



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“LOS GRANOS DE DESTILERÍA DE MAÍZ (*Zea mays*)
DESECADOS CON SOLUBLES (DDGS); UNA
OPCIÓN EN LA NUTRICION ANIMAL”**

SERVICIO PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:
SERGIO ALBERTO MORENO FERNÁNDEZ**

**ASESOR:
JORGE ANTONIO MARIÑO SOLÍS**

MORELIA, MICHOACÁN.

MAYO DE 2006.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“LOS GRANOS DE DESTILERÍA DE MAÍZ (Zea mays)
DESECADOS CON SOLUBLES (DDGS); UNA
OPCIÓN EN LA NUTRICION ANIMAL”**

SERVICIO PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:
SERGIO ALBERTO MORENO FERNÁNDEZ**

MORELIA, MICHOACÁN.

MAYO DE 2006.

AGRADECIMIENTOS

A dios, a mi abuelita, a mí madre y a mí tía, las tres personas que siempre llevo en mí mente y mí corazón.

A ellas les agradezco el haber confiado en mí, por creer en éste proyecto y por todo el apoyo incondicional recibido por éstas grandes y maravillosas personas.

A mis hermanos que también quiero mucho, y a mis amigos Pablo Angel Martínez Saucedo y Salvador Ascencio Balcázar, y a todas las personas que siempre llevo en mi corazón, porque siempre que los necesite estuvieron ahí para brindarme su apoyo, por eso ahora les digo “muchas gracias”

A mis asesores el MVZ. Jorge Antonio Mariño Solís y el M.C Orlando Vallejo Figueroa, por el tiempo que me brindaron, por su ayuda en este trabajo, porque sin su experiencia, conocimientos y muy buenas aportaciones, éste trabajo no se hubiera realizado.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a todas las personas que creyeron en mí, como es mi madre Celia Fernández Covarruvias, mi tía Margarita Fernández Covarruvias, mi abuelita Olivia Covarruvias Ceja, mis hermanos Celia Urbano Fernández, Miguel Angel Urbano Fernández, Antonio Urbano Fernández, y a mis verdaderos amigos, por todo el apoyo que me brindaron durante éstos años, por eso dios los bendiga ahora y siempre.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1. Concepto sobre los granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	3
2. Procesos de obtención.....	4
3. Granos de destilería de maíz desecados con solubles de nueva generación.....	6
4. Cualidades de Granos de destilería de Maíz desecados con solubles.....	9
5. Tipos de granos de destilería.....	12
6. Métodos para la utilización y compra de granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	14
7. Diferencias entre granos de destilería de maíz desecados con solubles, alimento de gluten de maíz y harina de gluten de maíz.....	16
8. Características de los granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	18
9. Especies animales que pueden utilizar los granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	21

10. Utilización de los granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación de diferentes especies animales.....	23
11. Restricciones en la utilización de los granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación animal.....	28
12. Recomendaciones o precauciones para el manejo y almacenamiento de los granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	30
13. Granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación animal y su valor agregado.....	30
14. Países que utilizan granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	31
15. Importancia o beneficios en la utilización los granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación animal.....	32
16. Importancia económica para el productor en la utilización de los granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación animal.....	34
17. ¿Existen problemas en la alimentación animal? con la utilización de los granos de destilería de maíz desecados con solubles?.....	35
Conclusiones.....	37
Bibliografía.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

	Pàg.
Cuadro 1. Contenido en nutrientes de alimentos seleccionados.....	10
Cuadro 2. Composición de aminoácidos de los granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	16
Cuadro 3. Composición del alimento de gluten maíz y de la harina de gluten de maíz.....	18
Cuadro 4. Perfil nutricional de los granos de destilería de maíz desecados con Solubles.....	19
Cuadro 5. Análisis de nutrientes de granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	20
Cuadro 6. Máximos rangos de inclusión recomendados para utilizar DDGS en dietas para cerdos.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso de molienda seca en la producción de etanol.....	5
Figura 2. Granos de destilería de maíz desecados con solubles de nueva generación.....	7
Figura 3. Tres muestras de granos de destilería de maíz desecados con solubles.....	7

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existen en el mundo alrededor de 6,200 millones de habitantes los cuales necesitan de una alimentación adecuada para preservar su salud y desarrollar sus actividades cotidianas. Sin embargo se ha demostrado la incapacidad en muchos países para poder satisfacer los requerimientos nutricionales de su población, debido a diversos factores.

A raíz de la intensificación en los sistemas de producción animal han surgido tecnologías no convencionales que conducen a minimizar los costos de producción, a mejorar los rendimientos productivos y maximizar la rentabilidad. Lamentablemente, estas prácticas no tienen como prioridad la producción de alimentos inocuos para el consumo humano.

Pero también se pueden destacar los esfuerzos que numerosos investigadores vienen realizando en la búsqueda de nuevas alternativas en la alimentación de los animales para seguir obteniendo de ellos la proteína para el consumo humano, teniendo en cuenta que esas nuevas alternativas tengan como primicia fundamental el preservar el bienestar y salud animal, sin perjuicio de la salud del hombre.

Dentro de esa búsqueda de las opciones en la alimentación y nutrición animal, se encuentran los granos de destilería de maíz desecados con solubles que en inglés se les conoce con las siglas DDGS (Distiller's Dried Grains whit Solubles).

En Estados Unidos gran parte (alrededor del 98%) de los DDGS provienen de fabricas que producen etanol para combustibles oxigenados y el resto proviene de la industria de bebidas alcohólicas. Por los que la producción anual oscila entre 3.2 y 3.5 millones de toneladas métricas.

Para reducir la contaminación del aire por la emisión de automotores, en algunas regiones del mundo se vienen utilizando combustibles oxigenados (mezclas de etanol-gasolina).

La Comunidad Económica Europea esta importando grandes cantidades de DDGS de los Estados Unidos para emplearse en alimentos para el ganado. Otra pequeña parte esta siendo exportada para México y Estados Unidos y Canadá se quedan para su utilización con 2.6 millones de toneladas métricas.

Del año de 1996 a 2002 se ha notado un incremento muy significativo en las toneladas métricas exportadas de DDGS por los Estados Unidos, siendo para esos años de cerca de 20 mil a 800 mil toneladas respectivamente.

Los granos secos de destilería con solubles provienen del residuo seco que queda luego que se fermenta la fracción almidón del maíz con levaduras y enzimas seleccionadas para elaborar etanol y bióxido de carbono. Luego de finalizar la fermentación, el alcohol se remueve mediante destilación y los residuos de dicha fermentación se secan.

OBJETIVO:

El presente documento tiene como propósito realizar una revisión bibliográfica acerca de los granos de maíz que se obtienen de las destilerías, utilizando solubles que contribuyan a su desecado para ser utilizados como una alternativa en la alimentación y nutrición animal.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. ¿Qué son los granos de destilería de maíz desecados con solubles?

Los granos de destilería de maíz desecados con solubles (DDGS, por sus siglas en inglés *Distillers Dried Grains With Solubles*) son el producto que se obtiene después de extraer el alcohol etílico a través de la fermentación de levaduras de un grano o una mezcla de granos condensando y secando un mínimo de tres cuartos de los residuos sólidos enteros que resultan a través de métodos utilizados en la industria destiladora de granos.

Los DDGS se producen con mezclar los solubles de destilería de maíz líquidos en los granos de destilería de maíz húmedos antes de secarlos. Si no se desecan, se venden como granos de destilería húmedos (Iowa Corn, 2006).

La destilería convierte el grano entero en almidón y este en el etanol usando las enzimas y la levadura. Después de quitar todo el etanol, los solubles residuales del grano se concentran y se secan con la porción insoluble dando por resultado una concentración de tres veces más proteína, grasa, fibra, etc. del grano entero excepto del almidón (Distillers Grains, 2005).

Los DDGS son un co-producto que se obtiene en las plantas que en Estados Unidos elaboran etanol, el cual es un derivado del maíz que sirve para oxigenar la gasolina de los automotores y cuya producción está en franco crecimiento (García y Kalscheur, 2004).

Para producir el combustible del etanol y el bióxido de carbono, cada celemin (25.4 kg) de maíz fermentados en una planta de etanol producirá aproximadamente 10.2 litros de etanol, 8.2 kg de bióxido de carbono, y 8.2 kg de DDGS.

El estado de Kansas, en Estados Unidos, tiene actualmente siete plantas de etanol situadas en Atchison, Colwich, Russell, Campus, Ciudad del Jardín, Garnett y Leoti, produciendo sobre 170 millones de galones de etanol. Una tercera parte del grano que entra la producción del etanol sale como DDGS (Kansas Etanol, 2006).

