




**SORGO: Un ingrediente inteligente,
de alimentos comerciales para mascotas.**



**U.S. GRAINS
COUNCIL**



4	Principales razones para incluir el Sorgo en la formulación
5	Marcas que utilizan Sorgo
6	Beneficios nutricionales del Sorgo
7	Mejoramiento de la digestibilidad
9	Calidad de las heces fecales
11	Procesamiento
13	Características sensoriales
16	Conclusiones
17	Bibliografía



- Desde el punto de vista nutricional, el sorgo es comparable al maíz, con un contenido mayor de proteína y ligeramente menor de grasa.
- El procesamiento térmico, como la extrusión y el hojuelizado al vapor, y el tratamiento químico con álcali pueden mejorar la digestibilidad de este grano y el desempeño de las variedades con altos taninos condensados.
- Si se alimenta a los perros con dietas extruidas de sorgo, la digestibilidad del almidón puede aumentar hasta un 0.98 por ciento.
- Diversos estudios han demostrado que la digestibilidad del almidón en las dietas extruidas de sorgo puede ser similar a la de otros granos, como el maíz y arroz.
- Las calificaciones fecales de las dietas con sorgo caen dentro del rango ideal del Sistema de Calificación Fecal Waltham.
- La curva de respuesta a la insulina disminuyó después de consumir sorgo, más que con alimentos que contenían arroz o maíz.
- El perfil de sabor y aroma del alimento seco para perros hecho con fracciones de sorgo fue similar al de un alimento seco extruido para perros con arroz, trigo y maíz, sin mayor astringencia y amargor.
- Diversas pruebas de palatabilidad han demostrado que el consumo de alimento con sorgo se puede comparar con alimentos con otros granos.
- El consumidor acepta el aroma y la apariencia de una dieta extruida de sorgo integral de manera similar que las dietas con arroz, trigo y maíz.

Marcas que utilizan Sorgo

Los beneficios a la salud, costo y procesamiento del sorgo en la formulación lo vuelven la elección inteligente para el fabricante de alimentos para mascotas. De hecho, hay más de 130 productos de alimentos para mascotas con sorgo. A continuación, presentamos algunas marcas que lo usan en sus formulaciones:

- Adirondack
- Blackwood
- Cool Canine
- Eukanuba
- GNC
- Hills Pet Nutrition
- Hi-Tek Signature Pet Products
- IAMS
- Mr. Bucks Pet Food
- Muenster Natural
- Newman's Own Organics
- Pet Wants
- Verus
- Victor Super Premium Dog Food



Un ingrediente de confianza

“El sorgo es una elección inteligente para los alimentos de nuestros animales de compañía, porque es nutritivo y a las mascotas les encanta. Nuestros clientes quieren lo mejor para sus amigos peludos. Alto en fibra y proteína, además de libre de gluten, el sorgo es la solución perfecta”.

— Adirondack y Blackwood

“El sorgo integral molido es un carbohidrato complejo digestible y rico en nutrientes, que no presenta complicaciones en perros alérgicos. El uso del sorgo ayuda a saciarlos, incluso con un volumen reducido de alimentación”.

— Verus Pet Food



Beneficios nutricionales del Sorgo

La Bases de Datos de Nutrientes del USDA identifica que el sorgo contiene 10.62 por ciento de proteína, lo cual es más que el maíz. La lisina y treonina son el primer y segundo aminoácidos limitantes (Aldrich, 2015). Sin embargo, el contenido de aminoácidos de este grano es ligeramente menor que el del maíz (Wall y Paulis, 1976). Su contenido de grasa es de 3.46 por ciento, ligeramente menor que el del maíz, por lo que la energía metabolizable es un poco más baja. El ácido linoleico (C18:2n6), un ácido graso esencial tanto para perros como para gatos, representa más de la mitad de los ácidos grasos en el sorgo. El ácido oleico (C18:1n9), que no es un ácido graso esencial para mascotas, representa un tercio del perfil de ácidos grasos de este grano. El ácido linoleico omega-3 (C18:3n3) representa menos del tres por ciento de los ácidos grasos totales. Gran parte de la porción de fibra del sorgo (6.7 por ciento) es insoluble con cantidades considerables de lignina en la cubierta de la semilla. Comparado con el maíz, el sorgo contiene un nivel más alto de fósforo, potasio y hierro, con un contenido menor de sodio. Su contenido vitamínico es similar al de otros granos.

Rico en antioxidantes

Ciertos sorgos, derivados de la subespecie púrpura bicolor, son ricos en fitoquímicos, como los taninos, ácidos fenólicos, antocianinas, fitoesteroles y policosanoles. Los beneficios a la salud relacionados con estas fracciones, como su actividad antioxidante, son comparables a los de ciertas frutas (Awika, 2004). Todos los tipos de sorgo contienen compuestos fenólicos, pero la cantidad en cada variedad, junto con el color, la apariencia y la calidad nutricional, están influidos por el genotipo y el ambiente de crecimiento (Dykes, 2005). Los taninos condensados están presentes en variedades con la cubierta pigmentada. El color por sí solo no es un buen indicador del contenido de taninos (Boren, 1992).

Mejoramiento de la digestibilidad

Ya que la formulación de los alimentos para mascotas varía considerablemente debido a los factores de digestibilidad, es primordial escoger una fuente inteligente de ingredientes. La calidad de la proteína, los tipos de fibra en la dieta, los niveles de almidón y grasa, son solo algunas de las consideraciones dadas que se relacionan con la digestibilidad y por ende, impactan en la biodisponibilidad de nutrientes.

Bednar et al. (2001) observaron que la composición diferente de almidón entre granos y leguminosas impacta en la digestibilidad en perros, y que la porción del almidón rápidamente digerible, como en el sorgo, arroz de cervecería y maíz, era más alta que en las leguminosas como guisantes (chícharos) y lentejas.

La diferencia en digestibilidad del almidón entre las diferentes dietas puede relacionarse con el tipo distinto de cereal, a una interacción distinta entre almidón y proteína, a la forma física del gránulo, el tipo de almidón, los inhibidores de la digestión y, quizás lo más importante, a los métodos de procesamiento. En el maíz y el sorgo, la interacción de almidón y proteína podría interferir con la digestión enzimática endógena en el tracto gastrointestinal (Kore, 2009). La formación de la matriz almidón-proteína está también relacionada con el método de procesamiento, además de que es un hecho reconocido que la extrusión de un alimento para perros aumenta la digestibilidad del almidón a 0.90 - 0.95 (Murray et al. 1999), probablemente debido a que facilita la gelatinización del almidón, lo que lo vuelve casi completamente digestible (Twomey, 2003). Carciofi et al. (2008) notificaron que los perros alimentados con dietas extruidas con sorgo, harina de yuca, arroz de cervecería y maíz mostraron un coeficiente de digestibilidad de almidón menor a 0.98.

En 2009, Kore et al. realizaron un estudio para investigar la digestibilidad de muestras hechas de sorgo, mijo perlado y maíz, como alternativas al arroz en alimento seco para perros. Cada una de las dietas contenía 70.5 por ciento del grano específico, 25 por ciento de soya extruida, 1.8 por ciento de aceite de soya, 0.3 por ciento de sal, 1.3 por ciento de fosfato dicálcico, uno por ciento de carbonato de calcio, vitaminas y minerales. La digestibilidad de la materia seca (MS) fue significativamente menor en el maíz, mijo perlado y sorgo, en comparación con el arroz. La digestibilidad de la proteína y la grasa fue similar en el arroz, sorgo y maíz. La MS fecal fue significativamente más baja en los perros alimentados con la muestra de arroz, comparada con el maíz, el mijo perlado y sorgo. Silva Junior et al. (2005) también informaron un menor coeficiente de digestibilidad de MS al sustituir arroz (0.87) con maíz (0.83) o sorgo (0.81).

En otro estudio de Fortes et al. (2010) se comparó el valor nutritivo del arroz quebrado, sorgo, maíz alto en aceite, germen de maíz, salvado de arroz y mijo. La composición de ingredientes de la dieta de referencia (g/kg, con base en como se alimentó) fue: 667.7 g de maíz; 178 g de harina de subproductos avícolas; 62.1 g harina de gluten de maíz 65% de proteína (600 g de proteína cruda/kg); 36 g de grasa avícola; 30.4 g de hígado bovino hidro-

lizado deshidratado; 13.3 g de fosfato dicálcico; 3.4 g de carbonato de calcio; 5.6 g de premezcla de minerales y vitaminas; y 3.6 g de cloruro de sodio. Para cada una de estas dietas de prueba se combinaron 700 g de la dieta de referencia y 300 g del ingrediente de prueba. La digestibilidad total de materia seca, proteína y almidón fue más alta para la dieta de referencia, las dietas de maíz alto en aceite, sorgo, mijo y arroz quebrado. El sorgo demostró una energía metabolizable (EM, MJ/kg, en base en como se alimentó) similar comparada con la dieta de maíz alto en aceite, mijo y arroz quebrado y fue más baja que la dieta de germen de maíz. La producción de heces fue similar para el sorgo, maíz alto en aceite, arroz quebrado, mijo, germen de maíz y salvado de arroz. En general, en el caso de los perros, el sorgo, el maíz alto en aceite, arroz quebrado y mijo tuvieron mejor digestibilidad y mayor energía metabolizable que el salvado de trigo, germen de maíz y salvado de arroz.

En un estudio realizado por Aldrich (2015) con tres alimentos secos para perros con sorgo fabricado con distintas fracciones de sorgo (sorgo integral - DSI, harina - DH, subproducto de la molienda del sorgo enriquecidos - SME) y una muestra control (DC) con arroz, maíz y trigo, se observó que la digestibilidad de la materia seca fue similar en la DC y DSI, y ligeramente menor que en la DH (89.9, 88.9 vs. 92 por ciento, respectivamente). La digestibilidad de la materia seca de la dieta SME fue la más baja entre las muestras (78.5 por ciento). La digestibilidad de la materia orgánica, energía y proteína cruda siguieron un patrón similar. La dieta de harina de sorgo (DH) proporcionó una ligera mejora en los coeficientes de digestibilidad, por lo que el autor indica que esto podría representar la oportunidad de nuevos usos en productos fáciles de digerir. La dieta SME mostró la mayor cantidad de excreción de heces fecales húmedas seguida de la DSI, después la DC y la cantidad más baja en la DH. La cantidad observada en la SME fue casi tres veces mayor que en la DH (95.4 vs. 32.6 g/día). El número de defecaciones por día fue similar entre las dietas CD, DSI y DH, y cada una con una incidencia menor que la SME. Con más heces excretadas diariamente y más defecaciones por día, podría sospecharse un mayor nivel de humedad y tal vez heces fecales más suaves. Sin embargo, la SME tuvo las mayores calificaciones fecales (3.91 en una escala de 5 puntos, en la que 4 corresponde a heces firmes y secas). La DC tuvo la calificación más baja de heces con respecto a las DSI y DH.

Murray et al. (1999) observaron una reducción de la digestibilidad de proteína al sustituir dietas a base de maíz (digestión de proteína cruda del 86.5 por ciento) con dietas de sorgo (Digestibilidad Total del Tubo digestivo - DTT de 83.3 por ciento). En este estudio, la dieta a base de arroz (DTT 84.9 por ciento) fue comparable en este parámetro con las dos dietas de maíz y de sorgo. Las dietas de sorgo, maíz y arroz tuvieron 44.2, 43.6 y 44.1 por ciento, respectivamente, de la inclusión de almidón específica.

Un estudio realizado por Twomey et al. (2002) encontró una digestibilidad de proteína más baja en las dietas de sorgo (coeficiente de digestibilidad de proteína de 0.85) y de maíz (0.83) comparadas con las de arroz (0.87), siendo las de sorgo las que tienen una mayor digestibilidad de proteína que las de maíz. La tasa de inclusión de las diferentes fuentes de almidón fue de 49 por ciento de arroz, 51 por ciento de maíz y el 46.1 por ciento de sorgo.

Carciofi et al. (2008) investigaron el efecto de seis dietas extruidas con fuentes diferentes de almidón, incluido el sorgo, en la digestibilidad total aparente del tracto digestivo y las respuestas glucémicas e insulinémicas en perros. Las dietas y la inclusión relativa de la fuente de almidón fueron: harina de yuca (42.49 por ciento), maíz (53.49 por ciento), sorgo (59.27 por ciento), arroz de cervecería (45.66 por ciento), lentejas (69.53 por ciento) y chícharos (guisantes) (66.35 por ciento). El sorgo utilizado en este estudio tuvo un bajo contenido de taninos (0.57 por ciento). Para obtener dietas equilibradas con porcentajes similares de almidón, grasa, calcio y fósforo, se añadieron ingredientes extras como proteína aislada de soya. Todos los perros consumieron las dietas experimentales sin episodios de vómitos, diarrea o rechazo al alimento. Los perros alimentados con dietas a base de sorgo ingirieron más proteína que los que se alimentaron con dietas a base de lentejas. También, los perros alimentados con dietas a base de sorgo ingirieron menos grasa que aquellos alimentados con la dieta de harina de yuca. La digestibilidad de la proteína fue más alta en la dieta de arroz de cervecería que en las de sorgo, maíz, chícharos (guisantes) y lentejas. La digestibilidad de almidón en todas las dietas fue menor al 98 por ciento (las de arroz de cervecería y harina de yuca tuvieron la mayor digestibilidad y las de chícharos y lentejas la menor). La digestibilidad de la fibra dietética total fue más alta en las de sorgo, chícharos y lentejas. No se observaron diferencias en las calificaciones fecales entre los diversos tratamientos. La materia seca fecal fue más alta en las dietas de arroz de cervecería, sorgo y maíz que en la de chícharos.

En el mismo estudio, las concentraciones promedio de glucosa en plasma de los perros alimentados con dietas de harina de yuca y maíz fueron más bajas que en los que consumieron los otros tratamientos. En los 180 minutos posteriores al consumo de dietas con arroz de cervecería, harina de yuca y maíz, la concentración promedio de glucosa en plasma no fue distinta al valor basal. Aunque después de 300 minutos, la concentración promedio de glucosa en plasma en las dietas de sorgo, guisantes y lentejas permaneció por arriba del valor basal. La curva de respuesta a la insulina posprandial de la dieta de sorgo no regresó a los valores iniciales durante el tiempo de observación de 300 minutos. La superficie total debajo de la curva de la insulina (0 a 300 minutos) fue menor en el caso de la harina de yuca que en el sorgo. La superficie debajo de la curva de la insulina ≥ 30 minutos fue mayor después de ingerir sorgo que arroz de cervecería o harina de yuca. Este estudio demostró que las dietas con sorgo, lentejas o chícharos pueden añadir un efecto positivo a la salud de los perros, como retardar y alargar las respuestas glucémica e insulinémica.

Calidad de las heces fecales

La calidad de las heces fecales es un factor importante para los dueños de mascotas, de tal forma que Twomey et al. (2003) observaron que la adición de productos enzimáticos a las dietas de sorgo con una mezcla de carbohidratos, incrementó las calificaciones fecales y las hizo equivalentes a las de los perros alimentados con dietas a base de arroz. Estas enzimas causan que las heces fecales se suavicen ligeramente sin volverlas diarreicas. La

enzima específica se roció en la dieta seca a un nivel de 1,000 ml/t y las dietas utilizadas en el experimento contenían dietas de 552 g sorgo/kg, 535 g maíz/kg y 521 g arroz/kg. Aunque hubo una menor calificación fecal en las dietas de maíz y sorgo sin la adición de la enzima comparada con el arroz, la calificación fecal de todas las dietas fue 'ideal' en la escala de Waltham. En 2022, Twomey et al. investigaron en un estudio la digestibilidad de nutrientes fecales y el efecto sobre la calidad de las heces de las dietas con arroz (49 por ciento de inclusión), sorgo (46 por ciento de inclusión) y maíz (51 por ciento de inclusión). Se observó una diferencia en la calificación fecal entre los diferentes tratamientos, siendo la del arroz el que obtuvo la calificación fecal más alta (heces más sueltas). Todas las calificaciones fecales estuvieron dentro del rango ideal indicado por el Sistema de Calificación Fecal Waltham, lo cual indica que las dietas de sorgo y maíz no tuvieron un efecto negativo sobre la calidad de las heces. La digestibilidad del almidón no fue diferente entre las dietas y todas ellas tuvieron 100 por ciento de digestibilidad fecal del almidón. El autor indica que es probable que esto se deba al proceso de extrusión que gelatiniza el almidón en las dietas de sorgo y maíz, lo que las hace más digestibles. Los coeficientes de digestibilidad fecal de la proteína, grasa y energía bruta fueron más altos en el tratamiento con arroz. Por ende, la dieta de arroz mostró un contenido más alto de energía digestible. Incluso si la digestibilidad de nutrientes del arroz fue más alta que la de las otras dietas, en todas estuvo por arriba de los valores promedio de digestibilidad del alimento comercial para perros, de acuerdo con los requerimientos de nutrientes para perros del National Research Council. Una prueba in vivo de Kansas State University (Alavi) en 2016 mostró que la digestibilidad de las dietas de sorgo (inclusión alrededor del 50 por ciento del alimento) no fue estadísticamente diferente a las dietas de arroz y maíz. Para obtener una composición de nutrientes similar entre las dietas, se corrigió el nivel de fibra en la dieta de arroz con la inclusión de más pulpa de remolacha, ya que el arroz tiene menos fibra que el sorgo. Dicha corrección no se realiza a menudo en los estudios publicados, incluso si esto pudiera afectar algunas de las diferencias observadas en los estudios. En el caso de la producción y calidad fecal, el estudio tampoco mostró diferencias entre las dietas en calificación fecal, su contenido de humedad y producción. Además, las heces fecales estuvieron muy cercanas a lo ideal en todas las dietas. El pH fecal fue menor en los perros alimentados con las dietas de sorgo blanco y rojo. El análisis de glucosa posprandial mostró que no hubo diferencias entre las dietas en el promedio, máximo, aumento creciente y concentración pico de glucosa.



Procesamiento

La extrusión representa el 80 por ciento de la producción de alimentos para mascotas. El horneado y el peletizado representan los otros dos principales tipos de procesos de producción de la industria (Gibson, 2015). El horneado solo involucra energía térmica, mientras que la extrusión implica tanto energía mecánica como térmica, por lo que es posible tener gelatinización del 90 al 100 por ciento en las croquetas extruidas (Gibson, 2013). La gelatinización de almidón observada en las croquetas horneadas para mascotas fue mayor que o igual al 60 por ciento. Con una mayor gelatinización del almidón y desnaturalización de la proteína, la digestibilidad de la extrusión favorece un mayor grado de formación de complejos de amilosa-grasa. La formación de complejos de amilosa-lípidos (Pilli, 2011) disminuyen el nivel de grasas libres susceptibles a la oxidación, lo que por ende alarga la vida útil del producto. Además, esta formación de complejos desacelera la digestibilidad del almidón, lo cual representa posibles beneficios para la salud de los perros (Muoki, 2011).

Hay estudios (Gibson, 2015) que también han mostrado que la extrusión reduce y elimina bacterias en el alimento para animales, pero en la actualidad no hay alguno que muestre el mismo efecto en el alimento procesado por horneado. No obstante, los estudios que comparan las propiedades sensoriales de las muestras extruidas y horneadas observaron que las horneadas tuvieron un color más claro y niveles más bajos de atributos relacionados con la rancidez (Koppel et al., 2014). Gibson (2015) observó que cantidades crecientes de energía total durante la extrusión aumentaron la gelatinización del almidón, con niveles más bajos de densidad de la pieza y mayor proporción de expansión de la croqueta. Se observó una disminución en la cantidad de APC y Salmonella con el incremento de energía total en el sistema de extrusión. Las investigaciones realizadas por Gibson (2013), Murray et al. (1999) y Twomey et al. (2002) indican que el procesamiento de extrusión puede incrementar la digestibilidad del almidón a 0.90 - 0.95 por ciento en los alimentos para perros, gracias a la mayor gelatinización del almidón que lo hace casi completamente digestible

(Twomey, 2003). Murray et al. (2009) encontraron que el almidón rápidamente digerible del sorgo aumentó de 36.8 por ciento a 90.3 por ciento con base en el porcentaje de materia seca después de la extrusión a alta temperatura (de 124° a 140° C). Igual que el almidón resistente en el sorgo que también disminuyó del 45.6 por ciento a 2.7 por ciento (base materia seca). Un estudio realizado por Carciofi et al. (2008) observó una digestibilidad del almidón de 0.98 por ciento al alimentar perros con dietas extruidas de sorgo. El tamaño de partícula puede impactar en la gelatinización del almidón durante la extrusión de las dietas de sorgo. Putarov et al. (2014) utilizaron sorgo rojo y blanco molidos a tres diferentes tamaños de partícula (0.5, 0.8 y 1 mm) en formulaciones de alimento premium para perros. Las dietas se extruyeron con dos diferentes proporciones de 'energía térmica específica (ETE): energía mecánica específica (EME)': ETE alta: EME (300 RPM/85-90° C) y ETE baja: EME (400 RPM/75-80° C). La densidad de masa, inversamente relacionada a la expansión de la croqueta durante la extrusión, aumentó con el tamaño de partícula y fue mayor en las dietas extruidas a una ETE:EME baja. El tamaño de partícula afectó la gelatinización del almidón (93, 85 y 82 por ciento de gelatinización del almidón para los tamaños de partícula 0.5, 0.8 y 1 mm, respectivamente), pero no por las condiciones de procesamiento. Se observó una mayor gelatinización del almidón con el sorgo blanco en comparación con el rojo y la dieta control de arroz (89, 85 y 80 por ciento, respectivamente).





Características sensoriales

Apariencia, aroma, textura y sabor son las principales características sensoriales que se miden en los estudios de alimentos para mascotas. Los compuestos fenólicos pueden ser los responsables del amargor y astringencia en alimentos y bebidas. En el caso del sorgo, los compuestos fenólicos como los taninos, antocianinas y ácidos fenólicos se encuentran principalmente en el salvado. El tipo y nivel de compuestos fenólicos en las diferentes variedades de sorgo están influidos tanto por la genética como por factores ambientales. Kobue-Lekalake et al. (2007) investigaron las características sensoriales del sorgo con distintos niveles de compuestos fenólicos, taninos condensados totales o sin taninos. En el estudio se utilizaron infusiones y granos integrales de sorgo (grano del sorgo cocido). Hubo presencia de astringencia y amargor en todas las variedades de sorgo analizadas, pero el sorgo con taninos se percibió más amargo y astringente que el sorgo sin taninos, que se percibió como más dulce. El grano del sorgo blanco tuvo un endospermo más duro y fue menos masticable que el resto de sorgos utilizados. Un resultado inesperado fue que el amargor y astringencia de la variedad NS 5511 de sorgo con taninos, con más del doble de nivel total de fenoles, fue comparable con los de las muestras de sorgo sin taninos.

En un estudio realizado en Kansas State University por Aldrich y Koppel (2015), se fabricaron tres dietas secas extruidas de alimento para perros con diferentes fracciones de sorgo (integral, harina y subproducto de la molienda del sorgo enriquecidos) y una muestra control con arroz, maíz y trigo. Las dietas se formularon para ser isonutritivas. La inclusión de cada una de las fracciones del sorgo fue aproximadamente de 60 por ciento (64.69 por ciento de sorgo integral, 67.65 por ciento de salvado de sorgo, 62.31 por ciento de sorgo) con la dieta control que tenía 21.2 por ciento de cada grano: maíz, arroz y trigo. Todas las dietas contenían harina de subproductos avícolas, harina de gluten de maíz de 65% de proteína, pulpa de remolacha, antioxidantes, vitaminas y minerales. Se llevó a cabo un

análisis sensorial descriptivo con un léxico previamente desarrollado por Di Donfrancesco et al. (2012), y se encontró que las muestras eran similares entre sí en cuanto a sabor, aroma y textura. Las diferencias fueron más notorias en cuanto a la apariencia. La dieta de subproducto de la molienda del sorgo enriquecido (SME, con salvado enriquecido y sorgo rojo) tuvo la apariencia más oscura, mientras que la dieta control fue la más clara. La dieta de sorgo integral (DSI) mostró la mayor apariencia granulosa y aceitosa junto con la dieta de harina (DH), y tuvo la mayor apariencia fibrosa a la par de la dieta control. La dieta de harina también tuvo el menor valor de aspereza de la superficie, por lo que parecía más lisa que las otras muestras. En textura, la dieta de harina fue la más dura y las DSI y control fueron las más arenosas. La DH tuvo el mayor aroma a tostado, sabor mohoso y polvoso, y un resabio oscuro. Entre las muestras, la de harina tuvo el menor regusto a corral. Las muestras de sorgo no mostraron significativamente mayor amargor o astringencia, comparadas con la dieta control. Un estudio (Aldrich y Koppel, 2015) reclutó a 105 consumidores con base en varios criterios, como ser dueños de mascotas, estar directamente involucrados en la compra del alimento y el tipo de alimento comprado. El estudio investigó la apariencia, color y aroma generales que más gusta a los dueños de mascotas. A los participantes se les enseñaron todas las muestras y se les pidió que las observaran y olieran. Los resultados indicaron que la DSI fue la que más gustó en general, así como la dieta control. Los resultados mostraron que la apariencia de las muestras indujo el agrado de los dueños de mascotas, más que el aroma de estas. Las dietas de harina y subproducto de la molienda del sorgo no difirieron mucho en cuanto a calificaciones de gusto, lo cual indica que es posible que aumente la aceptación del dueño de la mascota de los productos que mejoran las características de apariencia. En el mismo estudio (Aldrich y Koppel, 2015) también se realizó una prueba de palatabilidad de un tazón. Se alimentó a 30 perros de sexo, raza y tamaño distintos (no menores a 4.5 kg ni mayores a 45 kg) con las cuatro dietas en la casa de sus dueños. Durante cinco días se sirvió cada una de las dietas a cada perro y se calculó la cantidad de alimento con base a su peso. Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticas en el consumo entre las dietas de sorgo y control (cuadro 1).

Cuadro 1

Aceptación de los perros del panel (N=30 de 680 evaluados) de muestras de alimento para mascotas (% consumo) de las dietas control (DC), sorgo integral (DSI), harina (DH) y subproducto de la molienda del sorgo (SMS) de una prueba interna de palatabilidad de un solo tazón.

Item	CD	WSD	FD	MF	p-value
Intake(%)	57.06	55.62	53.44	57.50	0.1729

En otro estudio realizado en 2016 en Kansas State University (Alavi), se alimentó con dietas de sorgo extruido fabricadas con sorgo blanco y rojo (50 por ciento de inclusión) y una dieta control a base de maíz y arroz a 36 perros adultos de criaderos (machos y hembras de varias razas). No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el consumo de estas dietas.

Estudios, como el de Kore et al. (2009), demostraron que el consumo promedio diario de MS de perros como un todo (g día⁻¹) y con respecto a su peso corporal (g kg⁻¹ PC) con dietas de arroz (140.2 ± 5.2 y 22.9 ± 1.5), maíz (129.2 ± 2 y 21.9 ± 1.7), mijo perlado (122.4 ± 10.2 y 19.8 ± 3) y sorgo (140.7 ± 2.9 y 22.3 ± 1.5) no fueron significativamente diferente. También, Carciofi et al. (2008) y De-Oliveira et al. (2008) obtuvieron resultados similares al alimentar a perros y gatos con dietas extruidas de maíz, sorgo y arroz de cervecería.





Conclusiones

»Varios estudios mostraron el desempeño de la digestibilidad de las dietas de sorgo extruido equivalente a las de otros granos con mejor calidad fecal y menor índice glucémico. Sin embargo, algunos estudios mostraron una posible menor digestibilidad de la proteína del sorgo, comparada con la del arroz o el maíz.

»La extrusión puede aumentar hasta 0.98 por ciento la digestibilidad del almidón en las dietas de sorgo para perros.

»Las dietas de alimento para perros extruido hechas con sorgo integral como el principal ingrediente fueron aceptadas por los dueños de mascotas al mismo nivel que las dietas control con arroz, trigo y maíz, sin sorgo.

»Mejorar los factores de apariencia de las dietas fabricadas con otras fracciones de sorgo incrementa la aceptabilidad de los dueños de mascotas.

»Los estudios de palatabilidad han demostrado que no hay diferencia en el consumo de alimento entre las dietas de sorgo extruidas y las fabricadas con otros granos como maíz, trigo y arroz.

»Mediante técnicas mejoradas de mejoramiento de semillas, el ARS del USDA recientemente desarrolló nuevas líneas genómicas de sorgo con niveles significativamente más altos de proteína y de digestibilidad de la proteína, que deben considerarse como parte de futuros estudios de investigación en alimentos para mascotas.

Bibliografía

Alavi, S. 2016. Use of Grain Sorghum as the Primary Cereal Ingredient in Premium Pet Food Products. Report to Sorghum Checkoff.

Aldrich, G. 2007. Sorghum: poor-man's corn or novel carb? *Petfood Industry*, 49, 2, 38-39.

Aldrich, G., Koppel, K, Di Donfrancisco, B., Alvarenga, I. 2015 Introducing New Profit Streams for Grain Sorghum: Milling Characteristics and Inclusion Considerations for Use in Pet Foods. Report to Sorghum Checkoff.

Awika, M.J., Rooney, W.L. 2004. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry* 65 (2004) 1199–1221.

Bednar, G.E., Patil, A.R., Murray, S. M., Grieshop, C.M. et al. 2001. Starch and fiber fractions in selected food and feed ingredients affect their small intestinal digestibility and fermentability and their large bowel fermentability in vitro in a canine model. *J Nutr.* 2001 Feb; 131 (2):276-86.

Carciofi, A.C., Takakura, F.S., De-Oliveira, L.D., Teshima, E., Jeremias, J.T., Brunetto, M.A. Effects of six carbohydrate sources on dog diet digestibility and post-prandial glucose and insulin response. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 92:326–336 (2008).

Da Silva Junior, J.W., De Oliveira Borges, F.M., Solis Murgas, L.D. 2005. Digestibility of diets with different sources of carbohydrates and your influence in the blood glucose and blood insulin in health dogs. *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 29, n. 2, p. 436-443.

De-Oliveira, L.D., Carciofi, A.C., Oliveira, M.C.C., Vasconcellos, R.S., Bazolli, R.S., Pereira, G.T. Effects of six carbohydrate sources on cat diet digestibility and postprandial glucose and insulin response. *J Anim Sci* 86:2237–2246 (2008).

Di Donfrancesco, B., Koppel, K., Chambers, E. IV. 2012. An initial lexicon for sensory properties of dry dog food. *J. Sens. Stud.* 27: 498-510.

Dykes, L. and Rooney, L.W. 2005. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *Cereal Foods World* 52, 105-111. Boren, 1992

Gibson, M. 2015. Physico-chemical and shelf-life between baked and extruded pet foods. K-REx. Electronic Theses and Dissertations.

Gibson, M., Aalavi, S., 2013. Pet Food processing - Understanding Transformations in Starch during extrusion and baking. *Cereal Foods World*, 58, 5, 232-236.

Kobu-Lekalake, R., Taylor, J.R.N., De Kock, H.L. 2007. Effects of phenolics in sorghum grain on its bitterness, astringency and other sensory properties. *J Sci Food Agric* 87:1940–1948.

Koppel, K., Gibson, M., Alavi, S., Aldrich, G. 2014. The effects of cooking process and meat inclusion on pet food flavor and texture characteristics. *Animals* 2014, 4, 254-271.

Kore, K.B., Pattanaik, A.K., Das, A., Sharma, K. 2009. Evaluation of alternative cereal sources in dog diets: effect on nutrient utilization and hindgut fermentation characteristics. *J Sci Food Agric* 2009; 89: 2174–2180

Muoki, P. N., De Kock, H. L., Emmambux, M. N. 2011. Effect of soy flour addition and heat-processing method on nutritional quality and consumer acceptability of cassava complementary porridges. *Journal of the science of food and agriculture*, 92(8), 1771-9.

Murray, S. M., Fahey, JR., G. C., Merchen, N. R., Sunvold G. D., Reinhart, G. A. 1999. Evaluation of selected high-starch flours as ingredients in canine diets. *J. Anim. Sci.* 77:2180-2186. Fortes et al. (2010)

National Research Council, 1985: Nutrient Requirements of Dogs. National Academy Press, Washington, USA.

Pilli, T., Derossi, A., Talja, R., Joppila, K., Severini, C. 2011. Starch–lipid complex formation during extrusion-cooking of model system (rice starch and oleic acid) and real food (rice starch and pistachio nut flour). *European Food Research and Technology*, 517-525.

Putarov, T., SA, F.C., Joseph, M., Carciofi, A., Alavi, S. 2014. Sorghum-based extruded pet food: impact of particle size and process conditions on physico-chemical attributes. *Cereal Foods World*, 59, 6S, A28-A29.

Sorghum Checkoff. http://sorghumcheckoff.com/wp-content/uploads/2012/06/2014_09_18_UpdatedNutritionInfo_FJ1.pdf

Twomey, L.N., Pethick, D.W., Rowe, J.B., Choct, M., Pluske, J.R., Brown, W., Laviste, M.C. 2002. The use of sorghum and corn as alternatives to rice in dog foods. *J. Nutr.* 132:1704s-1705s.

Twomey, L.N., Pethick, D.W. Rowe, J.B., Choct, M., Pluske, J.R., Brown, W., Laviste, M.C. 2002. The use of sorghum and corn as alternatives to rice in dog foods. *J. Nutr.* 132:1704s-1705s.

Twomey, L.N., Pluske, J.R., Rowe, J.B., Choct, M., Brown, W., Pethick, D.W. 2003. The replacement value of sorghum and maize with or without supplemental enzymes for rice in extruded dog foods. *Animal Feed Science and Technology* 108 (2003) 61–69.

Wall, J.S., Paulis, J.W. Corn and Sorghum Grain Proteins in *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol 2. Pomeranz, Y., Ed., American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, 1976.





sorghumcheckoff.com
grains.org



U.S. GRAINS
COUNCIL