

Informe para: El Programa unida de retención de ventas de sorgo como cuota sindical
(The United Sorghum Check Off Program)

Título del proyecto: Uso de grano de sorgo en alimentos para aves: Estrategias de formulación, requisitos de procesamiento y valor nutricional para la alimentación de pollos de engorda, gallinas ponedoras y pavos.

Resumen:

La literatura científica necesaria para cumplir con los objetivos generales de este proyecto es muy limitada en muchas áreas. Aun cuando se tienen muchos datos *antes* de la última actualización de los Requisitos Nutricionales de Aves de Corral en 1994, no se han publicado los proyectos de investigación relacionados con el sorgo que se han reproducido e investigado totalmente. Si se utilizaron datos anteriores o se incluyeron datos de otras fuentes de países que hayan usado variedades anteriores de sorgo, los datos finales de este informe sólo serían una revisión reciente de los datos anteriores, lo cual puede confundir a los lectores. Consideramos que el objetivo de este informe fue proporcionar a los usuarios potenciales de sorgo información actualizada para que puedan valorar plenamente el sorgo en comparación con otros cereales y tener la oportunidad de fijar de manera favorable los precios para dar al sorgo una segunda opción.

1. Esta revisión no incluye los datos anteriores o aquellos en los que se utilizan variedades anteriores y sólo se centran en datos significativos publicados recientemente.
2. No se incluyeron nuevas investigaciones de países que tienen sorgo conteniendo cantidades importantes de tanino.
3. Es impresionante la escasa investigación disponible en EE.UU. sobre el sorgo, aunque es comprensible porque no se ha utilizado el sorgo en gran medida en las raciones para aves de corral en EE.UU.. Aún así, somos el mayor productor y exportador de sorgo y se le debe prestar atención.
4. La investigación relacionada con sorgo DDGS para pollos de engorda o de cualquier otro tipo de aves de corral es casi nula.
5. Si intentamos separar las publicaciones para las aves de producción de huevos, pollos de engorda y pavos no habría suficiente información de gallinas ponedoras y pavos para completar cualquier tipo de publicación. Lamentablemente, la información sobre los pavos es insuficiente y hay pocos datos recientes de EE.UU. y otros países que cultivan sorgo no crían mucho pavos por lo que no necesita mucha investigación.
6. Este informe se debe considerar un documento vivo, es decir, se debe actualizar con nuevos datos conforme se reciban, a fin de cubrir las áreas más débiles. Por ejemplo, se necesita una tabla actualizada de los valores energéticos del sorgo para aves de corral, la biodisponibilidad de los aminoácidos, la biodisponibilidad de minerales esenciales como el fósforo, etc., para las aves de corral, pero no hay datos suficientes y confiables para conjuntar algo significativo.

Presentado por: Dr. Scott Beyer
Especialista en Aves de Corral
Department of Animal Sciences and Industry, Kansas State University
130 Call Hall
Manhattan, KS 66506-1600, 785-532-1201, sbeyer@ksu.edu

Valor alimenticio del sorgo de grano para aves de corral: Contenido de nutrientes y requisitos de procesamiento del alimento

Introducción

Todo tipo de aves de corral requieren de una dieta conteniendo un alto porcentaje de granos que provean en la ración proteína y energía. Los principales granos utilizados en las raciones para aves de corral en el mundo incluyen maíz, trigo, cebada, arroz y sorgo. El sorgo de grano se produce en cantidades mucho más pequeñas que el maíz en EE.UU. y como tal se utiliza en menores cantidades como alimentos balanceados, ya que las aves de corral no se crían en las zonas productoras de sorgo. Sin embargo, el sorgo sigue siendo el segundo grano más utilizado para los productores comerciales de pollos de engorda, pavos y gallinas ponedoras en las regiones donde se crían y cultivan ambos en EE.UU..

Las nuevas variedades de sorgo de grano son una excelente fuente de proteína y energía para pollos de engorda, gallinas ponedoras, pavos y aves acuáticas. Debido a que el sorgo se cultiva a menudo en zonas donde son limitados los recursos hidráulicos, la producción de sorgo requiere menos recursos del medio ambiente y, por tanto, algunos usuarios de sorgo consideran que tiene un menor impacto ambiental en comparación con los granos más grandes que requieren más humedad y fertilizante. Si tiene un precio competitivo, el sorgo puede ser utilizado en hasta un 70% en las raciones de pollos de engorda y gallinas ponedoras y el 55% en las raciones de pavo en las que se sustituye el maíz.

