas de acidosis y permiten que el ganado gane peso más rápidamente en comparación a dietas que contienen solamente maíz roleado. Menos días de engorda son requeridos para alcanzar la misma cobertura grasa y nivel de marmoleo (grasa infiltrada) que con las dietas de control en base a maíz roleado. El proceso de secado de los granos destilados por motivo aún desconocido reduce el valor nutritivo. Las mejores respuestas se obtienen cuando los granos destilados húmedos más solubles son incluidos en dietas en base a maíz roleado o maíz húmedo en niveles de un 30-40%. El uso de gluten de maíz húmedo debiese ser preferencial con dietas en base a maíz húmedo o laminado al vapor, aun cuando su combinación con granos destilados húmedos más solubles en cualquier tipo de procesado resulta en buenas respuestas productivas.

La adopción de este tipo de tecnologías de producción en Chile puede generar interesantes expectativas productivas que permitan en primer lugar diversificar la matriz energética pero por otro lado obtener subproductos de calidad nutritiva que permitirían mejorar la eficiencia productiva del sector bovino de carne, obtener productos de características acordes a las demandadas por los mercados norteamericanos y del oriente (Japón).

Sin duda un estudio transversal del impacto que genera la adopción de la producción de etanol en base a maíz u otro grano es requerido de forma tal de poder cuantificar no solo los potenciales beneficios directos, sino también los indirectos generados por el rubro pecuario, el sector transporte, sector automotriz, la banca etc.

LITERATURA CITADA

- Bird, S., M. B. McDonagh, R.W. Dicker, D. L. Robinson, V. H. and Oddy. Oats and Barley compared in feedlot rations. The effect of finishing rations based on dry rolled oat or barley grain and previous nutritional history on growth, live animal and carcass characteristics and meat quality attributes of lot-fed cattle. Disponible en http://svc192.bne150v.serverweb.com/nutrition/default/other_default.htm Leído el 11 de Noviembre del 2007.
- Bremer, V.B., G.E. Erickson, T.J. Klopfenstein. 2007. UNL Meta-analysis on the effects of WDGS and Sweet Bran on feedlot cattle performance and carcass characteristics. Proceedings of Plains Nutrition Council Spring Conference AREC 07-20:88.
- Bremer, V. B, G.E. Erickson, T.J. Klopfenstein, M. L Gibson, K. J. Vander Pol, M.A. Greenquist. 2005. Feedlot performance of a new distillers byproduct (Dakota Bran) for finishing cattle [abstract 215]. J. Anim. Sci. 83:(Suppl. 1.)
- Buckner, C., G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, R. Stock, and K. J. Vander Pol. 2007a. Effect of feeding a by-product combination at two levels or by-product alone in feedlot diets. Nebraska Beef Report. MP90:25-26.
- Buckner, C., T. Mader, G. Erickson, S. Colgan, K. Karges, and M. Gibson. 2007b. Optimum levels of dry distillers grains with solubles for finishing beef steers. Nebraska Beef Report. MP90:36-38.
- Boss, D. L. and Bowman, J.G.P. (1996) Barley varieties for finishing steers: I. Feedlot performance, in vivo diet digestion, and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 74:1967-1972.
- Cooper, R. J., C. T. Milton, T. J. Klopfenstein, T. L. Scott, C. B. Wilson, and R. A. Mass. 2002. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. J. Anim. Sci. 80:797-804.
- Corrigan, M., G. Erickson, T. Klopfenstein, K. Vander Pol, M. Greenquist, and M. Luebke. 2007. Effect of corn processing and wet distillers grains inclusion level in finishing diets. Nebraska Beef Rep. MP-90:33.
- Corrigan, M., G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and N. F. Meyer. 2008. Effects of Corn Processing and Wet Distillers Grains on Nutrient Metabolism. Nebraska Beef Rep. MP-91:43-44.
- DeHaan, K. A. 1983. Improving the utilization of fiber and energy through the use of corn gluten feed and alkali compounds. Ph.D. Dissertation. Univ. of Nebraska, Lincoln.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2003. Part II Environmental Protection Agency 40 CFR Parts 9, 122, 123, and 412 National Pollutant Discharge Elimination System Permit Regulation and Effluent Limitation Guidelines and Standards for Concentrated Animal Feeding Operations (CAFOs); Final Rule. 100p.
- Erickson, G. and T. Klopfenstein. 2005. Using distillers grains in diets for growing and finishing beef cattle. J. Anim. Sci. Vol. 83 (Suppl. 2) p. 49. (2005 ASAS/ADSA Midwest Mtg. Abstract)
- Erickson, G.E., V. R. Bremer, T. J. Klopfenstein, A. Stalker, and R. Rasby. 2007. Utilization of Corn CoProducts in the Beef Industry. Nebraska Corn Board and the University of Nebraska—Lincoln Institute of Agriculture and Natural Resources 2nd Edition: 28p.
- Farrell, A. E., R. J. Plevin, B. T. Turner, A. D. Jones, M. O'Hare, and D. M. Kammen. 2006. Ethanol Can Contribute to Energy and Environmental Goals. Science. 311 (5670): 506 – 508.
- Hill, J., E. Nelson, D. Tilman, S. Polasky, and D. Tiffany. 2006. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. PNAS 103 (30): 11206–11210.
- Huntington, G. 1997. Starch Utilization by Ruminants: From Basics to the Bunk. J. Anim. Sci. 75:852- 867.
- Jenschke, B. E., J. M. James, K. J. Vander Pol, C. R. Calkins, and T. J. Klopfenstein. 2006. Wet Distillers Grains Plus Solubles Do Not Increase Liver-like Off-flavors in cooked beef. Nebraska Beef Report. MP88-A:115-117.
- Klopfenstein, T. and D. Adams. 2005. Using ethanol industry coproducts in diets for forage fed cattle. J. Anim. Sci. Vol. 83 (Suppl. 2) p. 49. (2005 ASAS/ADSA Midwest Mtg. Abstract).