Las plantas del etanol producen actualmente más de 3.8 millones de toneladas de DDGS anualmente. Antes de 2004, se estima que las plantas nuevas que vienen en línea aumentarán la producción a 9.5 millones de toneladas. Las plantas del etanol en Minnesota y Dakota del Sur solamente producen cerca de 25% del subproducto (Bernick, 2006).

2. Procesos de obtención

El proceso por el cual los DDGS es producido es absolutamente fácil de entender. Primero, se muele y se humedece el maíz, y una enzima se agrega al almidón para convertirlo en azúcar. El material entonces se calienta para eliminar microbios indeseados, y entonces una levadura se agrega para convertir el azúcar al alcohol. Después de la fermentación, el alcohol es quitado por la destilación y se secan los componentes restantes (Dale y Batal, 2005).

2.1. Proceso industrial

El proceso en sí consiste en convertir los almidones y azúcares de la materia prima inicial en etanol.

El proceso industrial consta de 5 fases:

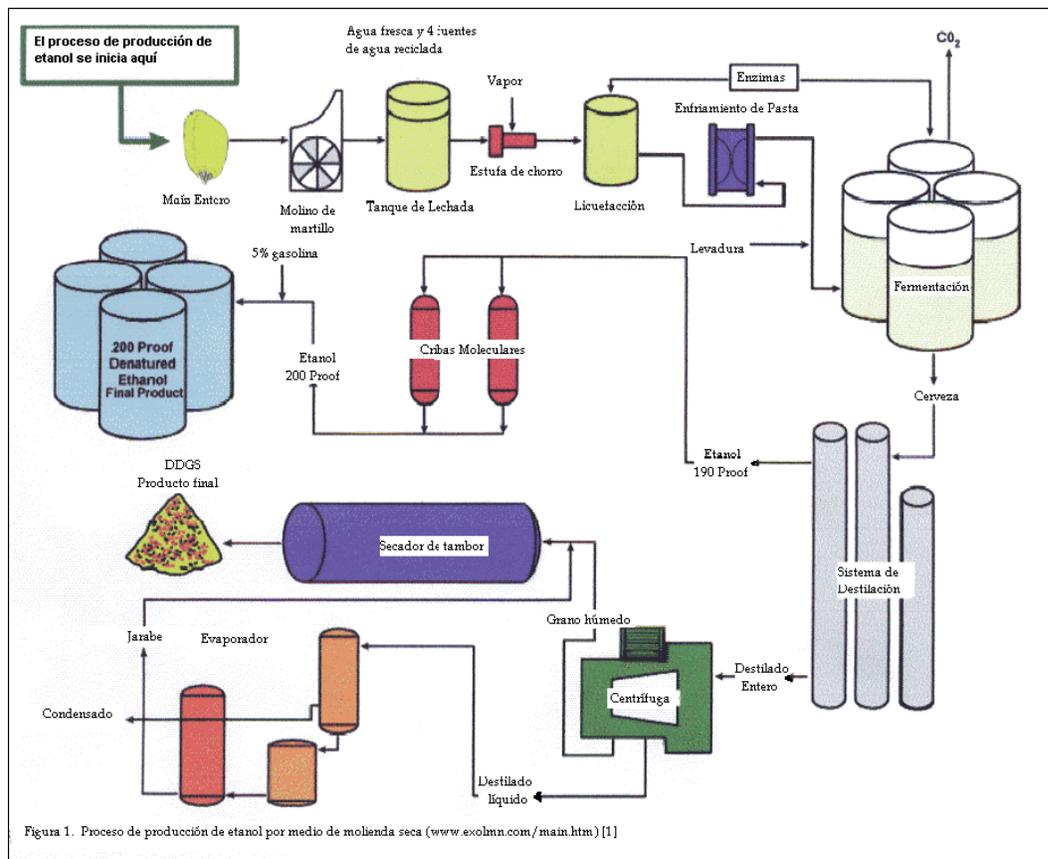
- 1) Selección, limpieza y molienda del grano;
- 2) Sacarificación o paso del almidón a glucosa mediante la utilización de levaduras apropiadas;

- 3) Fermentación de la glucosa para producir etanol (cada molécula de glucosa produce 2 moléculas de etanol y 2 de CO₂);
- 4) Destilación del etanol mediante proceso de vaporización por calentamiento, y
- 5) Recogida de los residuos y secado de los mismos con aire caliente hasta un 10-12% de humedad, para su posterior comercialización en forma de gránulo.

El proceso da lugar el subproducto; granos de destilería desecados con solubles (Blas *et al.*, 2003).

A continuación en la Figura 1 se presenta una ilustración del proceso de molienda seca en la producción de etanol. Durante éste proceso, la concentración de los nutrientes remanentes en el grano se incrementa por tres veces (Shurson *et al.*, 2004).

Figura1. Proceso de molienda seca en la producción de etanol.



3. Granos de destilería de maíz desecados con solubles de nueva generación

Los adelantos en tecnología y control de calidad del maíz que muelen, está resultando en DDGS diferentes a los que produjeron las plantas más viejas. En las plantas modernas de etanol, cada celemin (25.4 kg) de maíz que se fermenta produce cerca de 18 libras (8.1 kg) de DDGS. Los DDGS producidos por las plantas de etanol de hoy día es muy superior a éste producido en plantas más viejas. Una razón es que la nueva tecnología de secadores mejorados de las plantas de etanol se usan y funcionan en temperaturas más bajas para no quemar los granos de destilería de maíz desecados con solubles. Esto es importante para el uso en cerdos y las dietas en aves de corral, pero menos importante para los ganados. Eso es porque el recalentamiento reduce la digestibilidad del aminoácido, especialmente de lisina (Pork, 2003).

Estas plantas de etanol relativamente nuevas, cuentan con la más alta y moderna tecnología, diseño de ingeniería, tecnología de fermentación y proceso de secado en comparación con las plantas antiguas construidas en décadas anteriores. Aunque hay una considerable variación en el contenido y la digestibilidad de nutrientes entre las fuentes de los DDGS, varios trabajos de investigación han demostrado que los DDGS producidos en plantas de etanol de “nueva generación” tienen mayores niveles de nutrientes esenciales.

Los resultados de trabajos recientes indican que los DDGS de “nueva generación” tienen mayor energía digestible y metabolizable, así como mayor digestibilidad aparente de aminoácidos y mayor fósforo disponible.

Los DDGS de “nueva generación” son generalmente de un color dorado claro a un café claro y tienen un aroma fermentada dulce, en comparación con los DDGS de plantas de etanol que producen DDGS de color oscuro (Shurson et al., 2004).



Figura 2. Granos de destilería de maiz desecados con solubles (DDGS) de nueva generación

3.1. Relación entre oscuridad de una muestra de DDGS y su disponibilidad de aminoácidos

Algunos estudios indican claramente que las muestras oscuras de los DDGS tienen disponibilidad más baja del aminoácido que muestras más ligeras.

Figura 3. Tres muestras de granos de destilería de maíz desecados con solubles.



La muestra 1 es de color ligero, típico de muchas planta nuevas productoras de granos de destilería de maíz desecados con solubles (DDGS).

La muestra 2 es intermedia, mientras que la muestra 3 es oscura (todas las muestras fueron tomadas de envíos comerciales).

En la muestra ligera 1 se observó que tenía niveles satisfactorios de aminoácidos totales y disponibles. La muestra intermedia 2 había reducido algo los niveles de los aminoácidos disponibles, especialmente lisina, pero esta disminución no era severa. Sin embargo, la muestra oscura 3 tenía niveles extremadamente bajos del total de lisina y de la disponibilidad de lisina. Esto indica que una cantidad significativa de lisina había sido destruida durante el proceso (Dale y Batal, 2005).

Las plantas más viejas de etanol recalientan los DDGS, produciendo un producto marrón oscuro que es menos digestible y quita muchos de los nutrientes esenciales para las aves de corral y los cerdos. Este producto era utilizado exclusivamente en alimentaciones del rumiante. Por lo tanto el producto de nueva generación es marrón amarillento encendido, tiene una digestibilidad mejor y se puede por lo tanto incorporar en la alimentación del cerdo y de las aves de corral (Dunn, 2005).

3.2. La proteína y energía en los granos de destilería de nueva generación

Los DDGS presentan las siguientes características:

- Más del 30% de la materia seca;
- Una buena fuente de proteína no degradable (sobrepaso) en rumen;
- Una proteína de buena calidad aunque la lisina es el primer aminoácido limitante;
- La producción por las vacas lecheras alimentadas con granos de destilería es tan alta o más alta que cuando se alimenta con pasta de soya;

La energía en los granos de destilería de nueva generación:

- Presenta entre el 10 al 15% más alta previamente reportada para los DDGS;
- Más energía por libra que en el maíz;

- Reemplazan el almidón en el maíz con la fibra y la grasa altamente digestible en los granos de destilería puede disminuir los trastornos intestinales (Shannon, 2004).

4. Cualidades de los granos de destilería de maíz desecados con solubles

Los DDGS tienen una historia larga de ser un ingrediente prominente en la alimentación y puede ser utilizado en las raciones forrajeras para una variedad de ganado. A los rumiantes les proporcionan una fuente excelente de proteína de puente. Sin igual como ingrediente en las raciones para los ganados vacunos en crecimiento y finalización. Es fuente económica de energía, de aminoácidos y del fósforo disponible para los cerdos. Un ingrediente útil en una dieta correctamente equilibrada para los pavos y los pollos. se pueden también encontrar en las raciones para los caballos, y los perros ovejeros (Chippewa Valley Ethanol Company, LLC., 2006).

Otra de las cualidades de los DDGS, es que pueden sustituir el suplemento y la proteína del maíz, tienen un valor evidente de la energía igual al grano del maíz cuando alimentan a los ganados en los niveles que se extienden a partir de la 10% hasta el 20% de la materia seca de la ración total. También es sabroso y consumido fácilmente por los ganados, ya sea lechero o de carne (Kansas Ethanol, 2006).

Los granos de destilería del maíz constituyen un excelente alimento para el ganado. Suministra aproximadamente 10% más energía que el grano de maíz y aproximadamente 30% de proteína, 10% de lípidos y 1% de fósforo.

El contenido en nutrientes de algunos subproductos agrícolas se puede observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido en nutrientes de alimentos seleccionados.

	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

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 (García y Kalscheur, 2004).

4.1. Cualidades de los DDGS obtenidos de otros tipos de granos

En producción intensiva de carnes, el valor energético de la burlanda (DDGS obtenidos del sorgo) es equiparable al del grano de maíz entero, con aportes de proteínas 4 veces superior.

Resulta interesante destacar que la burlanda es bien consumida y bien aprovechada por equinos en confinamiento. Pero suelen no manejarse muchas opciones en ese campo.

El mejor aprovechamiento de la burlanda es como fuente de proteínas para terneros. Basado en su alto by-pass. Una apropiada combinación con urea puede igualar los resultados del afrecho (cáscara del grano desmenuzada por la molienda) de soja a muy bajo costo (Fenzo, 2006).

La semilla de cebada DDGS es aún más digestible que el maíz o mijo y expresando que satisface la inclusión en dietas de la acuicultura para sustituir una porción de la comida de pescados, pero como una alternativa mucho más costosa (AGRI-ETHANOL, 2005).

4.2. Cualidades al alimentar con granos de destilería de maíz desecados con solubles a los cerdos y a los rumiantes

Quizás una de la cualidad más importante de alimentar DDGS a los cerdos es su alto contenido disponible del fósforo. Es bien sabido que el maíz es relativamente bajo en fósforo (0.28%), y la disponibilidad relativa del fósforo es también baja (el 14%). Sin embargo, el contenido del fósforo de la nueva generación DDGS es 0.89% y la disponibilidad relativa del fósforo se aumenta hasta el 90% después de que el maíz haya pasado el proceso de fermentación (Shurson y Dominy., 2004).

Para los rumiantes los DDGS son una buena fuente de proteína de puente con un valor de alta energía para lactancia, crecimiento y finalización. Los DDGS pueden sustituir alrededor de la mitad del alimento del concentrado, que es equivalente a un máximo de 4.5 a 5.5 kg/vaca/día.

Sustituir una proporción significativa de los granos de destilería en los ganados lecheros da lugar a menudo a producciones crecientes de la leche, a acidosis reducida y a la rumia mejorada en vacas. Se considera que los DGS poseen un sabor agradable, mejora la salud ruminal y contiene 1.8 veces más valor cuando está comparado a la alimentación con soya.

El mejor uso de los granos de destilería para los ganados vacunos es como fuente de la proteína para los animales en crecimiento. Con ganado forrajero, el valor de los DDGS es igual o levemente superior al grano del maíz (Dunn, 2005).

5. Tipos de granos de destilería

Los granos de destilería han sido divididos en cuatro grupos:

1) Granos de destilería de maíz desecados, se obtienen después de extraer el alcohol etílico a través de la destilación de la fermentación de levaduras de un grano o una mezcla de granos separando la fracción de granos gruesos de los residuos sólidos enteros y secándola utilizando los métodos que se utilizan en la industria destiladora de granos.

2) Granos de destilería de maíz desecados /solubles (DDGS) es el producto que se obtiene después de extraer el alcohol etílico a través de la fermentación de levaduras de un grano o una mezcla de granos condensando y secando un mínimo de tres cuartos de los residuos sólidos enteros que resultan a través de métodos utilizados en la industria destiladora de granos.

3) Solubles de destilería condensados de maíz (CDS) es el producto que se obtiene después de extraer el alcohol etílico a través de la destilación de la fermentación de levaduras de un grano o una mezcla de granos, condensando la fracción de los residuos a un semi-sólido (Weigel *et al.*, 2006).

Solubles de destilería condensados de maíz (CDS) es un término que generalmente se utiliza para referirse a los co-productos evaporados de la industria de la fermentación del maíz. La mayoría del CDS se agrega a los granos desecados, pero algo está disponible como un ingrediente alimenticio líquido.

En base seca el CDS típicamente tiene 29% proteína, 9% grasa y 4% fibra. Los solubles son una fuente excelente de vitaminas y minerales, incluyendo el fósforo y potasio. CDS se puede desecar a 5% de humedad y se comercializa, pero generalmente el contenido de materia seca está entre 25-50%.

4) Granos de destilería húmedos (WDG) se pueden vender como alimento para el ganado o se pueden desecar en granos de destilería (DDDG). Si se agrega jarabe a los granos de destilería húmedos y si luego se secan, el producto resultante se refiere como DDGS (Iowa Corn, 2006).

5.1. Granos de destilería de maíz desecados con solubles obtenidos de otros tipos de granos (cebada, trigo, zahína y sorgo)

Los DDGS se producen actualmente sobre todo de maíz, alguno de la zahína en el sudoeste. En todos los DDGS se debe identificar y etiquetar por el grano entero predominante de el cual se hace, es decir el maíz DDGS, la zahína DDGS, u otros granos (trigo, cebada o centeno) (Distillers Grains, 2005).

Algunas plantas de etanol utilizan la zahína, la cebada y el trigo para hacer el etanol, y la composición alimenticia de los granos de destilería de maíz desecados con solubles producido de estas fuentes de grano es diferente que el maíz (Shurson y Dominy, 2004).

Los residuos de destilería de cebada y trigo incorporan toda la fibra del grano, el grano de cebada contiene entre un 10 y un 12% de cáscara cuyo valor nutritivo es similar al de la paja. Por ello, su valor energético es menor, especialmente en monogástricos.

Su principal aplicación está en dietas para todo tipo de rumiantes, así como conejos, caballos y cerdas gestantes, en función de su alto contenido en fibra.

Su uso en aves de carne y lechones viene limitado por su bajo contenido energético y por la calidad de su proteína. A este particular son más recomendables los residuos procedentes del trigo por su menor contenido en componentes fibrosos. Sin embargo, hay también una cantidad pequeña pero de aumento de los DDGS que se producen de la zahína (milo) (Blas *et al.*, 2003).

La “burlanda” (DDGS obtenidos del sorgo), son subproductos de la fermentación de granos para obtención de alcoholes finos, muy poco conocidos y difundidos en Chile. Se comercializan habitualmente peletizados. Los granos de destilación contienen todos entre 25 y 30% de proteínas de extraordinariamente alto “sobre-paso” (45 hasta 60%) 8-15% de materia grasa, alto contenido de fósforo y potasio (pobre en calcio) (Fenzo, 2006).

6. Métodos para la utilización y compra de DDGS

Como es el caso con cualquier materia prima, es de suma importancia entender bien los orígenes, la composición nutricional, y posibles problemas que pueden ocurrir con el uso de tales materias primas. Hay que tomar en cuenta todos estos factores para decidir si la composición y el costo de tales materias primas justifican su uso.

Puede haber variaciones significativas en fibra, mientras que el contenido del aceite es generalmente menos variable. Así, siempre que se reciba un envío de los DDGS es altamente recomendable evaluar por lo menos el contenido proteínico crudo antes de incorporar el material en las alimentaciones de los animales. Una vez que se haya determinado la proteína cruda, el área que debe ser una preocupación para los nutricionistas es de la de la disponibilidad del aminoácido.

En general, se ha encontrado que la disponibilidad de aminoácidos en DDGS parece ser extremadamente satisfactorio, y para disminuir solamente el del maíz mismo. Una cierta disminución sería prevista debido al efecto de secado en la disponibilidad de aminoácidos tales como lisina (Dale y Batal, 2005).

Durante el siglo pasado los productores de ganado han dependido en gran medida de cosechas de valor para alimentar a sus animales. Los granos de destilería del maíz constituyen un excelente alimento para el ganado. 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 (García y Kalscheur, 2004).

6.1 Variaciones más comunes en la calidad de los granos de destilería de maíz desecados con solubles y recomendaciones de compra

El tamaño de partícula, color, densidad y el análisis de nutrientes pueden variar ligeramente de planta a planta. La práctica de compra recomendada para optimizar la consistencia de los DDGS es comprarlos de una sola planta o plantas seleccionadas.

Los factores que se pueden tomar en cuenta incluyen:

a) El equipo que se utiliza para secar y la temperatura que se utiliza durante el secado. Los secadores de tambor producen un producto más granular mientras que el secador flash produce DDGS de partícula más fina. El tamaño de partícula resultante afectará la densidad.

b) La fuente del maíz y la proporción final de granos de destilería húmedos a solubles de destilería de maíz líquidos al entrar el secador puede afectar el análisis de nutrientes.

c) El color típico de los DDGS es generalmente en el rango de "dorado." Si el color es "café oscuro o más oscuro," sería una indicación que el proceso de secado sobrecalentó a los DDGS y disminuiría la digestibilidad de los aminoácidos (Iowa Corn, 2006).

Para que el ingrediente llegue a ser atractivo a los ganaderos y los nutricionistas depende de: Su costo concierne a otros ingredientes y de su composición de nutrientes. De interés particular para los nutricionistas está una cuantificación de la energía, de los aminoácidos, y de la disponibilidad metabolizables de estos aminoácidos en los DDGS.

Cuadro 2. Composición de aminoácidos de los granos de destilería de maíz desecados con solubles.

	Total del Aminoácido(%)	Disponibilidad	Coefficiente Disponible(%)
Lisina	0.85	0.75	0.64
Metionina	0.56	0.89	0.50
Cistina	0.62	0.75	0.47
Treonina	1.05	0.76	0.80
Arginina	1.25	0.84	1.05

(Dale, 2004)

7. Diferencias entre granos de destilería de maíz desecados con solubles, alimento de gluten de maíz y harina de gluten de maíz

1) Los DDGS es un co-producto del proceso de la molienda en seco.

2) El alimento de gluten de maíz es un co-producto del proceso de la molienda húmeda. Se define como la parte del maíz desgranado comercial que queda después

de la extracción de la parte más grande del almidón, gluten y germen por el procesamiento empleado en la molienda húmeda del almidón o jarabe de maíz (Iowa Corn, 2006).

Es un producto de proteína intermedio que es rico en fibra altamente digestible. Puede contener las extractivas de maíz condensadas. Este producto se vende tanto húmedo como desecado. El salvado y los elementos extractivos del maíz (a veces la harina de germen) se combinan y se desecan en un secador de tambor rotativo. El alimento de gluten de maíz desecado se peletiza para facilitar el manejo.

Típicamente se analiza en 21% proteína, 2.5% grasa y 8% fibra. El alimento de gluten de maíz húmedo (45% materia seca) se combina de igual manera pero no se seca. Es un producto perecedero dentro de 6-10 días y se debe de alimentar o almacenar en un ambiente anaerobio. Estos alimentos se utilizan ampliamente en alimentos completos para el ganado lechero y de carne, aves, cerdos y las mascotas (Iowa Corn, 2006).

3) La harina de gluten de maíz es amarilla-dorada y es principalmente gluten, la porción alta en proteína del grano de maíz. Tiene un balance de aminoácidos que lo hace valeroso en las raciones para aves y cerdos. También se utiliza como vehículo de nutrientes de alimentos líquidos (Iowa Corn, 2006).

La harina de gluten de maíz es un concentrado con un porcentaje de proteína de alrededor del 60% y, es una valiosa fuente de metionina utilizada para complementar otras harinas proteicas. Además, su alto contenido en xantófilas, lo hace muy valioso como elemento eficaz de pigmentación en alimentos para aves de corral.

Cuadro 3. Composición del alimento de gluten maíz y de la harina de gluten de maíz

	Alimento de gluten %	Harina de gluten de maíz %
Materia seca	87 - 90	90
Proteína	18 - 22	60
Grasa	2 - 5	2.5
Fibra	6 - 10	2.5
Cenizas	6.5 - 7.5	1.8
Xantófilas (mg/kg)	35	496

(SAGPYA, 2001).

8. Características de los granos de destilería de maíz desecados con solubles

Debido a la fermentación completa cercana del almidón, la proteína, la grasa, los minerales y las vitaminas restantes aumentan aproximadamente al triple en la concentración comparada a los niveles encontrados en maíz.

Contienen 25-30% de proteína cruda y 8-12% de grasa, el secado de DDGS disminuye la degradabilidad de la proteína mientras que aumenta el valor de la proteína de puente. La proteína de puente es la proteína que escapa en la digestión, y, consecuentemente, se digiere en la zona intestinal, similar a la de la urea. De acuerdo con valores de puente, la mezcla apropiada de, los granos de destilería desecados con solubles, y de la urea sería igual en valor a la alimentación con soja.

Además, son altos en fósforo y potasio y bajo en calcio. Algunas características adicionales de los DDGS son almidón bajo, fibra alta, proteína, tres veces mas que en el maíz, haciéndole un alimento de gran energía, además de minerales como potasio y disponibilidad del fósforo, del ácido linoleico, de metionina, de cistina y de vitamina E (Distillers Grains, 2006).

En general, concentran entre 2.2 y 3 veces el contenido en fibra, proteína, extracto etéreo y cenizas, en relación con el producto original. El contenido proteico es alto, en torno al 25%, pero es pobre en lisina (Blas *et al.*, 2003).

Aunque granos de destilería de maíz desecados con solubles (DDGS) contiene una cantidad significativa de fibra cruda (7 a 8%), también contiene una alta cantidad de grasa cruda (9 a 10%, como-alimento base) que da lugar a granos de destilería de maíz desecados con solubles, que contienen un valor de energía (3.965 kcal/kg; y/o 3.592 kcal/kg) caso iguales a éste encontrados en el maíz (3.961 kcal/kg; y/o, 3843 kcal/kg) sobre una base de materia seca (Shurson y Dominy, 2004).

Cuadro 4. Perfil nutricional de los granos de destilería de maíz desecados con solubles.

Elemento	%
Proteína	27.0
Aceite	9.5
Fibra cruda	9.0
Calcio	0.33
Fósforo, total	0.75
Fósforo, disponible	0.49
Sodio	0.10-0.45*
Energía metabolizable	(kcal/kg) 2810

(Dale y Batal, 2005)

8.1. Análisis de nutrientes de los granos de destilería de maíz desecado con solubles

Un método práctico para el análisis de nutrientes de granos de destilería de maíz desecados con solubles es que es aproximadamente tres veces más que el análisis de nutrientes del maíz.

En el siguiente cuadro se puede observar el análisis de nutrientes y su disposición, en donde se muestran los resultados de un muestreo de 10 plantas por un año con un total de 118 muestras.

Cuadro 5. Análisis de nutrientes de granos de destilería de maíz desecados con solubles.

Nutriente	88% Materia seca %	Nutriente	88% Materia seca %
Energía Metabolizable (kcal/lb.)	1500	Lisina total	0.73
Proteína cruda	26.6	Lisina digestible*	0.387
Grasa cruda	9.6	Treonina total	0.99
Fibra cruda	7.7	Treonina digestible*	0.545
Calcio	0.05	Triptofano total	0.21
Fósforo total	0.78	Triptofano digestible*	0.134
Fósforo disponible	0.67	Metionina total	0.48
Sodio	0.21	Metionina digestible*	0.283

(* Digestibilidad ileal aparente)

(Iowa Corn, 2006)

9. Especies animales que pueden utilizar los granos de destilería de maíz desecados con solubles

Los DDGS se emplea en la alimentación de todo tipo de animales, tanto rumiantes como monogástricos.

9.1. Ganado de carne

Los co-productos de destilería se han investigado y utilizado en los alimentos para ganado de carne por más de cinco décadas. Los beneficios principales de utilizar los granos de destilería son:

- Mejor condición ruminal.
- La cantidad de proteína de alta calidad que pasa por el rumen
- El efecto energético de la fibra
- Palatabilidad
- Seguridad
- Es una fuente excelente de los minerales esenciales principales, como potasio y fósforo

Los granos de destilería se pueden utilizar en los programas de crianza de ganado de reproducción. Debido a sus características únicas como proteína de sobrepaso, los granos de destilería deben utilizarse en las operaciones de ganado de reproducción. Las vacas de cría tienen requerimientos nutricionales semejantes a los requerimientos de una vaca lechera.

Los granos de destilería también se pueden utilizar como alimentos suplementarios para becerros en sistemas de alimentación en agostadero (potrero) Se obtienen buenos resultados con ganado en programas de recepción/iniciación cuando el alimento contiene granos de destilería.

9.2. Ganado lechero

Los co-productos de destilería son un ingrediente ideal para la vaca lechera alta productora en cuanto a los carbohidratos, proteína y aceite. Si se incorporan los granos de destilería en dietas altas en almidones, las vacas optimizarán los carbohidratos en la ración, y así estabilizarán el pH del rumen en el inicio de la lactancia, para la vaca alta productora. Esto mejora la salud ruminal y la productividad de la vaca. Los co-productos de destilería, cuando se utilizan en combinación con productos de proteína animal y/o grasas, mejorarán la palatabilidad de la ración. Está bien documentado que a las vacas les gusta el sabor de los co-productos de destilería.

9.3. Aves

Los co-productos de destilería son una excelente fuente de ácido linoleico, ácido grasoso esencial, y son balanceados con otros nutrientes que funcionan bien en las dietas de las reproductoras y gallinas ponedoras. Los co-productos de destilería son deficientes en lisina así que se debe tener una fuente de lisina disponible para balancear las raciones. El aminoácido limitante, para las aves es la metionina, la cual se requiere para el emplume; todos los co-productos de destilería son excelentes fuentes de metionina.

9.4. Cerdos

Los DDGS son un producto mediano en cuanto a su contenido de fibra pero tienen un alto contenido de aceite, lo cual permite su utilización en los alimentos para cerdos. Es una buena fuente de fósforo, pero bajo en calcio. También tiene una buena mezcla de otros minerales. Como es el caso con todos los co-productos derivados del maíz, son bajos en lisina y triptófano, así que generalmente se recomienda agregar lisina y triptofano suplementario, especialmente en las dietas porcinas en las etapas de crecimiento a engorde.

9.5. Acuicultura

Los co-productos de la fermentación del maíz para etanol han sido investigados recientemente como ingredientes para la utilización en dietas para las especies acuáticas. Los granos de destilería de maíz desecados con solubles (DDGS) son una fuente de proteína excelente sin factores antinutricionales en dietas de silurios, truchas y camarones de agua dulce. En todos los casos que se han investigado los co-productos de la destilería, la utilización de estos co-productos no afectó las propiedades organolépticas o la calidad de la carne.

9.6. Perros y caballos

La utilización de los DDGS en los alimentos para perros y caballos tiene muchas ventajas. Se ha realizado muy poca investigación sobre la utilización de granos de destilería de maíz desecados con solubles en los alimentos para gatos.

Los DDGS, con su excelente contenido de aceite y valor de fibra efectivo, son un excelente ingrediente para alimentos secos y extruídos (productos precocidos) para perros. Sobre todo para perros maduros que necesitan más fibra en su alimentación y para cachorros por su alto contenido de proteínas.

Los DDGS se pueden utilizar efectivamente en los alimentos para caballos. Con una inclusión de niveles de hasta el 10% de DDGS (Weigel *et al.*, 2006).

10. Utilización de granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación de diferentes especies animales

10.1. Recomendación de alimentación para ganado de carne y leche

Se recomienda a los ganaderos que alimenten con un máximo de aproximadamente el 20% de la MS de la ración con granos de destilería.

Con los consumos de alimento típicos de las vacas lactantes, esto representaría aproximadamente 4.5 a 5.5 kg de DDGS por vaca diariamente. Usualmente no hay problemas de palatabilidad.

Por ejemplo, con dietas que contienen 25% de la materia seca como el ensilaje de maíz, 25% como el heno alfalfa, y el 50% de la mezcla del concentrado, los DDGS probablemente pueden reemplazar la mayoría (si no toda) del suplemento de proteína como harina de soya y una cantidad significativa del maíz que normalmente estaría en la mezcla de granos.

En dietas que contengan proporciones mayores de ensilaje de maíz, cantidades aun más grandes se pueden utilizar. Sin embargo, la necesidad de algún otro suplemento de proteína, la calidad de la proteína, limitación de lisina, y la concentración de fósforo pueden ser factores que hay que tomar en cuenta.

En dietas que contengan proporciones mayores de alfalfa, es posible que se necesite menos granos de destilería de maíz desecados con solubles para suministrar la proteína requerida en la dieta, y de hecho es posible que la dieta no pueda utilizar tanto los DDGS. Cuando se alimenta con más de 20% de granos de destilería, es probable que uno alimente un exceso de proteína, al menos que los forrajes sean totalmente o la mayoría ensilaje de maíz y/o heno de pasto (Schingoethe, 2004).

Se recomienda utilizar niveles de hasta 35% en suplementos alimenticios para el ganado de carne (reproductores).

Los granos de destilería también se pueden utilizar como alimentos suplementarios para becerros en sistemas de alimentación en agostadero (potrero), y niveles de hasta 20% se pueden utilizar en programas de raciones suplementarias para ganado de carne.

Se obtienen buenos resultados con ganado en programas de recepción/iniciación

cuando el alimento contiene granos de destilería. Con sus calidades de proteína, propiedades que mejoran la palatabilidad y seguridad, los granos de destilería son un ingrediente excelente en este tipo de programas. Estos animales se someten a mucho estrés y necesitan ingredientes que estimulan la función ruminal. Se recomienda un nivel de inclusión de 20% de la dieta (Weigel *et al.*, 2006).

10.2. Recomendaciones de alimentación para aves

Los DDGS contribuyen proporcionando energía, proteína, aminoácidos y fósforo a las raciones para aves.

Niveles de inclusión máximos:

Pollos de engorda 10%

Pavos (crecimiento/finalización) 10%

Ponedoras 15%

Niveles más altos se pueden agregar pero requerirán ajustes más cuidadosos de niveles de aminoácidos y energía (Noll, 2006).

10.3. El uso de los granos de destilería de maíz desecados con solubles en gallinas ponedoras

En una investigación conducida para probar el uso de granos de destilería de maíz desecados con solubles en dietas de gallina ponedora. Se usaron gallinas ponedoras Hy-line para probar un nivel elevado de la inclusión de DDGS que se pueda incorporar en las dietas. Las gallinas fueron alimentadas con una dieta comercial o de baja densidad formulada para contener 0 a 15% DDGS por 25 a 43 semanas de edad.

En este estudio no se observó ningunas diferencias en la mayoría de parámetros evaluados entre las gallinas alimentadas al 0% o el 15% de los DDGS.

Las gallinas alimentadas con la dieta comercial con el 15% tenían numéricamente más bajo producción de huevo a 32 semanas de edad, pero ésta estadística no era significativa. Los DDGS demostraron ser un ingrediente aceptable de alimentación para las dietas de la gallina ponedora. Un nivel máximo sugerido es la inclusión de 10 hasta el 12%, basado en estos datos e investigación anterior, se puede utilizar en dietas comerciales, pero se especula que se debe incorporar en niveles más bajos en las dietas de baja densidad (Lumpkins *et al.*, 2005).

10.4. Recomendaciones alimenticias y ejemplos de dietas para cerdos

Solo deben utilizarse DDGS de alta calidad en dietas para cerdos. En una investigación en la Universidad de Minnesota se demostró que los DGS, producidos por plantas de etanol, pequeñas y relativamente nuevas tanto de Minnesota como de Dakota del Sur, son de muy alta calidad y constituyen un excelente sustituto parcial para el maíz, pasta de soya y fosfato dicálcico en los programas de alimentación de cerdos.

Los máximos rangos de inclusión recomendados para utilizar DDGS en dietas para cerdos basado en estudios de investigación llevados a cabo en la Universidad de Minnesota, son las siguientes:

Cuadro 6. Máximos rangos de inclusión recomendados para utilizar DDGS en dietas para cerdos

Fase Productiva	% Máximo en la Dieta
Lechones al destete	(6.8kg) 25%
Cerdos Crecimiento- Finalización	20%
Cerdas en Desarrollo	20%
Cerdas en Gestación	50%
Cerdas en Lactancia	20%
Sementales	50%

Estas recomendaciones están hechas asumiendo que los DDGS utilizados son de alta calidad y libres de micotoxinas. Las dietas de lechones destetados con 25% de DDGS pueden soportar crecimientos semejantes a cerdos en crecimiento consumiendo dietas a base de maíz- pasta de soya y considerando que las dietas son formuladas con base en aminoácidos digestibles y fósforo disponible.

De manera similar, las dietas para cerdos en crecimiento-finalización y para cerdas en desarrollo conteniendo niveles de hasta 30% de DDGS, deben de permitir un comportamiento de crecimiento similar al obtenido con cerdos consumiendo dietas a base de maíz- pasta de soya, siempre y cuando sean formuladas basándose en aminoácidos digestibles y fósforo disponible.

Sin embargo, al cambiar a las cerdas de una dieta a base de maíz-pasta de soya a una dieta con DDGS, se deben formular la dietas para que contengan 20% de DDGS y posteriormente ir incrementando los niveles de inclusión con cada lote nuevo de alimento que se haga para permitir a las cerdas cierto período de adaptación y evitar una posible reducción en el consumo de alimento.

De manera similar, cuando se cambia una dieta con maíz-pasta de soya a una con DDGS para cerdas en lactancia, se inicia con niveles de inclusión del 10% para permitir que la cerda se adapte (5 a 7 días de adaptación aproximadamente) antes de proporcionar los niveles máximos recomendados.

Los DDGS alcanzan un desarrollo y comportamiento óptimo, particularmente cuando se adiciona más del 10% a cualquier dieta para cerdos.

10.4.1. Consumo de alimento

Se ha demostrado que al alimentar cerdos destetados y en etapa de crecimiento-finalización con 25 a 30% de DDGS a partir de una fuente de buena calidad, no tiene efectos negativos sobre el consumo de alimento (Shurson y Spiehs, 2006).

10.5. Recomendaciones de alimentación para peces, perros y caballos

Investigaciones realizadas por la Universidad de Kentucky demuestran que una dieta con fuentes de proteína exclusivamente de plantas (DDGS y pasta de soya) puede reemplazar totalmente la harina de pescado costosa en las dietas del siluro y la inclusión de hasta 4% de DDGS se pueden utilizar en los alimentos para camarones de agua dulce.

Los DDGS se pueden utilizar en las dietas de trucha de lago hasta un nivel de 8% sin ningún efecto perjudicial.

Los DDGS son muy palatables para los perros. Esta demostrado que hasta 10% de DDGS se puede incluir en los alimentos para cachorros.

Los DDGS también tienen un efecto positivo en las dietas de los perros maduros (adultos) que se han mantenido en un estado inactivo debido a su alto contenido de fibra.

Los DDGS se pueden utilizar efectivamente en los alimentos para caballos. Los estudios demuestran que la inclusión de niveles de hasta el 10% no tuvo ningún efecto en la palatabilidad al administrar alimentos peletizados.

En este estudio, la inclusión de DDGS a razón de 20% incrementó el consumo de alimento. Se puede deducir que los DDGS pueden incorporarse en los alimentos para caballos hasta un nivel de inclusión del 20% (Weigel *et al.*, 2005).

11. Restricciones en la utilización de los granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación animal

Los DDGS no se deben utilizar en dietas tempranas al destete debido a su alto contenido de fibra. Sin embargo, produce un funcionamiento excelente en cerdos de

cerca de 7 kilos para finalizar el peso, así como para puercas durante la gestación y la lactancia.

Se pueden alcanzar funcionamientos excelente usando los DDGS, sin embargo, al alimentar a puercas en una dieta que contenga altos niveles de DDGS (mayor de 20%), es recomendable comenzar alimentando al 10% antes de aumentar a tarifas más altas en la inclusión de DDGS. Esto permite que las cerdas se ajusten al ingrediente nuevo.

Si el maíz usado en la fabricación del etanol y de los DDGS fue sembrado en un área con aflatoxina, vomitoxin, zearalenone u otras micotoxinas, es recomendable limitar la inclusión a 10% o menos de la dieta total para evitar el riesgo de un funcionamiento reducido (Pork, 2003).

El nivel de inclusión de los co-productos de destilería en la mayoría de las raciones de ganado resultará en la sobrealimentación del fósforo. Será necesario desarrollar un plan para el manejo del estiércol para controlar el fósforo excesivo.

Si se alimentan altos niveles de los co-productos, existen problemas potenciales que resultan de la sobrealimentación de proteína.

Debido a que estos co-productos son deficientes en calcio, se debe suplementar el calcio para equilibrar la proporción de calcio a fósforo para prevenir la incidencia de cálculos renales ocasionados por un alto nivel de fósforo.

El precio de los co-productos puede limitar el nivel de inclusión en las raciones de ganado. Sin embargo los beneficios adicionales que se podrían derivar de la alimentación de los co-productos pueden justificar un precio mayor que el precio calculado en base en el contenido de nutrientes (Trenkle, 2006).

12. Recomendaciones o precauciones para el manejo y almacenamiento de los granos de destilería de maíz desecados con solubles

Generalmente, los DDGS tendrán un contenido de humedad de aproximadamente 12% o menos. Por esto, cuando se almacena adecuadamente se mantendrá la calidad, al igual que cualquier otra proteína o ingredientes de granos utilizados en la formulación de las dietas.

Agentes de fluidez se pueden utilizar para mejorar la fluidez de DDGS, especialmente si es de un tamaño de partícula más fino o contiene humedad excesiva.

Los DDGS adecuadamente procesado y almacenado no requiere la utilización de antioxidantes o inhibidores de moho (Iowa Corn, 2006).

Otra posibilidad en el manejo es peletear los granos de destilería secos con pulpa seca de remolacha ó cáscaras de soya.

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 (García y Kalscheur, 2004).

13. Granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación animal y su valor agregado

Algunos estudios en aves de corral sugieren que los DDGS pueden contener los factores del crecimiento que realzan crecimiento, la reproducción, y el producto de la alimentación. Otros investigadores observaron mejoras del tamaño de la camada de cerdos, y la supervivencia en puercas con una dieta que contenía 5 por ciento de

DDGS, comparado con las puerkas alimentadas con una dieta estándar (Rourke., 2002).

Otros valores adicionales corroboran que, los DDGS contienen cerca de 20 veces el fósforo disponible en maíz. Esto reduce la necesidad de suplir el fósforo en la dieta, y reduce substancialmente el fósforo excretado en abono. No afecta al contrario la calidad del aire en instalaciones de los cerdos en confinamiento (Pork, 2003).

Algunas investigaciones indican que de 5% hasta el 10% en dietas en de cerdos en crecimiento- finalización ayudan a reducir al mínimo los problemas de la mortalidad y del crecimiento que provienen de ileitis (Enteropatía proliferativa intestinal), una enfermedad gastrointestinal de los cerdos que no se previene con el uso de antibióticos subterapéuticos. Se dice que hay algunos compuestos especiales en las paredes de la célula de la levadura que tienen actividad biológica. Pueden realzar el sistema inmune y promover el crecimiento y la reproducción (Bernick, 2006).

14. Países que utilizan granos de destilería de maíz desecados con solubles

La industria del etanol como combustible encuentra su máximo desarrollo en dos países, Brasil y Estados Unidos. El 65.5% de la producción mundial de etanol le corresponde a América. Brasil 37.9% y los Estados Unidos 24.1%, seguida por la región de Asia/pacífico con 19.6%, Europa con 13.2% y África que solo produce 1.7%.

En el caso de Brasil la obtención de etanol parte de la caña de azúcar, en tanto en Estados Unidos el 98% de la producción de etanol producido proviene del maíz.

En España se encuentran en producción dos plantas donde el etanol se obtiene de cereales, una con una capacidad de producción de 142 millones de litros/año, la segunda dispone de una capacidad de 168 millones de litros por año. Suecia,

produjo en el 2003, 50 millones de litros de etanol apartir de cereales (Vergagni, 2004).

También en Chile producen la “urlanda”, o granos de destilería desecados con solubles (DDGS) obtenidos del sorgo. Que son subproductos de la fermentación de granos para obtención de alcoholes finos, muy poco conocidos y difundidos en ese país (Fenzo, 2006).

14.1. Mercado de exportación

Europa ha sido el principal mercado de exportación (842,000 toneladas métricas en el 2002) para los granos de destilería de maíz desecados con solubles producidos en Estados Unidos.

En el 2002, los principales importadores de éste producto norteamericano fueron: Irlanda (298,000 TM), Dinamarca (106,000TM), Reino Unido (87,000TM), España (75,000 TM) y Portugal (74,000 TM) (Shurson *et al.*, 2004).

Estados Unidos ve a México como su principal mercado potencial en insumos nuevos para el campo. Para el caso de los llamados "granos secos de destilería con solubles" (CANAMI, 2004).

15. Importancia o beneficios en la utilización de granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación animal

El contenido de fósforo altamente disponible de los DDGS, reduce la cantidad de suplemento inorgánico necesaria en la dieta y al mismo tiempo se reduce la salida de P en las excretas.

El proporcionar DDGS a cerdos en crecimiento- finalización puede reducir la incidencia, severidad y tiempo de las lesiones causadas por la enteropatía

proliferativa hemorrágica durante un reto moderado de la enfermedad, pero no así en casos de retos muy severos.

Otras ventajas para incluir granos de destilería en raciones de los cerdos son:

1. Concentrado de proteína alto de maíz (proteína cruda 28-30%) y el costo más bajo sobre base de la proteína.
2. Reemplazo posible para una comida de soja tasada más alta, típicamente la 1/2 del precio.
3. El producto de la fermentación de levadura que contiene 3 - 5% de las células de la levadura que proporcionan las vitaminas B, promueve sabor agradable y aumentó el consumo de alimentación.
4. Sobre disponibilidad del fósforo del 80%, por lo tanto proporciona los requisitos del fósforo y puede reducir perceptiblemente costos de fosfato dicálcico en las raciones.
5. los estudios de la Universidad de Minnesota ha indicado algunas ventajas en la reducción de las lesiones intestinales de la ileitis iguales al uso actual de antibióticos.

La ventaja más importante de alimentar con DDGS es su potencial para reducir el costo de la ración. Substituyendo porciones de alimentación con soja costosa, el maíz y el fosfato dicálcico por DDGS (Distillers Grains, 2005).

Investigaciones recientes de la Universidad de Minnesota han comprobado que el alimentar con altos niveles de DDGS en la etapa de gestación y/o lactancia en un ciclo reproductivo anterior, aumenta el número de lechones destetados por camada en el siguiente ciclo reproductivo comparado con hembras alimentadas con raciones típicas de maíz y pasta de soya.

Los DDGS contienen 0.70% fósforo disponible, lo cual es 18 veces más que el fósforo disponible en el maíz (0.04%). Esto significa que el cerdo digiere y absorbe fósforo natural mejor que el fósforo en el maíz y la pasta de soya. El resultado final es menos necesidad de suplementar el fósforo y una reducción en la excreción del fósforo en el estiércol (Shurson, 2006).

16. Importancia económica para el productor en la utilización de granos de destilería de maíz desecados con solubles en la alimentación animal

El precio del pasto forrajero ha sido y continúa aumentando. Esto puede ser económicamente desafiador para los productores. Por la situación tradicional de suplementación de forraje con granos de cereal.

Sin embargo, el almidón en granos de cereal puede ser problemático en altas dietas del forraje. El almidón puede afectar negativamente digestibilidad y la utilización del forraje, y por lo tanto puede tener efectos negativos en el animal.

Además de ser económicamente atractivos, los DDGS son una buena fuente de suplemento debido a la alta energía y al contenido proteínico (Morris *et al.*, 2005).

En plantas modernas de hoy del etanol, cada celemin (25.4 kg) de maíz que se fermenta produce cerca de 8.1 kg de DDGS Y el producto puede sustituir una alimentación con soja, maíz y fósforo dicálcico en la mayoría de las dietas de cerdos (Pork, 2003).

Por ejemplo, en una tonelada de alimento completo, el agregar 90.8 kg de granos de destilería de maíz desecados con solubles y 1.36 kg de cal a una ración de finalización reemplazará aproximadamente:

80.3 kg de maíz
9 kg de pasta de soya 44%
2.7 kg de fosfato dicálcico
(Shurson ,2006)

En los pagos corrientes, esto asciende a los ahorros en alimento-costo de cerca de 60 centavos por tonelada de alimentación completa en una cantidad de inclusión del 10% , o a \$ 1.20 por tonelada en una cantidad de 20%.

Se ha comprobado que se puede ahorrar cerca de \$ 1.20 por tonelada en la alimentación del cerdo substituyendo la parte del maíz, de la comida de soya y del fosfato dicálcico por 185.6 kg de DDGS valorado en \$ 85 por tonelada.

Usar 90.8 kg de granos de destilería de maíz desecados con solubles (DDGS) por tonelada de alimentación completa ahorraría cerca de 60 centavos por tonelada en la alimentación completa. Si se asume que un cerdo de crecimiento/finalización (27 a 127 kg) que tiene una conversión de la alimentación 3.0, consumiría 300 kg. Eso igualaría ahorros en alimento-costo de 20 centavos a 40 centavos en cerdo vendido, dependiendo de la tarifa de la inclusión de DDGS en la dieta (Pork, 2003).

17. ¿Existen problemas en la alimentación animal con la utilización de granos de destilería de maíz desecados con solubles?

En algunos estudios conducidos en la Universidad de Georgia, fue encontrado que los pollos de engorda y las gallinas ponedoras pueden utilizar fácilmente el 10% de DDGS, aunque niveles algo más bajos se recomiendan para el período de inicio. No hay problemas inherentes con los DDGS, como pudo ser el caso con los compuestos tóxicos de la semilla de algodón inhibidores de la comida o dentro del proceso de la soya (Dale y Batal, 2005).

No obstante, su inclusión a niveles elevados en dietas de ganado bovino puede alterar la fermentación ruminal de la fibra por su alto contenido en grasa insaturada. La adición de sales cálcicas, sódicas o ácido fosfórico para ajustar el pH, a fin de favorecer el rendimiento del proceso, es frecuentemente lo que modifica el nivel en estos minerales del producto final.

Otros factores que limitan su uso son su alto contenido en grasa insaturada, por su efecto negativo sobre la calidad de la canal, y un aumento de la proporción de huevos sucios, a niveles altos de inclusión, en gallinas ponedoras (De Blas, 2003).

También, 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 causa deficiencia de vitamina B1 (tiamina) que resulta en desórdenes del sistema nervioso (García y Kalscheur, 2004).

CONCLUSIONES

Los granos de destilería de maíz desecados con solubles, es el producto que se obtiene mediante la utilización de mezclas de la destilería, convirtiendo los granos enteros en almidón y a su vez este en etanol, dejando como residuos, enzimas y levaduras que quedan del etanol.

Ante los escenarios actuales mundiales, el sector agroalimentario juega un papel fundamental en la cadena alimenticia del hombre.

La utilización de productos de destilería como los granos de maíz desecados, representan una buena alternativa, a su vez, en el aprovechamiento de la alimentación y nutrición de diferentes especies animales.

La utilización de los granos de destilería de maíz, da como resultado aprovechar al máximo el valor nutritivo de los granos, al obtener de ellos una concentración triplicada en sus contenidos de proteína, grasa, fibra y otros elementos nutritivos.

Al utilizar los granos de destilería de maíz se obtienen algunos beneficios adicionales para los animales como son :

- ❖ Realzar el crecimiento y la reproducción en aves
- ❖ Puede evitar algunas enfermedades gastrointestinales en los lechones
- ❖ Se reduce la excreción de fósforo en el excremento
- ❖ Ganancias de peso significativo en los animales , gran palatabilidad y buena fuente de proteína para los rumiantes, entre otras muchas cosas.

Al poder potenciar el valor nutritivo de los granos, mediante las técnicas empleadas en la destilería, coadyuvarán en la reducción de la utilización de otros productos para

la alimentación animal, permitiendo además, una reducción en los costos de producción y favoreciendo la economía de la explotación, ya que el concepto de alimentación en sistemas intensivos pudiera ascender alrededor del 80% de los costos productivos.

Sin embargo, uno de los hechos más significativos mediante la utilización de los granos de destilería, es la utilización de productos que no afecten el medio ambiente, la salud animal y la salud pública.

Por eso más que nada, representa una alternativa la utilización de las técnicas de destilería en los granos, pudiéndose considerar como una técnica vigente, relevante y pertinente que requiere ser profundizada en su estudio en nuestro país, por parte de las instituciones educativas, institutos de investigación, nutricionistas, ganaderos y principalmente mediante el entendimiento y el fomento en su utilización para la alimentación del ganado por parte de las autoridades oficiales.

BIBLIOGRAFÍA

AGRI-ETHANOL. 2005. Distillers Dried Grains [en línea] AEPNC.http://www.aepnc.com/product_02.html [consulta: 14 enero 2006].

Allen Trenkle. 2006. El valor nutritivo de los co-productos de plantas de etanol de molienda en seco [en línea] Iowa State University http://www.iowacorn.org/forms/nutritionvalue_coproducts.pdf [consulta:18 enero 2006].

Bernick J. 2003. ¡Yum Yum! [en línea] The homepage of agriculture AgWeb. coma division of Farm Journal, Inc. http://www.agweb.com/get_article.Asp?pageid=95729&newscat=GN. [consulta:21 enero 2006].

Blas, C. G. Mateos G., y Rebollar P. G. 2003. DDGS de cebada [en línea] Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos.2ª ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 423 p. p. http://www.etsia.upm.es/fedna/subp_cereales/ddgs_cebada.htm. [consulta:8 enero 2006] FEDNA.

CANAMI. 2004. Tiene Estados Unidos a México como mercado potencial de insumos agrícolas [en línea] Cámara Nacional del Maíz Industrializado. Noticias de la Canami. México, D. F. http://www.cnmaiz.org.mx/boletin/archives/2004_10.html [consulta:19 enero 2006].

Chippewa Valley Ethanol Company, LLC. 2006. Distiller's Dried Grains & Solubles (DDGS) [en línea] If you have any questions feel free to contact Kelly at CVEC. |270 20th St. NW Benson MN 56215 |.<http://www.cvec.com/ddgs.htm> [consulta:13 enero 2006].

- Dale N. y Batal A. 2005. Distiller's Grains: Focusing On Quality Control [en línea] Poultry Science Department, The University of Georgia Athens, GA 30602. University of Georgia Egg Industry. <http://www.ncga.com/livestock/http://www.ncga.com/livestock/PDFs/DDGS.pdf> [consulta:8 enero 2006].
- Dale N. M. 2004. Una comprensión mejor del valor alimenticio de DDGS. [en línea] [en línea] Poultry Science.Universida de Georgia, Ciencias de las aves de corral.<http://www.thepoultrysite.com/FeaturedArticle/FATopic.asp?AREA=Nutrition&Display=148> [consulta:8 enero 2006]
- Distillers grains. 2006. Swine distillers dried grains with solubles (DDGS). [en línea] Distillers Grains Technology Council, University of Louisville, Lutz Hall Room 435,Louisville, Kentucky (Fax) http://www.distillersgrains.org/files/feedsource/swine_brochure.pdf [consulta:3 enero 2006].
- Dunn L. 2005. The value of DDGS to the formal feedindustry in South Africa [en línea] Senwesko Feeds,P.O. Box 52,Viljoenskroon, 9520. http://www.afma.co.za/AFMA_Template/des_05/The%20value%20of%20DDGS%20to%20the%20formal%20feed%20industry%20in%20South%20Africa.pdf[consulta:10 enero 2006].
- Fenzo.R. 2006. DPA.subproductos industriales para alimentación de bovinos. [enlínea]robertof@idal.cl.<http://www.tattersall.cl/revista/REV175/ganado.htm> [consulta:14 enero 2006].
- García A. D. y Kalscheur K.F. 2004. Ensilaje de granos de destilería con otros alimentos [en línea] College of Agriculture & Biological Sciences / South Dakota State University / USDA, ExEx4029S Dairy Science Department June 2004. <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/exex4029s.pdf> [consulta: 4 enero 2006].

IOWA CORN. 2006. Etanol y granos de destilería [en línea] Iowa Corn Promotion Board/Iowa Corn Growers Association. All rights reserved. http://www.iowacorn.org/ethanol/ethanol_12_esp.html [consulta:3 enero 2006].

IOWA CORN.2006. Los co-productos de la industria de la molienda húmeda [en línea] Iowa Corn Promotion Board/Iowa Corn Growers Association. All Rights Reserved.http://www.iowacorn.org/ethanol/ethanol_11_esp.html [consulta:21 enero 2006].

Kansas Ethanol. 2006. DDGS. Valuable ethanol co-product/Valued livestock feed [en línea] KANSAS ETHANOL Clean fuel from Kansas farm. <http://www.ksgrains.com/ethanol/ddgs.html> [consulta:4 enero 2006].

Lumpkins, B., Batal, A. y Dale N. 2005. Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets [en línea] Poultry Science Department, 208 Poultry Science Building, University of Georgia, Athens, Georgia 30602-2772 . Primary Audience: Nutritionists, Researchers . Key words: distillers dried grains plus solubles, laying hen, egg quality, egg production Journal of Applied Poultry Research 14:25-31 <http://www.poultryscience.org/japr/abs/05/r0510025.htm> [consulta:17 enero 2006].

Morris S, Jim Mac-Donald J., Adams D. y Klopfenstein T. 2005. Can Distillers Grains Replace Forage? [en línea] University of Nebraska Lincoln Center for Grasslands Studies. Department of Animal Science, UNL Volume 11, No.2.<http://www.grassland.unl.edu/spring05.pdf>[consulta: 21 enero 2006]

Noll S. 2006. Las ventajas de utilizar granos de destilería de maíz desecados con solubles en las raciones para aves [en línea] Dept. of Animal Science, University of Minnesota 1364 Eckles Ave.; St. Paul, MN 55108. http://www.iowacorn.org/forms/CDDG_Poultry.pdf [consulta:15 enero 2006].

O'Rourke K. 2002. Natural antimicrobials look promising [en línea] Journal of the American Veterinary Medical Association.<http://www.avma.org/onlnews/Javea/sep02/020915q.asp> [consulta:18 enero 2006].

PORK. 2003. New-Generation DDGS: A Cost-Effective Corn Replacer [en línea] HOME | BACK TO TOP. 2006 Vance Publishing Corp. Food360° Our PrivacyPolicy | http://www.porkmag.com/news_editorial.asp?pgID=728&ed_id=1815& [consulta:8 enero 2006]

SAGPYA. 2001. Proceso Industrial de Molienda Húmeda [en línea] <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/prensa/publicaciones/aceite%20de%20maiz/proceso.PDF>) [consulta:22 enero 2006].

Shannon. 2004. Las ventajas de utilizar granos de destilería de maíz desecados con solubles en las raciones para el ganado lechero[en línea] Web site/DG Section/Dairy.doc. http://www.iowacorn.org/forms/CDDG_Dairy.pdf [consulta:13 enero 2006.]

Schingoethe D. J. 2004. Granos de destilería para ganado lechero[en línea] Dairy Science Department South Dakota State University. Presentado en Iowa Regional Distillers Grains Workshops, Calmar, Waverly, y Cherokee. http://www.iowacorn.org/forms/DG_DairyCattle.pdf [consulta:15 enero 2006].

Shurson J. 2006. Las ventajas de utilizar granos de destilería de maíz desecados con solubles en las raciones para cerdos [en línea] Dept. of Animal Science University of Minnesota.http://www.iowacorn.org/forms/CDDG_Swine.pdf . [consulta:19 enero 2006].

Shurson J. and Spiehs M. 2006. Feeding Recommendations and Example Diets Containing Minnesota-South Dakota Produced DDGS for Swine [en línea] Department of Animal Science University of Minnesota, St. Paul .Use Only High Quality DDGS in Swine Diets. <http://www.ddgs.umn.edu/feeding-swine/exampleswinediets-revised.pdf> [consulta: 17 enero 2006].

Shurson G. , Spiehs M. y Whitney M. 2004. the use of maize distiller's dried grain whit solubles in pig diet. [en línea] animalscience.com reviews no. 9 pigs news and information. Department of Animal Science, University of Minnesota, St. Paul, USA. [http://www.ddgs.umn.edu/articles-swine/2004-Shurson-%20Pig%20News%2025\(2\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/articles-swine/2004-Shurson-%20Pig%20News%2025(2).pdf) [consulta: 10 enero 2006].

Shurson G. y Fraser D. S. 2004. The "new generation" of distiller's dried grains Higher nutrient value makes "new generation" DDGS an exciting ingredient that can be a cost effective partial replacement for maize, soybean meal, and dicalcium phosphate in swine feeding programs [en línea] World Grain;: Feed Operations;:64 <http://am.sosland.com/Repository/ml.asp?Ref=V0cvMjAwNC8wNC8wMSNBcjA2NDAw> [consulta: 15 enero 2006].

Vergagni, G. A. 2004. La industria del etanol a partir del maíz. ¿ Es factible su desarrollo en Argentina ? [en línea] V & A Desarrollos empresarios. <http://www.maizar.org.ar/files/Etanol1.pdf> [consulta: 18 enero 2006].

Weigel J. C, Loy D, Kilmer L. 2006. Los co-productos alimenticios derivados del proceso de la molienda en seco del maíz [en línea] Departamento de Ciencias Animales Iowa State University. http://www.grains.org/galleries/technical_publications/Spanish_Feed_Co-Products_Final.pdf [consulta: 14 enero 2006].