El perfil nutricional del sorgo es complementario a las fuentes de proteínas formuladas comúnmente en raciones de las aves de corral en cualquier parte del mundo y es muy semejante al del maíz cuando se utiliza en esta combinación. La digestibilidad de los aminoácidos se compara favorablemente con el maíz, en especial cuando se consideran nuevas variedades de sorgo que se producen en la actualidad en EE.UU.. El contenido de grasa de sorgo de grano y por lo tanto el valor energético para las aves de corral es ligeramente inferior en comparación con el maíz, pero esta diferencia se balancea fácilmente en las raciones con otras fuentes de energía como las pastas de subproducto animal o aceites. En comparación con el maíz, el sorgo de grano contiene menores cantidades de xantofilas amarillas necesarias para la pigmentación de la yema de huevo y la coloración de la piel de pollos de engorda. En algunos casos de productos más ligeros de carne preferidos por el cliente, se puede usar el sorgo a fin de reducir la pigmentación de la canal para efectos de comercialización. Cuando se necesita color para algunos productos como las yemas de huevo que requieren pigmentación intensa, hay una amplia disponibilidad de otras fuentes de pigmentos como el aceite de caléndula, productos de levadura, compuestos sintéticos e incluso el DDGS de maíz y a menudo se pueden incluir en raciones de menor costo.

Para procesar el sorgo de grano para la fabricación de alimentos balanceados, una nueva investigación muestra que el sorgo tiene requisitos de procesamiento semejantes a los del maíz. El tamaño de la partícula del sorgo es más importante para la fabricación de alimentos balanceados que la absorción de nutrientes de las aves de corral. El sobre procesamiento del sorgo de grano podría causar un enlace químico cruzado y reducir la disponibilidad de nutrientes. En algunos estudios se ha demostrado que se pueden agregar las partículas del sorgo entero a las raciones de aves de corral sin que se pierda el rendimiento.

Los fitogenetistas siguen mejorando las variedades de sorgo. El sorgo sembrado en EE.UU. no contiene taninos que interfieran con el metabolismo y la absorción de nutrientes. Debido a la reducción de los taninos en el sorgo, este ha mejorado mucho la digestibilidad de nutrientes para las aves de corral. Se deben analizar las bases de datos y tablas de referencia anteriores para los valores de nutrientes de sorgo a fin de eliminar los estudios basados en variedades de sorgo conteniendo tanino o los riesgos de que el usuario subvalorara el sorgo en una formulación. De hecho, en los últimos 15 años, la regla general en la que una vez se estableció que "el valor nutritivo del sorgo es de 10% menor al del maíz cuando se usa en las raciones para aves de corral" ya no es cierta. De hecho, se puede usar el sorgo para sustituir totalmente el maíz en las raciones de alimento para aves con sólo pequeños cambios en otros ingredientes de la dieta.

Valores bibliográficos históricos para la composición de nutrientes del sorgo de grano

Cuidado con los datos inconsistentes

En los últimos años, muchos nutriólogos de aves de corral por lo común descontarían el valor nutricional del sorgo de grano en comparación con el maíz o el trigo. Se supone que el valor nutricional del sorgo es de 85 a 90% del valor total de la alimentación con maíz. Para que el sorgo reemplace el maíz en una formulación de alimento balanceado de menor costo, significa que el sorgo debía comerciarse a precios mucho más bajos que el maíz antes de que se incluyera en la formulación. La comparación de las variedades de sorgo de la actualidad con el maíz es más favorable en formulaciones de alimentos balanceados de menor costo.

Antiguas variedades de sorgo de grano contienen cantidades relativamente altas de un compuesto antinutricional llamado tanino. Se sabe que la presencia de tanino en alimentos balanceados para aves de corral inhibe el crecimiento y el rendimiento de todo tipo de aves de corral (1). Los taninos se unen a las proteínas y su disponibilidad para el metabolismo es menor. A pesar de que el tanino reduce el daño de las aves en los campos de sorgo, las aves de corral también son aves a las que de igual modo les afecta las propiedades antinutricionales del tanino.

Durante muchas décadas de investigación, se utilizaron estos datos, con variedades de sorgo conteniendo diferentes niveles de tanino, para elaborar las tablas

y otras referencias para el valor alimenticio del sorgo frente al maíz. Desafortunadamente, muchos nutriólogos que no tienen experiencia con el sorgo siguen considerando el sorgo como un grano inferior en comparación con el maíz, cuando en realidad se han introducido nuevas variedades con altos valores de nutrientes relativos. En muchos lugares se siguen cultivando variedades de sorgo de grano que contienen cantidades importantes de tanino (2), sin embargo, las variedades cultivadas en EE.UU. para los alimentos balanceados de la actualidad tienen bajas concentraciones, o 99% sin tanino.

Referencias de nutrientes de sorgo

La referencia clásica utilizada para la nutrición de aves de corral en EE.UU. es *The Nutrient Requirements of Poultry* (requerimientos nutricionales de las aves de corral, NRC), actualizados por última vez en 1994 (3). Esta 4ª edición de NRC menciona la composición aproximada de sorgo de grano en dos niveles de proteína cruda: 8 y 10% (Tabla 1). El análisis aproximado de sorgo en comparación con el maíz indica que los granos de cereales son similares, donde el sorgo contiene menos aceite y un poco más de fósforo no fitato. La disminución de aceite da como resultado un valor energético ligeramente menor para las aves de corral (según lo determinado por TME_n). Sin embargo, el contenido medio de proteínas del sorgo en el momento de esta publicación indica que el sorgo contiene más proteína que el maíz.

En la Tabla 2 se muestra la composición de aminoácidos (aa) del sorgo y maíz según la publicación en el NRC (1). El perfil de aa de sorgo se compara favorablemente con el maíz, y se complementa con el perfil de aa del alimento de soya que se utiliza a menudo como fuente de proteína en las raciones para aves de corral en el mundo. Aunque las concentraciones de lisina y metionina son ligeramente más bajas para el sorgo de grano en comparación con el maíz, la disponibilidad actual de estos aminoácidos en forma sintética como suplemento en las raciones de mínimo costo disminuye la importancia de las pequeñas diferencias en el contenido aa.

La mayoría de los productores de aves de corral formulan actualmente alimentos balanceados a partir de datos de digestibilidad. La Tabla 3 muestra la disponibilidad de aminoácidos para aves de corral en el sorgo de grano de NRC (3). El aa crítico, lisina y metionina son ligeramente inferiores en el sorgo en comparación con el maíz. Sin embargo, como estos datos se igualan con base en el contenido de proteínas, los aa reales disponibles para el crecimiento sería mayor para el sorgo comparado con el maíz.

Los productores que evalúan la opción del sorgo de grano como un grano alternativo deben considerar cuidadosamente la fuente de los valores nutricionales asignados a los nutrientes del sorgo en su software de formulación de los alimentos balanceados. Por ejemplo, es probable que algunos de los recursos de los datos utilizados para elaborar las tablas de la NRC (3) no sean precisos o exactos actualmente debido a que algunos datos se basan en las variedades conteniendo taninos que redujeron el valor nutritivo. Dado que se tabuló gran parte de los datos, se

introdujeron nuevas variedades de granos de todo tipo, incluyendo el sorgo. Hoy en día, el sorgo para grano exportado desde EE.UU. tendrá una mayor calidad de nutrientes que en años anteriores. Si se tienen dudas sobre los posibles niveles de taninos en el sorgo es posible obtenido de otras partes del mundo, se puede llevar a cabo una prueba sencilla para determinar la presencia del tanino (4,5).

Datos contemporáneos de nutrientes

En la década de 1990, investigadores de todo el mundo empezaron a trabajar con las variedades de sorgo de grano con menos taninos que mejoraron la digestibilidad de los nutrientes. Los datos presentados en tablas recopilados a partir de ese momento en países que cultivaron sorgo con menos tanino empiezan a demostrar que el sorgo actual tiene más valores nutricionales promedio que los determinados previamente. De hecho, los productores de cerdos y aves de corral en EE.UU. y México que tienen una amplia experiencia con la alimentación con sorgo valoran que el sorgo de grano es semejante al maíz en cuanto a su valor relativo de nutrientes. Dichos productores han encontrado a menudo situaciones económicas en que se favorece el sorgo de grano para sustituir la totalidad o una parte del granos de cereales en las raciones.

Los nutriólogos deben evaluar el sorgo basándose únicamente en las variedades de sorgo sin tanino. Casi todas las exportaciones de sorgo de hoy son el sorgo de grano núm. 2, sin tanino, conocido como sorgo Tipo 1 y el trabajo de investigación deberá indicar la fuente del sorgo.

Valores de alimentación vigentes del sorgo de grano para aves de corral

Investigaciones indican que las nuevas variedades de grano se comparan favorablemente con el maíz en cuanto a la mayoría de los valores de nutrientes. En la Universidad Estatal de Kansas, Kriegshauser, *et al* en 2006 (6) comparó el análisis aproximado de diversas variedades de sorgo con el maíz y observó que el sorgo tenía, como se esperaba, mayores valores de proteína, mientras que el contenido energético o de grasa del sorgo fue ligeramente inferior al del maíz (Tabla 4). La comparación del perfil de aminoácidos de los sorgos frente al maíz es adecuada, aunque se comprobó que el contenido promedio de lisina del sorgo es de 0.26% comparado con el 0.30% del maíz (Tabla 5). Asimismo, en un ensayo de pollos de engorda, las variedades de sorgo con la composición nutricional mejorada también son semejantes al valor ME del maíz (6). Los resultados de este trabajo indican que el valor nutricional del maíz es similar al del maíz en muchos valores de nutrientes.

Hay pocos estudios de digestibilidad se comparan variedades modernas de sorgo de grano con otros granos de cereales. Huang, *et al*, en 2006 (7) realizó un estudio único para comparar la digestibilidad ileal aparente de sorgo con el maíz utilizando pollos de engorda, gallinas ponedoras y gallos leghorn maduros (Tabla 6). La

digestibilidad de la proteína cruda del sorgo frente al maíz en las tres clases de aves fue semejante entre las fuentes de grano; sin embargo, los aa lisina y metionina fueron ligeramente más digerible en las muestras de maíz. Este trabajo indica que, aunque el contenido de proteína y la digestibilidad pueden haber mejorado recientemente, algunos de los aminoácidos aún difieren en la digestibilidad. En un trabajo similar con las pruebas de digestibilidad ileal con pollos de engorda (8) se observó que la digestibilidad de la proteína cruda fue mayor para el sorgo comparado con el maíz (99 comparado con 81%). La digestibilidad de los aminoácidos individuales para el maíz y el sorgo fueron semejantes en la mayoría de los aminoácidos esenciales.

Lemme, *et al*, llevó a cabo en 2004 (10) la digestibilidad ileal de sorgo frente a otros granos de cereales. Al comparar la digestibilidad de proteína cruda, el sorgo fue de 86% en comparación con el maíz, el 90%, mientras que la digestibilidad de aa sólo fue ligeramente inferior para el sorgo comparado con el maíz. Todos los estudios anteriores indican que la digestibilidad de aa para el sorgo es similar en muchos estudios, con un promedio de 95 a 97% de los valores de maíz, muy superior a lo indicado en muchas fuentes de datos anteriores.

En un trabajo reciente de Nyannor, *et al*. (9) para determinar el valor alimenticio de las variedades de sorgo seleccionadas se indica que puede lograrse la selección de sorgo de grano para un mejor rendimiento del pollo de engorda. Los autores concluyeron que *"Se respalda de manera equitativa el rendimiento del crecimiento de pollos de engorda del maíz o el sorgo. El grano de sorgo se compara muy favorablemente con el maíz en cuanto a la calidad nutricional, y con la ventaja adicional de la tolerancia a las inclemencias climáticas, se podría incorporar económicamente en la dieta de no rumiantes y de aliviar la presión de la demanda de maíz, si el precio es favorable "*.

El consenso de los nutriólogos de todo el mundo es que el valor nutritivo para las aves de corral del sorgo es similar al del maíz, siempre que se utilicen variedades bajas en o sin tanino. Cuando proviene de EE.UU., se puede utilizar con confianza las variedades de grano de sorgo ya que las variedades se cultivan bajas en tanino para maximizar el valor del sorgo en las raciones animales.

Enzimas para dietas de sorgo

La mayoría de los granos de cereales y aves de corral se benefician en cierta medida por la adición de enzimas que, o bien aumentan la disponibilidad de los nutrientes o reducen el impacto de los factores antinutricionales. Por ejemplo, el uso de las enzimas de glucanasa para mitigar el efecto negativo de la viscosidad en las dietas de trigo y cebada. El sorgo, con posibles factores antinutricionales y difícil de digerir las capas de proteínas, parecería ser un buen candidato para que las enzimas mejoren los valores de alimentación. Un grupo de investigadores estudió el efecto de agregar una mezcla comercial de pectinasas, a-glucanasas y hemicelulasas a las raciones de alimento de sorgo-soya para pollos de engorda y se observó que digestibilidad de aa ileal aumentó 3%, mientras que el ME se incrementó en más del 6% cuando se usa en

las raciones con nutrientes marginales (16). Esto demuestra que se pueden utilizar las enzimas para obtener más nutrientes de sorgo. Cadogan, *et al*, (17) puso a prueba preparaciones de la enzima fitasa en dietas a base de sorgo y determinó que la enzima mejoró el aumento de peso, la digestibilidad de los aminoácidos, la digestibilidad del almidón y el rendimiento los de pollos de engorda. Estudios limitados indican que existe la posibilidad de utilizar los preparados de enzimas para mejorar el rendimiento de las aves; sin embargo, la base de datos está a la zaga de estudios similares para el trigo, la cebada y el maíz.

Procesamiento del sorgo de grano para alimentos balanceados para las aves de corral

Se sabe que los efectos físicos y químicos del calor, vapor o humedad, presión y molienda influyen en la digestibilidad de los granos forrajeros como el sorgo. Los pollos de engorda y pavos son alimentados con alimentos balanceados en forma de pelet cuyo resultado es un aumento de peso y la eficiencia alimenticia, independientemente del tipo de grano forrajero utilizado de modo que casi el 100% de las raciones de carne de aves en EE.UU. son de granulado. Algunos investigadores indican que posiblemente se pueda procesar el sorgo, de tal manera que mejore la disponibilidad de nutrientes en mayor medida que otros granos. Por lo tanto, el tamaño de partícula, el tiempo de procesamiento, el método de granulado, etc., todos pueden influir en el valor alimenticio del maíz.

El número de investigaciones recientes que examinan el efecto de la molienda del sorgo de grano y la toma de alimentación han sido limitados. Y como se utiliza más maíz que sorgo en alimentos balanceados de pelet, los fabricantes tienen mucha experiencia con el procesamiento de maíz en relación con el procesamiento de sorgo en la industria avícola.

Las fábricas de alimentos balanceados deben tener en cuenta el "costo" asociado no sólo a los cambios nutricionales, sino también a los cambios que sean necesarios para manejar y preparar un ingrediente en particular. El almacenamiento o la preservación de la identidad, las necesidades de molienda y la pasta a caudal sólo son algunos de los factores que deben considerarse al manipular un grano adicional. El ahorro económico en nutrientes básicos que sólo se perderán durante el proceso de fabricación no es una decisión inteligente.

Los fabricantes de alimentos balanceados con experiencia estarán de acuerdo en que los alimentos balanceados con el sorgo añadido son más difíciles de granular. Esto se debe en parte al valor energético ligeramente más bajo del alimento que a veces se balancea en la ración con aceite o grasa adicional, que se sabe reduce la calidad del pelet. Es posible que se necesiten ajustes en el tiempo de retención, temperaturas, etc., para alcanzar la calidad deseada de granulado. Sin embargo, los fabricantes deben tener cuidado con el procesamiento extenso del sorgo de grano. En un trabajo reciente del Selle, *et al* en 2010 (11) se presenta un resumen de los datos de otros investigadores que concluye que el sorgo podría ser vulnerable al calor húmedo el cual

induce químicos indeseables que se entrelazan en las proteínas carabina y por lo tanto disminuye la calidad nutricional. No se sabe si las condiciones de procesamiento influyeron en los estudios que implicaban a los entrelazamientos entre algunas proteínas y el almidón del sorgo (Rooney y Pflugfelder, 1986) (12, 15). Los estudios que intentaron reestructurar las proteínas del sorgo con métodos como la expansión demostraron que, aunque la expansión mejoró en gran medida la calidad final del pelet de las raciones de sorgo, el aumento de la calidad del pelet no dio como resultado un mejor rendimiento del pollo de engorda, que siempre se demuestra a través del granulado. Es posible que el procesamiento excesivo reduzca las ganancias relacionadas con el granulado mediante la reducción de los valores de digestibilidad de entrelazamientos inducidos por la expansión. Se necesitan estudios para determinar los requisitos únicos para el procesamiento de sorgo.

El tamaño de las partículas de los alimentos balanceados puede afectar la disponibilidad de los nutrientes. Sin embargo, los pollos de engorda, gallinas ponedoras y pavos prefieren el alimento según el tamaño del alimento balanceado completo, no del tamaño de las partículas molidas. Estas aves no mastican ni reducen oralmente el tamaño de la partícula, más bien dependen de que la molleja muele las partículas del grano hasta su tamaño final antes de que estas lleguen al intestino delgado. Así, las aves deben ser capaces de manejar grandes cantidades de grano, siempre que se haya alcanzado la madurez intestinal. De hecho, los estudios indican que las aves crecen bien con el sorgo que no se procesa, sino que se deja completo en la dieta. Si el precio del sorgo es conveniente para reemplazar una parte de la fracción del trigo o maíz, la forma más rentable de agregar una pequeña cantidad de grano es simplemente añadirla entera a la dieta.

Rogers *et al*, (13) agregó sorgo entero a las raciones de pelet para pollos de engorda y observó que al compararlas con los pelet de sorgo molido, las aves alimentadas con raciones de pelet de partículas de sorgo entero también tuvieron un buen rendimiento. Otro grupo también presentó un trabajo en el que se indica que también se puede agregar sorgo entero a las raciones de aves de corral sin afectar negativamente el crecimiento. Biggs y Parsons en 2009 (14) alimentaron con raciones conteniendo 10 y el 20% de sorgo entero y el rendimiento de las aves a las 3 semanas fue tan bueno como el de aquellas alimentadas con sorgo molido. El trabajo de investigación en general indicó que la alimentación con granos enteros como parte de la dieta aumentaría la disponibilidad de aa y ME_n. Sin embargo, si la tendencia de las aves fue seleccionar las partículas enteras podrían afectar el ritmo de crecimiento, por lo que tal vez agregar pelets a las raciones de grano entero (13) sea un método adecuado para evitar la selección.

La conclusión de otro trabajo es que moler el sorgo en partículas pequeñas mejora la utilización. En el caso de los pollos de engorda, Healy, *et al* (15) demostró que moler el sorgo de 500 a 700 m mejoró la ganancia. La eficiencia de la ganancia mejoró más con una molienda fina del sorgo que del maíz. El tamaño óptimo de las partículas para F/G fueron 300 y 500 m para el sorgo duro y blando, respectivamente. Es importante señalar que en relación con el maíz, los valores de alimentación a 900 m para los pollos alimentados con sorgos duros y blandos fueron de 92%, pero en el tamaño

óptimo de partículas de cada grano, los valores de alimentación relativos para el sorgo duro y blando fueron del 99% del maíz . Estos datos sugieren que el sorgo puede igualar el valor de alimentación del maíz para pollos de engorda cuando se muele a su tamaño óptimo de las partículas, y que conforme crecen los cerdos y pollos, aumenta el tamaño óptimo de las partículas. Por lo tanto, estos datos entran en conflictos con los informes publicados recientemente respecto a que el rendimiento del pollo de engorda es tan bueno con el sorgo entero que con el molido. Se necesita investigar más para determinar los requisitos de tamaño de las partículas de las raciones de sorgo a fin de optimizar la nutrición en la preparación de sorgo de grano para las raciones de las aves de corral.

Debido a que posiblemente el costo de la molienda de sorgo a partículas tan pequeñas sea mayor al valor nutricional obtenido, es poco probable que los alimentos muy molidos sean económicos para las aves de corral. Los fabricantes de alimentos balanceados deben elegir un tamaño de partícula de sorgo basado más en la calidad requerida del pelet que en la precisión de las pequeñas partículas de sorgo para la alimentación de aves de corral.

Granos secos de destilería con solubles (DDGS)

En la actualidad, el 30% del sorgo de grano en EE.UU. se utiliza para la producción de etanol. El etanol es un biocombustible importante usado para el combustible de automóviles y la producción de energía. La gran mayoría del etanol producido en EE.UU. se basa en el maíz, aunque el etanol se puede fermentar con cualquier granos de cereales, como el sorgo. Las proyecciones son que la producción de etanol seguirá en aumento dando como resultado una mayor cantidad de DDGS que disponible para los alimentos balanceados.

La mayoría de las investigaciones realizadas con DDGS se ha centrado hasta ahora en los DDGS de maíz. Hay un número muy limitado de publicaciones de investigación enfocadas en los DDGS de sorgo y en todas se estudió el valor de la alimentación de este producto para los cerdos, ganado de res y productos lácteos. Básicamente, no hay datos de estudios de investigación confiables publicados hasta ahora que comprueben el valor alimenticio de los DDGS de sorgo para cualquier tipo de aves de corral.

Aunque pocos trabajos han determinado el valor de los DDGS de sorgo para aves de corral, todavía es probable que sea un ingrediente alimenticio valioso para pollos de engorda, gallinas ponedoras y pavos. Durante una década, los productores de aves de corral han utilizado grandes cantidades de DDGS de maíz, y no hay ninguna razón que indique que el sorgo no tendrá el mismo éxito. Debido a que el sorgo de grano se utiliza bien en las aves, los DDGS de sorgo debe tener fortalezas similares en las fórmulas de alimentación para las aves. Este ha sido el caso del grano de maíz y DDGS derivados de maíz. Debido a que existen algunas publicaciones que muestran que el procesamiento del sorgo de grano con calor y humedad puede dar como resultado nutrientes entrelazados que son más difíciles de metabolizar por las

aves, sería fundamental determinar la biodisponibilidad de nutrientes en los DDGS de sorgo antes de agregarlos a los alimentos balanceados para las aves de corral.

Lista de verificación para usar sorgo de grano en raciones para aves de corral

1. Asegúrese de utilizar las tablas actuales para la composición de nutrientes de las variedades contemporáneas de sorgo de grano.
2. Formular raciones de sorgo basadas en la digestibilidad de los nutrientes en lugar de un porcentaje total de nutrientes.
3. No procese de más el sorgo con calor, fricción o humedad para reducir el entrelazamiento y la pérdida de nutrientes críticos
4. Seleccione el tamaño de las partículas para las aves de corral con base en las restricciones de fabricación requeridas y no en los requisitos de las aves.
5. Utilice el sorgo con la seguridad de que las variedades con bajo contenido de tanino cultivadas en EE.UU. no afectará el rendimiento de los animales.

Referencias

1. C. M. Nyachoti, J. L. Atkinson y S. Leeson, 1996. Response of Broiler Chicks Fed a High-Tannin Sorghum Diet. *J Appl. Poult Res.* 5:239-245
2. C. M. Nyachoti, J. L. Atkinson y S. Leeson, 1997. Sorghum tannins: a review. *World's Poult. Sci. J.* 53:5-21.
3. The Nutrient Requirements of Poultry (1994), 9th Revised Ed. National Research Council, NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington , D.C.
4. R. D. Waniska, L. F. Hugo, y L. W. Rooney, 1992. Practical methods to determine the presence of tannins in sorghum. *J. Appl. Poultry Res.* 1:122-128.
5. B. Boren, y R. D. Waniska, 1992. Sorghum seed color as an indicator of tannin content. *J. Appl. Poultry Res.* 1:117-121.
6. T. D. Kriegshauser, M. R. Tuinstra y J D. Hancock, 2006. Variation in Nutritional Value of Sorghum Hybrids with Contrasting Seed Weight Characteristics and Comparisons with Maize in Broiler Chicks. *Crop Sci* 46:695-699.
7. KH Huang, X Li, V Ravindran, y WL Bryden, 2006. Comparison of apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients measured with broilers, layers, and roosters. *Poultry Sci.* 85: 625-634.
8. Ravindran, V.; Hew, L. I.; Ravindran, G.; Bryden, W. L., 2005. Apparent ileal digestibility of amino acids in dietary ingredients for broiler chickens. *An. Sci.* 81:85-87.
9. E. K. D. Nyannor, S. A. Adedokun, B. R. Hamaker, G. Ejeta y O. Adeola, 2007. Nutritional evaluation of high-digestible sorghum for pigs and broiler chicks. *J. Anim Sci.* 2007. 85:196-203
10. A. Lemme, V. Ravindran y W.L. Bryden, 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Journal* 60:423-438

11. P. H. Selle, D. J. Cadogan, X. Li, y W. L. Bryden, 2010. Implications of sorghum in broiler chicken nutrition. *An. Feed Sci., and Tech.* 156:57-74.
12. Rooney, L.W. y R.L. Pflugfelder. 1986. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *J. Anim. Sci.* 63:1607-1623.
13. N. Rodgers, L. L. Mikkelsen, B. Svihus, H. Hetland, y M Choct, 2009. Effect of grain particle size and milling method on broiler performance and apparent metabolisable energy. *Proc. 20th Australian Poultry Science Symposium*, Sidney, Nueva Gales del Sur, Australia, pp 133-136.
14. P. Biggs and C. M. Parsons, 2009. The effects whole grains on nutrient digestibility, growth performance, and cecal short chained fatty acid concentrations in young chicks fed ground corn soybean meal diets. *Poultry Sci.* 88:1893-1905.
15. K. G. Duodu, J.R.N. Taylor, P. S. Belton, y B. R. Hamaker, 2003. Factors affecting sorghum protein digestibility. *J. Cereal Sci.* 38:117-131.
16. A. D Dominguez, A. C. Cuevas, B. F. Martinez, C. L. Coello, A. E. Gonzalez, 2009. Effect of supplementing an enzyme mixture in sorghum+soybean meal diets on apparent ileal amino acid and protein digestibility, metabolizable energy, and productivity in broilers. *Técnica Pecuaria en Mexico* 47:15-29.
17. D. J. Cadogan, P. H. Selle, D. Creswell, y G. Partridge, 2005. Phytate limits broiler performance and nutrient digestibility in sorghum based diets. *Proc of the 17th Australian Poultry Science Symposium*, Sidney, Nueva Gales del Sur, Australia.
18. K.R. Cramer, K.J. Wilson, J.S. Moritz, y R. S. Beyer. 2003. Effect of Sorghum Based Diets Subjected to Various Manufacturing Procedures on Broiler Performance. *J. Appl. Poult. Res.* 12:404-410.

Tabla 1. Composición de sorgo y maíz para alimentos balanceados para aves de corral (según la alimentación) (NRC, 1994)³

	Sorgo, 8-10% proteína	Sorgo, más que 10% proteína	Maíz
Materia seca (%)	87	88	89
EMn (kcal/kg)	3288	3212	3350
TME _n (kcal/kg)	3376	---	3470
Proteína (%)	8.8	11.0	8.5
Extracto de éter (%)	2.9	2.6	3.8
Ácido linoleico (%)	1.13	.82	2.20
Fibra cruda (%)	2.3	2.3	2.2
Total de calcio (%)	.04	.04	.02
Fósforo no fitato (%)	.30	.32	.28
Fósforo (%)	---	---	.08

Tabla 2. Composición de aminoácidos de sorgo y maíz (según la alimentación) (NRC, 1994)³

	Sorgo, 8-10% proteína	Sorgo, más que 10% proteína	Maíz
Materia seca (%)	87.5	88.0	88.0
Proteína (%)	9.1	11.0	8.5
Arginina (%)	.35	.35	.38
Glicina (%)	.31	.32	.33
Serina (%)	.40	.45	.37
Histidina (%)	.22	.23	.23
Isoleucina (%)	.35	.43	.29
Leucina (%)	1.14	1.37	1.00
Lisina (%)	.21	.22	.26
Metionina (%)	.16	.15	.18
Cistina (%)	.17	.11	.18
Fenilalanina (%)	.47	.52	.38
Tirosina (%)	.34	.17	.30
Treonina (%)	.29	.33	.29
Triptofano (%)	.08	.09	.06
Valina (%)	.44	.54	.40

Tabla 3. Coeficientes de digestibilidad real (%) para aminoácidos seleccionados en sorgo y maíz (NRC, 1994)³

	Grano de sorgo (8.8%)	Grano de maíz (8.8%)
Lisina	78	81
Metionina	89	91
Cistina	83	85
Arginina	74	89
Treonina	82	84
Valina	87	88
Isoleucina	88	88
Leucina	94	93
Histidina	87	94
Fenilalanina	91	91

Tabla 4. Análisis aproximado de muestras de granos híbridos de maíz y sorgo (% de base de materia seca)⁶

	Composición química					
	Proteína	Grasa	Fibra	Ceniza	NFE	Energía bruta
			%			Mcal kg ⁻¹
Maíz	10.2	3.8	2.2	1.4	73.8	4498
Sorgo (promedio de 8 variedades)	12.7	3.5	2.2	1.5	72.0	4528

Tabla 5. Contenido promedio de aminoácidos esenciales en variedades de sorgo (% base de materia seca)⁶

Híbrido	Aminoácidos esenciales (%)											
	ARG	GLI + SER	HIS	ILE	LEU	LIS	MET + CIS	FI + TIR	TR	TRP	VAL	TOTAL
Maíz	0.46	0.79	0.30	0.32	1.17	0.30	0.47	0.77	0.34	0.07	0.46	5.42
Sorgo	0.45	0.84	0.29	0.44	1.54	0.26	0.46	0.98	0.37	0.09	0.58	6.30

Tabla 6. Coeficientes de digestibilidad ileal aparente (%) de proteína cruda y aminoácidos en sorgo y maíz para pollos de engorda, gallinas ponedoras y gallos.

Parámetro	Pollos de engorda		Gallinas ponedoras		Gallos	
	Sorgo	Maíz	Sorgo	Maíz	Sorgo	Maíz
Proteína cruda (N x 6.25)	0.82	0.80	0.76	0.78	0.78	0.79
Treonina	0.71	0.67	0.67	0.61	0.67	0.63
Valina	0.84	0.83	0.78	0.77	0.81	0.80
Metionina	0.88	0.91	0.80	0.87	0.84	0.92
Isoleucina	0.87	0.85	0.80	0.81	0.83	0.83
Leucina	0.91	0.91	0.84	0.88	0.88	0.90
Fenilalanina	0.89	0.88	0.82	0.85	0.85	0.87
Histidina	0.75	0.86	0.66	0.79	0.70	0.83
Lisina	0.83	0.79	0.80	0.75	0.81	0.73
Arginina	0.84	0.88	0.81	0.85	0.81	0.86
Promedio	0.84	0.84	0.77	0.80	0.80	0.82