- Klopfenstein, T., L. Lomas, D. Blasi, D. Adams, W. Schacht, S. Morris, K. Gustad, M. Greenquist, R. Funston, J. MacDonald, and M. Epp. 2007. Summary analysis of grazing yearling response to distillers grains. *Nebraska Beef Report*. MP90:10-11.
- Krehbiel, C.R., R.A. Stock, D.W. Herold, D.H. Shain, G.A. Ham, and J.E. Carulla. 1995. Feeding wet corn gluten feed to reduce subacute acidosis in cattle. *J. Anim. Sci.* 73:2931-2939.
- Loza, P., K. J. Vander Pol, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and R. Stock. 2005. Effect of feeding a byproduct combination consisting of wet distillers grains and wet corn gluten feed to feedlot cattle. *Nebraska Beef Report*. MP 83-A:45-46.
- Loza, P., K. J. Vander Pol, M. Greenquist, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and R. Stock. 2007. Effects of different inclusion levels of wet distiller grains in feedlot diets containing wet corn gluten feed. *Nebraska Beef Report*. MP90:27-28.
- Luebke, M., G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and M. Greenquist. 2007. Effect of wet distillers grains level on feedlot cattle performance and nutrient mass balance. *Proceedings of Plains Nutrition Council Spring Conference AREC 07-20:98*.
- Morris, S., T. J. Klopfenstein, G. E. Erickson, and K. J. Vander Pol. 2005. The effects of dried distillers grains on heifers consuming low or high quality forage. *Nebraska Beef Report MP83-A: 18-20*.
- National Agricultural Statistics Service. 2007. Disponible en <http://www.nass.usda.gov/> Leído el 11 de Noviembre 2007
- Owens, F., D. Secrist, and D. Gill. 1995. Impact of grain sources and grain processing on feed intake by and performance of feedlot cattle. *Proc. Symp. Intake by Feedlot Cattle. Oklahoma Agric. Exp. Stn. P-942*, pp. 235-256.
- Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill, and D. R. Gill. 1998. Acidosis in Cattle: A Review. *J. Anim. Sci.* 76:275-286.
- Renovable Fuel Association (RFA). 2006. From niche to nation ethanol industry outlook. 24 p.
- Scott, T. L., C.T. Milton, G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and R. A. Stock. 2003. Corn processing method in finishing diets containing wet corn gluten feed. *J. Anim. Sci.* 81:3182-3190.
- Stock, R. A., J. M. Lewis, T. J. Klopfenstein, and C.T. Milton. 1999. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* Available at: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0924.pdf>.
- Stock, R.A. and R.A. Britton. 1993. Acidosis in Feedlot Cattle. In: *Scientific Update on Rumensin/Tylan for the Professional Feedlot Consultant*. Elanco Animal Health, Indianapolis, IN. p A_1.
- Vander Pol, K. J., G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and M. Greenquist. 2005. Effect of level of wet distillers grains on feedlot performance of finishing cattle and energy value relative to corn [abstract 103]. *J. Anim. Sci.* 83(Suppl. 2):55.
- Vander Pol, K. J., G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, and D. R. Mark. 2006a. Economic Optimum Use of Wet Distillers Grains in *feedlots*. *Nebraska Beef Report*: 54-56.
- Vander Pol, K. J., G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, M. A. Greenquist, and T. Robb. 2006b. Effect of Dietary Inclusion of Wet Distillers Grains on Feedlot Performance of Finishing Cattle and Energy Value Relative to Corn. *Nebraska Beef Report*. MP88-A:51-53.
- Vander Pol, K. J., G. E. Erickson, M. A. Greenquist, T. J. Klopfenstein, and T. Robb. 2006c. Effect of Corn Processing in Finishing Diets Containing Wet Distillers Grains on Feedlot Performance and Carcass Characteristics of Finishing Steers. *Nebraska Beef Report MP88: 48-50*.
- Weigel, J. C., D. Loy, and L. Kilmer. 1997. *Feed Co-Products of the Dry Corn Milling Process; Featuring Distillers Dried Grains*. Iowa Department of Agriculture and Land Stewardship, Iowa Corn Growers Association, Renewable Fuels Association, National Corn Growers Association: 16 pages.

[Volver a: Fisiología digestiva y manejo del alimento](#)