

Digestibilidad de dietas con pulpa cítrica deshidratada para conejos en etapa de engorde

Digestibility of diets with dehydrated citrus pulp for fattening rabbits

Juliana Alejandra Rubio Varela¹, Mayra Diaz Vargas^{1*},
Carlos Felipe Duque Ramirez²

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar las composición nutricional y digestibilidad *in vitro* en conejos de un alimento peletizado usando pulpa cítrica como sustituto de un alimento convencional. Se utilizaron 24 conejos adultos (>80 días) distribuidos en cuatro tratamientos (0, 10, 20 y 30%) con seis repeticiones. El periodo experimental fue de 12 días (7 para el periodo de adaptación y 5 para la colecta de heces). La pulpa de naranja presentó 7.4% de proteína bruta (PB), 14.9% de fibra cruda (FC), 3.8% de extracto etéreo, 5.1% de materia mineral, 4308 kcal/kg de energía bruta y 385.76 mg de polifenoles por 100 g de pulpa cítrica. Los niveles de PB disminuyeron a medida que aumentaba el nivel de inclusión de la pulpa cítrica (16.77 a 17.85%), mientras que el porcentaje de digestibilidad de la materia seca aumentó con mayores niveles de inclusión de pulpa. Se concluye que se puede incluir hasta 30% de pulpa cítrica en la alimentación de conejos como sustituto del concentrado comercial sin afectar la digestibilidad de los nutrientes.

Palabras clave: antioxidantes, coeficientes, flavonoides, fibra, energía, naranja

¹ Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A., Bogotá, Colombia

² Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia

* E-mail: maydiaz@udca.edu.co

Recibido: 10 de junio de 2022

Aceptado para publicación: 4 de diciembre de 2022

Publicado: 27 de febrero de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the nutritional composition and *in vitro* digestibility in rabbits of a pelleted feed using citrus pulp as a substitute for a conventional feed. It was used 24 adult rabbits (>80 days) distributed in four treatments (0, 10, 20 and 30%) with six repetitions. The experimental period was 12 days (7 for the adaptation period and 5 for the faeces collection). The orange pulp presented 7.4% crude protein (CP), 14.9% crude fibre (CF), 3.8% ether extract, 5.1% mineral matter, 4308 kcal/kg of gross energy and 385.76 mg of polyphenols per 100 g of citrus pulp. CP levels decreased as the inclusion level of citrus pulp increased (16.77 to 17.85%), while the dry matter digestibility percentage increased with higher pulp inclusion levels. It is concluded that up to 30% of citrus pulp can be included in rabbit feed as a substitute for commercial concentrate without affecting nutrient digestibility.

Key words: antioxidants, coefficients, flavonoids, fiber, energy, orange

INTRODUCCIÓN

La determinación de nutrientes digestibles en las dietas permite estimar la cantidad de nutrientes aprovechados por el animal, lo cual puede afectar su productividad. Se requiere conocer la composición química y los coeficientes de digestibilidad de las dietas que se suministran a los animales, así como las particularidades del tracto gastrointestinal, como es el caso del conejo, que puede utilizar fuentes fibrosas e inclusiones significativas de carbohidratos solubles en las dietas (Nieves, 2005). Asimismo, De Maria *et al.* (2013) resaltan la importancia del ciego y del proceso natural de cecotrofia, los cuales permiten un mayor aprovechamiento de nutrientes.

La producción animal eficiente depende grandemente de los costos de alimentación, especialmente en especies monogástricas, donde el costo de la alimentación llega al 70% del costo total de la producción (Araujo *et al.*, 2008). Por otro lado, la fluctuación de los precios en ciertas épocas de año, el crecimiento de las agroindustrias y el aumento de la producción de residuos fomenta el interés del uso de subproductos agrícolas en la alimentación animal (Gomes *et al.* 2018).

La industria alimentaria de jugos genera diversos subproductos que pueden ser utilizados en la alimentación animal; especialmente los cítricos (Lante y Tinello, 2015). Según Peñaranda *et al.* (2017), Colombia produce 20 millones de toneladas de subproductos de cítricos, mayormente a partir de fruta desechada, cáscara y resto de pulpa de la industria de jugos, donde la cáscara puede representar 45-60% del peso total de la fruta (Ruiz y Flotats, 2014). La mecanización de la agricultura ha llevado a un aumento de los subproductos agroalimentarios, la mayoría siendo desechados, de allí que podrían ser una opción de ingredientes económicos, no competitivos y fácilmente asequibles en la nutrición animal (Oluremi *et al.*, 2006).

La pulpa cítrica tiene ventajas productivas, económicas y nutricionales, considerándose una fuente de compuestos bioactivos como vitaminas, carotenoides, fibra, compuestos fenólicos (Okwu y Emenike, 2006; Castro *et al.*, 2016). Asimismo, se ha determinado que la inclusión de pulpa cítrica en la alimentación animal estimula la formación de bacterias probióticas que estimulan la microbiota intestinal y promueven la salud intestinal (Jiménez *et al.*, 2012). En esta línea, Serra *et al.* (2021) señala la importancia de los polifenoles como metabolitos secun-

darios con acción antioxidante, usándose como aditivos en concentrados de animales de producción. El presente estudio, por lo tanto, tuvo como objetivo determinar la composición química y los coeficientes de digestibilidad aparente de dietas para conejos con niveles crecientes de sustitución de pulpa cítrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Estudio y Animales

La investigación se llevó a cabo en el área cunícola de la Unidad Académica El Remanso de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), ubicada en el Distrito Capital de la ciudad de Bogotá, Colombia. La zona se encuentra a una altitud de 2630 msnm, y presenta una temperatura máxima de 18-20 °C y mínima de 8-10 °C, precipitación anual de 797 mm y humedad relativa de 77-83% (IDEAM, 2017).

Se recolectó cáscara, pulpa y semillas de naranja en diversos puntos de ventas de jugos de naranja de la ciudad de Bogotá DC. Los subproductos de naranja provinieron principalmente de las variedades Tangelo (*Citrus* × tangelo) y Valencia (*Citrus sinensis* 'Valencia'). Los sub-productos fueron homogenizados y secados con calentadores de ambiente en área de cemento, siendo colocados en camadas y volteados dos veces al día durante cinco días hasta alcanzar un contenido de humedad de aproximadamente 13%. El material (±15 kg) fue molido en un molino tipo cuchilla (tamiz con poros de 2.5 mm).

Se trabajó con cuatro tratamientos: Una dieta control (concentrado comercial con 17% de proteína, 2.5% grasa, 15% de fibra, 12% de materia mineral y 13% de humedad) y tres dietas con niveles de sustitución de concentrado por subproducto de naranja de 10, 20 y 30%, respectivamente, cada uno con seis repeticiones. El material cítrico seco fue mezclado con el concentrado comercial y fue

peletizado nuevamente. El concentrado comercial contiene alfalfa, maíz, harina de arroz, torta de soya, salvado de trigo, melaza, vitaminas y minerales.

Se utilizaron 24 conejos adultos (>80 días de edad) en óptimas condiciones de salud para la evaluación de digestibilidad de las dietas. Los animales fueron ubicados en jaulas metálicas individuales que contenían bebedero y comedero. Los animales recibieron el alimento dos veces al día (07:00 y 15:00). La cantidad de alimento suministrado fue ajustada acorde con el peso vivo. El consumo de agua fue *ad libitum*. Los animales se mantuvieron de acuerdo con las normas nacionales e internacionales de bienestar animal. Todos los procedimientos experimentales estuvieron de acuerdo con la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

Periodo Experimental

El periodo experimental fue de 12 días, de los cuales 7 días correspondieron al periodo de adaptación y 5 días al periodo de colecta de heces. Las heces se recolectaron, se pesaron y se almacenaron diariamente a -18 °C en el Laboratorio de Nutrición Animal (U.D.C.A.). Al final del periodo de colecta, las muestras de heces se descongelaron y fueron homogenizadas dentro de cada repetición y secadas en una estufa de ventilación forzada a 55 °C por 72 h.

Las heces secas se molieron en un molino con tamiz de 1 mm y se procedió al análisis de composición química de acuerdo con los procedimientos de AOAC (2007): materia seca (MS) (967.03), materia orgánica (MO) (967.05), proteína bruta (PB o PT) (992.23), fibra cruda (FC) (978.10), extracto etéreo (EE) (920.39C), material mineral (MM) (923.03), fibra en detergente neutro (FDN) (2002.04), fibra en detergente ácido (FDA) (973.18). El extracto libre de nitrógeno (ELN) fue calculado a partir de la sumatoria de los resultados obtenidos de los

análisis bromatológicos correspondientes a proteína, grasa, fibra cruda, cenizas y humedad menos el 100% del alimento. Los valores de energía fueron determinados por medio de bomba calorimétrica (Parr Instruments Co.). La determinación del contenido de polifenoles totales fue obtenida de los extractos hidroalcohólicos según la metodología de Bloor (2001) y los resultados fueron expresados en miligramos de Equivalentes de ácido gálico/100 g de pulpa cítrica.

Los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de MS, PT, FC, EE, MM, ELN, FDA, FDN, MO y EB de las dietas y del subproducto de naranja deshidratada fueron determinados acorde con Pérez *et al.* (1995) según la ecuación: Coeficiente de digestibilidad (%) = $[(NI - NE)/NI] \times 100$, donde NI es el nutriente ingerido y NE el nutriente excretado.

Análisis Estadístico

Los resultados se sometieron a un análisis estadístico por medio del software SAS 9.4. Se hizo un análisis de varianza teniendo en cuenta la prueba de Bartlett para la verificación de la homogeneidad de varianzas. Asimismo, para verificar el cumplimiento de

distribución normal se utilizó la prueba de normalidad Jarque-Bera. Luego, se realizó la prueba de Dunnett ($p < 0.05$). Los niveles de sustitución de la ración control por subproducto de naranja deshidratada fueron evaluadas a través de la regresión polinomial.

Para el análisis se utilizó el modelo estadístico: $Y_{ij} = b_0 + b_1A_i + b_2A_i^2 + e_{ij}$, donde Y_{ij} : Observación de la variable dependiente en la unidad experimental j sometida al nivel i del subproducto, donde son los niveles (0, 10, 20 y 30%) de la pulpa cítrica, b_0 : Intercepto, b_1 y b_2 son los coeficientes lineales cuadráticos de regresión de la variable dependiente en función de los niveles de inclusión del subproducto, y e_{ij} es el error asociado a cada observación Y_i .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pulpa cítrica tuvo 7.4% de PT, 4308 kcal EB/kg y 14.87% de FC, indicando que es un producto altamente energético y una buena fuente de fibra, apropiado para animales que requieren altos niveles de fibra como es el caso de los conejos. El contenido de polifenoles totales fue de 385.76 mg de (equi-

Cuadro 1. Composición química y energética de la pulpa cítrica deshidratada, ración referencia y raciones experimentales para conejos de engorde

Nutriente (%)	Pulpa cítrica (%)	Niveles de sustitución			
		0%	10%	20%	30%
MS	93.26	88.27	88.26	89.41	89.56
PT	7.40	20.05	17.85	17.81	16.77
FC	14.87	13.48	13.58	14.25	16.22
EE	3.81	5.02	5.01	5.71	5.76
MM	5.10	12.30	11.61	10.50	10.23
ELN	68.82	48.95	52.02	52.73	51.02
FDA	16.80	18.10	17.19	17.32	17.15
FDN	25.81	44.11	41.39	41.35	41.26
MO	94.90	87.70	88.39	89.50	89.77
EB kcal/ kg	4308	4276	4230	4331	4333

Materia seca (MS), Proteína total (PT), Fibra cruda (FC), Extracto etéreo (EE), Materia mineral (MM), Extracto libre de nitrógeno (ELN), Fibra en detergente ácido (FDA), Fibra en detergente neutro (FDN), Materia orgánica (MO), Energía bruta (EB)

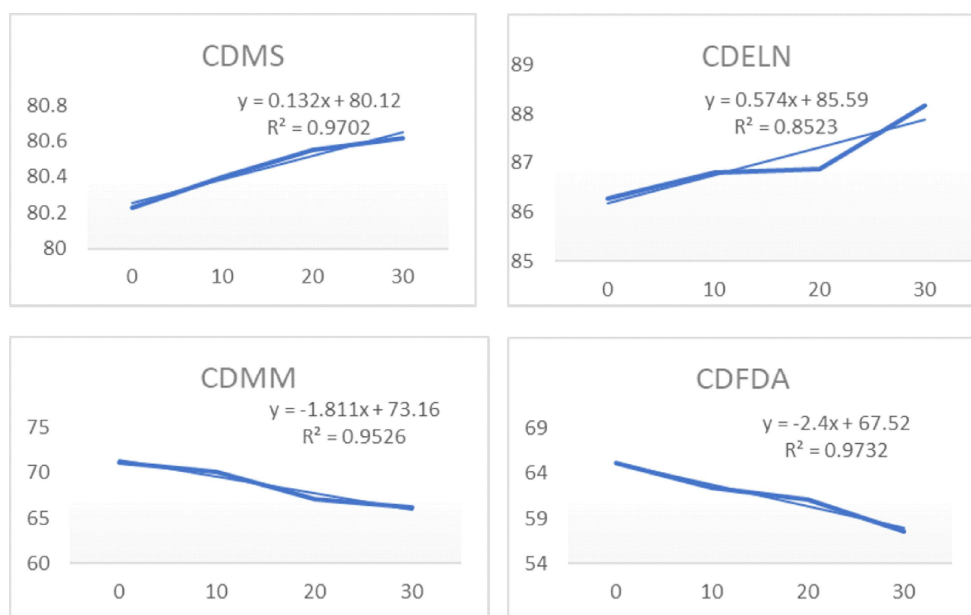


Figura 1. Efecto de los niveles de pulpa cítrica sobre el coeficiente de digestibilidad de materia seca (CDMS), extracto libre de nitrógeno (CDELN), materia mineral (CDMM) y fibra de detergente ácido (CDFDA) en dietas de conejos de engorde

valente de ácido gálico) por 100 g de pulpa cítrica.

Los resultados de composición química y energía bruta de la cáscara de naranja y las dietas con los niveles de sustitución se presentan en el Cuadro 1. La proteína mostró un comportamiento decreciente a medida que aumentó el porcentaje de pulpa cítrica en el concentrado, presentando valores entre 16.77 a 17.85%.

La pulpa de los cítricos se caracteriza por la alta digestibilidad de la materia seca, alto contenido de fibra, alto contenido de carbohidratos solubles y pared celular digerible (Pinheiro *et al.*, 2000). En el presente estudio, el subproducto de naranja deshidratado evidenció valores altos (>80%) de CDa de EE (92.26%), FDN (89.04%), PT (85.03%), MM (83.77%), EB (87.81%), MO (81.74%), ELN (83.69%), FDA (81.59%).

El nivel de 30% de sustitución de concentrado con pulpa cítrica presentó mayor digestibilidad de MS y ELN y menor digestibilidad de FDA y EB ($p < 0.05$). Al evaluar los niveles de sustitución de pulpa cítrica deshidratada se encontraron resultados lineales crecientes para la digestibilidad de la MS y ELN, en tanto que los CDa de FDA y MM mostraron resultados lineales decrecientes (Figura 1).

No se observaron diferencias significativas en CDa de PT, obteniéndose valores de 85.03% para la pulpa cítrica y entre 79.64 a 82.62% para las dietas experimentales. En forma similar, tampoco se encontraron diferencias significativas para los CDa de FC, EE, FDN, MO y EB (Cuadro 2).

El valor de EB, PT, y EE de la pulpa cítrica del presente estudio (Cuadro 1) comparado con el maíz, según Rostagno *et al.*

Cuadro 2. Coeficiente de digestibilidad aparente (CDa %) de la pulpa cítrica y dietas experimentales (Media $\pm$ error estándar) para conejos de engorde

Nutriente (%)	CDa de la pulpa cítrica (%)	CDa de niveles de sustitución				CV	R
		0%	10%	20%	30%		
MS	79.02 $\pm$ 0.28	80.23 $\pm$ 0.02	80.40 $\pm$ 0.08	80.55 $\pm$ 0.06*	80.56 $\pm$ 0.06*	0,17	L=0.0024 ¹
PT	85.03 $\pm$ 3.43	83.04 $\pm$ 1.99	81.62 $\pm$ 2.09	82.62 $\pm$ 1.71	79.64 $\pm$ 3.87	2,22	NS
FC	69.39 $\pm$ 5.56	62.14 $\pm$ 1.93	62.66 $\pm$ 1.96	62.88 $\pm$ 2.46	62.66 $\pm$ 2.36	6,08	NS
EE	92.26 $\pm$ 0.92	93.94 $\pm$ 0.33	94.07 $\pm$ 0.32	92.65 $\pm$ 0.87	93.97 $\pm$ 0.18	1,23	NS
MM	83.77 $\pm$ 2.80	71.18 $\pm$ 1.03	70.11 $\pm$ 0.57	67.09 $\pm$ 1.25	67.34 $\pm$ 1.19	1,49	L=0.0151 ²
ELN	83.68 $\pm$ 1.41	86.45 $\pm$ 0.18	86.80 $\pm$ 0.39	86.51 $\pm$ 0.36	88.54 $\pm$ 0.38*	0,89	L=0.0114 ³
FDA	81.59 $\pm$ 2.16	65.11 $\pm$ 1.42	61.09 $\pm$ 1.28	61.05 $\pm$ 0.92	57.55 $\pm$ 1.10*	4,5	L=0.0021 ⁴
FDN	89.04 $\pm$ 1.56	74.20 $\pm$ 1.07	70.48 $\pm$ 0.10	70.28 $\pm$ 0.59	72.73 $\pm$ 3.86	4,49	NS
MO	81.74 $\pm$ 0.32	82.38 $\pm$ 0.14	82.43 $\pm$ 0.07	82.63 $\pm$ 0.15	82.56 $\pm$ 0.14	0,36	NS
EB	87.81 $\pm$ 1.28	83.72 $\pm$ 0.22	82.72 $\pm$ 0.21	83.65 $\pm$ 0.18	82.45 $\pm$ 0.33*	0,67	NS

Test de Dunnett a 5%

CV= Coeficiente de variación; R= Regresión; NS = No-significativo; L= efecto linear

Materia seca (MS); proteína total (PT); fibra cruda (FC); extracto etéreo (EE); materia mineral (MM); extracto libre de nitrógeno (ELN); fibra en detergente ácido (FDA); fibra en detergente neutro (FDN); materia orgánica (MO); eergía bruta (EB)

¹ $y = 0.132x + 80.12$; $R^2 = 0.9702$; ² $y = -1.811x + 73.16$; $R^2 = 0.9526$; ³ $y = 0.574x + 85.59$; $R^2 = 0.8523$; ⁴ $y = -2.4x + 67.52$; $R^2 = 0.9732$

(2017), indica que la pulpa cítrica contiene valores de 11.6, 6.9 y 3.8% mayores que los del maíz, respectivamente. Además, presenta un elevado contenido de FC, FDN, FDA y MO (Cuadro 1).

Datos similares a los encontrados en este estudio fueron reportados por Ojabo y Adenkola (2013) en *Citrus sinensis* aunque valores mayores para EE (7.19%) y MM (8.19%). Los valores de proteína bruta están en concordancia con el 7.44% obtenido por Oluremi *et al.* (2006). Por otro lado, el total de PB de las dietas con pulpa cítrica estuvo dentro del rango de 16-18%, que según Anugwa *et al.* (1982) cubre las necesidades requeridas para el mejor desempeño de los conejos. No obstante, la disminución del contenido de PB en la dieta con el incremento del porcentaje de sustitución de concentrado comercial por pulpa cítrica podría deberse al aumento de sustancias pécticas y a la disminución del grado de lignificación de las dietas (De Blas *et al.* (2018).

Pedroso y Cavalho (2006) indican que la pulpa cítrica sustituye apropiadamente el maíz al ser una fuente más económica y contener 85-90% del valor energético del grano. Por otro lado, Hon *et al.* (2009) refiere el alto contenido de fibra de la cáscara de naranja como una ventaja en la alimentación del conejo, principalmente por la mayor cantidad de carbohidratos digeribles.

Los niveles de FC en las dietas experimentales se encuentran en los parámetros indicados por Igwebuike *et al.* (1995) quienes aconsejan aportes del 11 al 16% de fibra en las dietas para conejos en etapa de crecimiento. Las fracciones de FDA deben estar entre 18 a 24% y de FDN entre 30 a 33%, para evitar alteraciones en la tasa de excreción, paso del alimento y digestión, entre otros (Refstie *et al.*, 1999). En este sentido, Gomes *et al.* (2021) indican que altos niveles de FDN pueden ocasionar la disminución de la ingesta, principalmente por la sensación de saciedad mediante la reducción del tránsito intestinal.

Sin embargo, en el presente estudio no se observó diferencia en el tiempo de pasaje del alimento o en la digestibilidad de este, y esto fue corroborado con los coeficientes de digestibilidad.

La pulpa cítrica posee metabolitos secundarios como los flavonoides que constituyen el grupo más relevante de los compuestos fenólicos, los cuales son considerados como micronutrientes en la alimentación animal. Estos tienen funciones antioxidantes que retrasan el daño oxidativo de lípidos y proteínas (Álvarez *et al.*, 2004). El contenido de 385.76 mg (equivalente de ácido gálico) de polifenoles totales por 100 g de pulpa cítrica fue similar al valor de 374.5mg reportado por Badiale-Furlong *et al.* (2003).

La pulpa cítrica tiene altos valores de carbohidratos solubles con buena fermentación y con alta digestibilidad (Orozco, 2015), lo que explica la respuesta linear creciente en la digestibilidad de la MS y ELN al incrementar el nivel de sustitución de pulpa cítrica, tal y como lo reportan otros autores (Bhattacharva y Harba, 1973; Tafoya, 2011) quienes mencionan CD de MS de 77 a 83% usando sustitución de pulpa cítrica en la alimentación de cabras y corderos, respectivamente. Asimismo, Mejía *et al.* (2021) utilizando niveles crecientes de 5 a 20% de pulpa cítrica en la alimentación de cerdo en engorde no encontraron diferencias en la digestibilidad de materia seca. Por otro lado, los coeficientes de digestibilidad estimados para el subproducto de naranja deshidratado fueron cercanos a los obtenidos por Pereira (2003) de 84.79% de CDMS, 60.17% CDFDA y 84.26% CDEB.

La disminución del contenido de minerales digestibles se asocia con la presencia de factores anti-nutricionales como oxalato, ya que la pulpa cítrica contiene 0.033 a 0.048% de oxalato, que puede reducir la disponibilidad de calcio de la dieta (Kumar, 1991; Coloni *et al.*, 2012).

Con relación al coeficiente de digestibilidad de la PT, los valores observados para la pulpa cítrica y las dietas fueron mayores que los reportados por Watanabe *et al.* (2010), quienes utilizaron cuatro niveles de pulpa cítrica, hasta 30%, en cerdos en terminación encontrando un coeficiente de digestibilidad para la PT de 55%, para la PT de la pulpa cítrica de 85.0% y para las dietas con sustitución de 81.3%, lo que evidencia que el aumento de fibra en la dieta de conejos no disminuye la digestibilidad de la proteína. Coloni *et al.* (2012) usaron la pulpa cítrica observando que el CDA de la PT presentó reducciones de 1.42, 0.42 y 3.4% con relación al concentrado comercial, en concordancia con De Maria *et al.* (2013) quienes sustituyeron 20% de maíz con pulpa cítrica y evidenciaron una disminución del 2.13% en la digestibilidad de la proteína.

La calidad proteica del alimento está ligada con el procesamiento que es sometida la materia prima, como la alta temperatura de peletizado, que puede causar la desnaturalización de proteínas e interfiere en la digestibilidad de los subproductos (Gomes *et al.* 2021).

En conclusión, la pulpa cítrica es una excelente fuente de energía y fibra soluble para la alimentación en conejos y puede ser utilizada hasta 30% en sustitución del concentrado comercial sin afectar la digestibilidad de los nutrientes de la dieta

LITERATURA CITADA

1. **Álvarez M, Douglas R, Sánchez M, Matos M, García D. 2004.** Evaluación de la actividad antioxidante de flavonoides de cascara de naranja en el aceite de soja desodorizado. *Interciencia* 29: 532-538.
2. **Anugwa F, Okorie A, Esomonu A. 1982.** Feed utilization and growth of rabbits fed three levels of protein and energy. *Nig J Nutr Sci* 3: 109-114.

3. **AOAC. 2007.** Official Methods of Analysis. 18th ed. Arlington Association of Official Chemists. Washington DC, USA
4. **Araujo D, da Silva JH, Miranda E, Araujo J, Costa FG, Texixeria EN. 2008.** Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. *Rev Brasil Zootec* 37: 843-848. doi: 10.1590/S1516-35982008000500010
5. **Badiale-Furlong E, Colla E, Bortolato D, Baisch A, Souza-Soares L. 2003.** Avaliação do potencial de compostos fenólicos em tecidos vegetais. *Vetor* 13: 105-114.
6. **Bhattacharya N, Harb M. 1973.** Pulpa cítrica seca como reemplazo de grano para corderos Awasi. *J Animal Sci* 36: 1175-1180. doi: 10.2527/jas1973.-3661175x
7. **Bloor S. 2001.** Overview of methods for analysis and identification of flavonoid. *Method Enzymol* 335: 3-14. doi: 10.1016/S0076-6879(01)35227-8
8. **Castro-Vazquez L, Alañón ME, Rodríguez-Robledo V, Pérez-Coello MS, Hermosín-Gutierrez I, Díaz-Maroto MC, et al. 2016.** Bioactive flavonoids, antioxidant behaviour, and cytoprotective effects of dried grapefruit peels (*Citrus paradisi* Macf). *Oxid Med Cell Longev* 2016: 8915729. doi: 10.1155/2016/8915729
9. **Coloni R, Lui J, Sugohara A, Bertocco J, Morelli M, Bedore L. 2012.** Polpa cítrica em substituição ao feno de alfafa em rações de coelhos em crescimento. *Rev Bras Cunicultura* 2(1).
10. **De Blas J, Ferrer P, Rodriguez C, Cerisuelo A, Garcia P, Calvet S, Farias C. 2018.** Nutritive value of citrus co-products in rabbit feeding. *World Rabbit Sci* 26: 7-14. doi: 10.4995/wrs.2018.7699
11. **De Maria B, Scapinello C, Oliveira A, Monteiro AC, Catelan F, Figueira J. 2013.** Digestibilidade da polpa cítrica desidratada e efeito de sua inclusão na dieta sobre o desempenho de coelhos em crescimento. *Acta Sci* 35: 85-92. doi: 10.4025/actascianimsci.v35i1.12359
12. **Gomes T, Freitas E, Watanabe P, Sousa A, Ferreira AC, Tavares LM. 2018.** Farelo de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L) na alimentação de coelhos em crescimento. *Braz Animl Sci* 21: e-61927. doi: 10.1590/1809-6891v21e-61927
13. **Gomes T, Freitas E, Watanabe P, Ferreira AC, Tavares LM. 2021.** Casca do maracujá na alimentação de coelhos em crescimento *Rev Cienc Agron* 52: e20207591. doi: 10.5935/1806-6690.20210051
14. **Hon FM, Oluremi OLA, Anugwa FOI. 2009.** The effect of dried sweet orange (*Citrus sinensis*) fruit pulp meal on the growth performance of rabbits. *Pak J Nutr* 8: 1150-1155. doi: 10.3923/pjn.-2009.1150.1155
15. **[IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2017.** Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos. [Internet]. Disponible en: <http://www.-ideam.gov.co/documents/21021/418894/%20Caracter%C3%ADsticas+de+-Ciudades+Principales+y+-Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90-c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc>
16. **Igwebuike J, Abbas I, Msheliza N. 1995.** Effect of feeding graded levels of sorghum waste on the nutrient utilization by growing rabbits. *Res J Sci* 4: 49-56.
17. **Jimenez V, Gonzalez N, Magaña A, et al. 2012.** La fibra de la naranja y la salud. *Rev Divul Cientif Tecnol Univ Veracruzana* 23 (3). <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol25num3/articulos/fibra/>
18. **Kumar R. 1991.** Antinutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. In: *Proc FAO Expert Consultation*. Kuala Lumpur, Malaysia. [Internet]/ Available in: <http://www.fao.org/docrep/003/t0632e/t0632e10.htm>

19. **Lante A, Tinello F. 2015.** Citrus hydrosols as useful byproducts for tyrosinase inhibition. *Innov Food Sci Emerg Technol* 27: 154-159. doi: 10.1016/j.ifset.2014.11.001
20. **Mejía G, Ferreira W, Oliveira S, Araújo V. 2001.** Efeito da inclusão de polpa seca na dieta sobre desempenho de suínos em terminação. En: Anais 38º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba.
21. **Ojabo L, Adenkola A. 2013.** The growth performance and haematology of cockerel chick fed with sweet orange (*Citrus sinensis*) fruit peel meal. *Ann Biol Res* 4: 11-15. doi: 10.14737/journal-jahp/2016/4.3.65.71
22. **Okwu DE, Emenike IN. 2006.** Evaluation of the phytonutrients and vitamins content of citrus fruits. *Int J Mol Med Adv Sci* 2: 1-6.
23. **Oluremi OIA, Ojighen VO, Ejembi EH. 2006.** The nutritive potentials of sweet orange (*Citrus sinensis*) rind in broiler production. *Int J Poult Sci* 5: 613-617. doi: 10.3923/ijps.2006.613.617
24. **Orozco A. 2015.** Esquilmos frutales para alimento de los animales. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Torreón, México: Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro. 36 p.
25. **Pedroso A, