

# SORGOS GRANÍFEROS ALTOS EN TANINOS CONDENSADOS: SIGNIFICANCIA NUTRICIONAL Y FACTIBILIDAD DE USO EN LA ALIMENTACIÓN DE AVES

Dra. Marta E. Jaramillo\*. 2005. Rev. El Avicultor.com, 1(1):24-28.

\*Nutrición-Micotoxicología, Univ. Central de Venezuela,  
Univ. de Georgia, USA.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) / [www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com)

Volver a: [Otras producciones](#) > [Producción avícola](#)

## RESUMEN

El sorgo granífero es uno de los cereales de mayor relevancia agronómica, dadas sus características genotípicas que le permiten ser cultivado incluso bajo condiciones edafo-climáticas adversas. Sin embargo, los efectos tóxicos de los taninos limitan seriamente la producción. En este interesante trabajo, la autora hace una revisión de las estrategias que permiten una utilización eficiente de los sorgos altos en taninos, minimizando los efectos adversos sobre las aves.

Palabras Clave: Producción avícola, parrilleros, postura, Sorghum bicolor, flavonoides, taninos, factor antinutritivo, proteínas, aminoácidos, reconstitución.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L) Moench) constituye uno de los cereales que experimenta cada día mayor relevancia agronómica, dadas sus características genotípicas que le permiten ser cultivado incluso bajo condiciones edafo-climáticas adversas en las cuales difícilmente podrían desarrollarse otros cultivos de cereales. Tales características han sido asociadas con la presencia de compuestos fenólicos siendo los flavonoides el grupo polifenol más grande presente en este cereal.

Hallazgos en investigaciones han mostrado diferentes formas químicas de los flavonoides en el grano de sorgo, de acuerdo a su grado de desarrollo. Así, es conocido que granos de sorgo inmaduros o en proceso de desarrollo, contienen unidades de flavan-3-ols (Catequina) o de su estereoisómero (Epicatequina) capaces de polimerizarse para formar la molécula de taninos condensados (TC) ó proantocianidina. La polimerización ocurre producto de la condensación de unidades de flavan-3-ols unidas por enlace carbono (C)-carbono que se establecen entre el C4 de un flavan- 3-ols (monómero) y el C6 ó C8 del monómero adyacente dándose lugar a la formación de dímeros, trímeros, oligómeros y finalmente polímeros, los cuales constituyen los TC presentes en el grano de sorgo maduro.

Los TC han sido clasificados como un grupo particular dentro de los polifenoles, vinculándoseles con una acción tóxica que compromete la calidad nutritiva del grano y/o de la dieta, a través de un efecto primario que lleva consigo el deterioro de la digestibilidad de los nutrientes. Este efecto de los taninos, contrario a las ventajas que le imparte a la planta desde el punto de vista agronómico, ha constituido la principal limitante nutricional de los sorgos con taninos en la formulación de dietas para no-rumiantes. El efecto antinutricional de los taninos adquiere mayor importancia al considerar la gran variabilidad que presentan los componentes nutritivos del grano, cuyos valores en la mayoría de los casos no constituyen reflejo del valor nutritivo de este cereal. Su uso como el principal ingrediente energético en dietas para pollos afecta adversamente la conversión alimenticia a través de un deterioro del crecimiento, acompañado por una disminución marcada del consumo en los casos donde la configuración química de los taninos le permiten precipitar las mucoproteínas presentes en las secreciones glandulares de la boca. En este caso, el resultado final es la astringencia al sabor con la consiguiente disminución del consumo o rechazo del alimento.

Hasta el presente, la utilización eficiente de sorgos altos en taninos en las dietas balanceadas ha constituido para los nutricionistas y formuladores un reto difícil de afrontar, tomándose como primera medida de seguridad la reducción significativa en el porcentaje de inclusión en las dietas. Por otra parte, el empleo de técnicas dirigidas a disminuir el efecto antinutricional de los TC constituye una de las áreas promisorias para utilizar este cereal lo más eficientemente posible en la alimentación de no-rumiantes.

## **SIGNIFICANCIA NUTRICIONAL DE LOS TANINOS CONDENSADOS**

Los TC son complejos de polímeros fenólicos de alto peso molecular, solubles en agua que constituyen algunos de los productos naturales más numerosos y ampliamente distribuidos en muchos vegetales, incluyendo árboles, frutas y pastos. Su presencia en los cereales es rara y en el caso del sorgo solamente se encuentran en cultivares genotípicamente pardos (Bathe-Smith y Lerner, 1954). Numerosos estudios han reportado efectos detrimentales del crecimiento de pollos de engorde cuando estos consumen dietas estructuradas con sorgos altos en taninos (Chang y Fuller, 1964; Connor et al., 1969; Rostagno et al., 1973; Armstrong et al., 1974; Nelson et al., 1975; Elkin et al. 1978; Trindade et al., 1978; Jaramillo, 1991, 1994; Jaramillo y Peña 1988-1996). Igualmente, en gallinas ponedoras los estudios de Fry et al. (1972), Armanious et al. (1973) y Muindi y Tomke (1981), entre otros, reflejan el efecto antinutricional de estos compuestos, el cual puede medirse a través de un deterioro de la producción de huevos (%) y conversión alimenticia (Kg alimento/Kg huevos). Es de hacer notar que los efectos negativos más notorios se observan cuando las aves reciben dietas con niveles de proteína que no satisfacen las exigencias nutricionales de nitrógeno tanto para la síntesis de tejido corporal como para la producción de huevos.

Las bases científicas sobre las cuales se ha tratado de explicar el deterioro de la respuesta productiva, concentran efectos adversos sobre la digestión y utilización de nutrientes lo cual deteriora el valor energético (Nelson et al., 1975; Sibbald, 1977; Gous et al., 1982; Luis et al., 1982; Douglas et al., 1990; Jaramillo, 1991; Elkin et al. 1996) y la digestibilidad del nitrógeno y de los aminoácidos del grano y/o de la dieta (Rostagno et al., 1973; Schaffert et al., 1974; Featherston y Rogler, 1975; Nelson et al., 1975; Mitaru et al., 1985; Schang et al., 1990; Jaramillo, 1991, Jaramillo y Peña 1988-1996; Elkin et al. 1996). Este último efecto representa el área de investigación más documentada en materia de taninos, siendo atribuido a su particular afinidad por ciertas proteínas (Hagerman y Butler, 1981; Asquith et al., 1987). Sobre esta base, la mayoría de los efectos depresivos que producen los taninos sobre el crecimiento de las aves, han sido interpretados como una consecuencia de un efecto inhibitorio directo sobre las enzimas digestivas (Tamir y Alumot, 1969) lo cual ha sido observado *in vitro*. No obstante, los estudios conducidos por Blytt et al. (1988) refieren que los efectos antinutricionales de los taninos probablemente no son debidos a la unión directa de éstos a las enzimas digestivas con su posterior inhibición sino más bien podrían resultar de la formación de complejos menos digestibles taninos-proteínas de la dieta, hipótesis que fue fundamentada bajo condiciones de similitud a lo que ocurre *in vivo*. En este campo, especial importancia tendrían la participación de proteínas exógenas de naturaleza vegetal o animal químicamente configuradas para permitirse la unión taninoproteína (Butler et al., 1984) y la de proteínas endógenas producidas como barrera química bloqueadora de la acción de los taninos (Mehansho et al., 1987a).

## **TOXICIDAD METABÓLICA DE LOS TANINOS**

La absorción directa de los TC parece no ser posible. Quizás por las barreras anatómicas encontradas y más específicamente por el gran tamaño de los polímeros de taninos los cuales no son degradados a sus productos finales por las enzimas del tracto gastrointestinal.

Sin embargo, algunas evidencias de toxicidad metabólica han sido relacionadas con una posible acción de los TC y/o de otros compuestos químicos presentes en el grano de sorgo. Al respecto, estudios conducidos en hamster (Mehansho et al., 1987b) han mostrado que éstos son altamente sensibles al consumo de dietas altas en taninos y que el suministro de 4% de TC de Quebracho ocasiona una alta mortalidad, no teniéndose conocimiento del mecanismo a través del cual se produce. Así mismo, los estudios de Sell y Rogler (1983) ponen en evidencia una posible toxicidad metabólica de los TC al encontrar un incremento de la actividad de la enzima UDP-glucuroniltransferasa en aves que consumieron sorgo alto en taninos en relación a las alimentadas con sorgo bajo en taninos. Se conoce que esta enzima interviene en los procesos de desintoxicación de compuestos fenólicos y sobre esta base, un incremento en su actividad podría implicar la absorción de los TC a través de la pared intestinal. Por su parte, Martin-Tanguy et al. (1976) refieren que los taninos parecieran reducir la utilización metabólica de los aminoácidos concordando con hallazgos obtenidos por el equipo de investigación en Bioquímica de Taninos de la Universidad de Purdue, Indiana, USA (Butler, 1993; comunicación personal). El aceptar esta hipótesis permite inferir que las manifestaciones sistémicas se producirían a consecuencia de la absorción de fracciones de TC y/o de compuestos de bajo peso molecular relacionados con los taninos, tales como oligómeros de flavonoides o de la de otros compuestos químicos los cuales pudieran ser incluso más tóxicos que los TC.

## **ESTRATEGIAS PARA LA UTILIZACIÓN DE SORGOS ALTOS EN TANINOS EN LA FORMULACIÓN DE DIETAS PARA NO-RUMIANTES**

### **VALOR NUTRITIVO DEL GRANO DE SORGO**

El conocimiento del valor nutritivo de este cereal constituye la base de las formulaciones de dietas para no-rumiantes. Su principal fundamento radica en dos aspectos fundamentales: (1) los amplios rangos de variabilidad

química y de digestibilidad de nutrientes que presentan los sorgos con taninos (Miller et al., 1964; Banda y Vohra, 1983; Douglas et al. 1990; Torres, 1992; Jaramillo, 1991,1993, 1994, Jaramillo y Peña 1988-1996) y (2) las inconsistentes correlaciones negativas entre contenido de taninos y energía metabolizable encontradas en algunos estudios (Nelson et al., 1975; Gous et al., 1982; Jaramillo, 1991; Jaramillo y Peña, 1988-1996; Elkin et al., 1996).

Al respecto, los estudios sobre caracterización química, nutricional y biológica de sorgos producidos en Venezuela en distintos años son consistentes de la amplia variabilidad del grano de sorgo en cuanto a su composición química y valor nutricional (Jaramillo y Peña, 1988-1996). En relación a este particular, seguidamente se exponen rangos de valores de parámetros químicos y de digestibilidad de nutrientes, expresados en % MS, encontrados en los principales cultivares de sorgos graníferos producidos en Venezuela. La utilización de sorgos con taninos como única fuente de cereal o en un alto porcentaje de inclusión en la dieta es un proceso complejo, que requiere tener presente la gran variabilidad de este cereal y disponerse de la mayor información posible de los parámetros químicos altamente predictores de su energía metabolizable, a fines de no sub o sobre estimar su valor nutritivo.

Parámetro químico (%)	Rango
PC (Nx6,25)	7.01-12.54
Almidón	57.44-76.31
Cenizas	1.13-4.78
Calcio	0.03-0.11
Fósforo	0.25-0.71
TC (EC) *	0.55-2.70
FC	2.64-6.40
FDN	11.72-37.19
FDA	6.66-18.48
Lignina	2.93-8.93
Celulosa	3.45-9.26
Parámetro de digestibilidad	Rango
EMAn (Kcal./Kg. MS)	3073-3615
EMVn (Kcal./Kg. MS)	3181-3651
DVN (%)	26-61
DMS (%)	68-84
* Equivalentes catequina.	

## TRATAMIENTO DEL GRANO DE SORGO

Muchos esfuerzos han sido dirigidos a tratar de mejorar la calidad nutritiva del grano de sorgo, para lo cual algunos estudios han evaluado distintas técnicas de tratamiento basadas en la utilización de métodos físicos y/o químicos y dirigidas a disminuir el contenido de taninos.

El método físico más utilizado ha sido el descascarado o perlado del grano (Chibber et al., 1978), el cual permite la remoción del pericarpio y de la testa siendo esta última estructura el sitio donde se ubican las células productoras de TC. Los métodos físicos tradicionales en culturas donde el consumo de sorgo forma parte de la dieta humana, comprenden el sometimiento del grano a un proceso de descortezamiento en morteros de piedra, con la limitante de producirse una considerable pérdida de proteína. En la actualidad, se han desplazado dichos métodos por el uso de molinos; sin embargo el empleo de éstos en sorgos altos en taninos con gran proporción de endosperma harinoso no ha resultado ser eficiente por la pérdida de endosperma que se produce en el proceso (Reichert et al., 1988). El descascarado del grano produce la remoción de la testa con la consiguiente reducción del contenido de taninos. No obstante su uso se ha visto limitado por las considerables mermas en el rendimiento del grano.

Los métodos químicos constituyen otra forma de disminuir la acción tóxica de los taninos. En este sentido, el tratamiento del grano con soluciones alcalinas de NaOH o KOH, seguido de un tiempo de incubación a 30°C de 1, 2, 3, 6, 12 ó 24 horas ó a 100°C por 5, 10 ó 20 minutos, mostró resultados satisfactorios (Babiker y El tinay, 1992). El porcentaje de reducción del contenido de taninos estuvo en relación directa con el tiempo de incubación, temperatura y concentración del álcali. Los resultados son indicativos de que un incremento en el porcentaje de

taninos extraídos y de digestibilidad *in vitro* de la proteína se produce con el incremento en el tiempo o concentración del álcali. Así mismo, la aplicación de altas temperaturas redujo el tiempo de incubación requerido. Igualmente, los estudios de Chavan et al. (1979) muestran una reducción en el contenido de taninos luego de someter el grano a remojo en una solución 0,05 M de NaOH o KOH a 100°C durante 20 minutos de tratamiento. Los autores señalan que la digestibilidad *in vitro* de la proteína fue mejorada significativamente en relación al grano no tratado (71% Vs. 48% respectivamente). Por otra parte, el tratamiento con bicarbonato de sodio ha permitido remover el 77% de los taninos e igualmente el empleo de una solución concentrada de amonio y almacenaje durante 7 días a temperatura ambiente (Price y Butler, 1978).

Otro método empleado consiste en la adición de agua (Reconstitución) hasta alcanzar una materia seca de alrededor de 70%, seguido de almacenamiento anaeróbico durante dos días (Reichert et al., 1980). En este sentido, las experiencias de Mitaru et al. (1984) y Teeter et al. (1986) en pollos de engorde mostraron buenos resultados. Así, Mitaru et al. (1984) evaluaron la digestibilidad de sorgos altos en taninos comparando los tratamientos de reconstitución y cocción durante 50 minutos. Los resultados mostraron una significativa mejoría en la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos en sorgos altos en taninos sometidos al tratamiento de reconstitución, efecto que no fue observado en los sorgos bajos en taninos. Así mismo, se ha encontrado excelentes resultados utilizando soluciones diluidas de formaldehído el cual provoca una efectiva inactivación de los taninos en el grano de sorgo (Daiber y Taylor, 1982) disminuyendo significativamente la astringencia al sabor.

## **SUPLEMENTACIÓN DE LAS DIETAS**

### **SUPLEMENTACIÓN CON AMINOÁCIDOS**

Es conocido que, en algunos casos, los efectos tóxicos de los taninos pueden ser minimizados a través de la suplementación con DL-metionina o su hidroxianálogo; destacándose que el efecto benéfico de la metionina ha sido observado en pollos y no así en ratas (Featherston y Rogler, 1975). La adición de 0,15-0,30% de metionina a dietas conteniendo sorgos altos en taninos como único cereal, mejora el incremento de peso y la producción de huevos haciéndolos similar a los de las dietas con maíz o con sorgo bajo en taninos (Chang y Fuller, 1964; Armstrong et al., 1973; Armstrong et al., 1974; Elkin et al., 1978; Luis et al., 1982). Contrariamente, algunos estudios donde la suplementación con metionina se llevo a cabo en dietas que cubrieron los requerimientos nitrogenados y de este aminoácido, no evidenciaron el efecto desintoxicante de la metionina sobre la acción de los taninos (Connor et al., 1969, Rodríguez et al., 1983, Jaramillo, 1988). Los efectos benéficos que se han obtenido con la suplementación de este aminoácido deben ser analizados críticamente, ya que la mayoría de las investigaciones donde se han hecho notorios han sido conducidas sobre la base del empleo de dietas subóptimas en proteína siendo las raciones marginales en este aminoácido. La suplementación con metionina a dietas con tales características va a producir, como es de esperarse, una mejora total o parcial en el crecimiento de las aves. El mecanismo de acción de la metionina en el proceso de desintoxicación de los taninos del sorgo no está claramente establecido y actualmente se discute la hipótesis de la implicación de la metionina en la desintoxicación metabólica de los taninos más que como compuesto donador de grupos metílicos.

### **SUPLEMENTACIÓN CON AGENTES LIGANTES A TANINOS**

La suplementación extra con proteína a dietas que cubren los requerimientos de este nutriente ha constituido un factor que minimiza o elimina la acción depresiva de los TC sobre el crecimiento de las aves (Schaffert et al., 1974, Rogler et al., 1985). En estos casos la suplementación con proteína es utilizada como agente ligante a taninos y no como fuente de aminoácidos. Se ha observado que fuentes de proteínas con bajo contenido de aminoácidos esenciales y alta proporción de prolina son efectivas y no así la suplementación con el equivalente en aminoácidos cristalinos (Mehansho et al., 1985). Por otra parte, la suplementación con polímeros sintéticos no nutritivos como la polivinilpirrolidona (PVP) y el polietilenglicol (PEG) han mostrado ser efectivos en disminuir la acción tóxica de los taninos (Armstrong et al., 1973, Ford y Hewitt, 1979). Los estudios de Ford y Hewitt (1979) mostraron un marcado mejoramiento en la digestibilidad de aminoácidos en pollos y utilización neta de las proteínas en ratas con la suplementación de PEG 4000. Los autores refieren que la inclusión de este compuesto a dietas con 30% de sorgo alto en taninos puede mejorar hasta un 5% la eficiencia de conversión de alimento.

Para concluir, es necesario destacar que la significancia nutricional de los sorgos altos en taninos condensados engloba aspectos químicos y toxicológicos de gran complejidad, que constituyen las bases del deterioro de la expresión productiva en no-rumiantes. Una reflexión sobre su empleo en dietas balanceadas para estas especies hace pensar que éste debe realizarse tomándose en cuenta además de la concentración de taninos otros factores altamente involucrados como potenciadores de su acción tóxica, entre los cuales especial relevancia tienen: destino del alimento (edad de las aves), otros tipos de ingredientes, vegetales o animales, u otros compuestos químicos incluidos en la formulación con un fin específico que pudieran interaccionar con algunos de los nutrientes de la dieta ocasionando su indisponibilidad, presencia de hongos y de micotoxinas aún en bajas concentraciones, entre otros. La utilización de uno u otro método de tratamiento para disminuir las

concentraciones de TC, a pesar de ser promisorias, en todos los casos lleva implícito un costo adicional. Estamos conscientes del efecto antinutricional que ocasionan los TC u otros polifenoles presentes en el sorgo granífero y a su vez de las bondades agronómicas que estos compuestos le confieren a la planta en regiones tropicales. Ciertamente, el empleo de sorgos altos en taninos pareciera ser una necesidad más que una alternativa en estas regiones. En consecuencia, depende sólo de nosotros el utilizar este cereal de la manera más eficiente posible en la alimentación de no-rumiantes. Aprendamos a manejarlo nutricionalmente.

Volver a: [Otras producciones](#) > [Producción avícola](#)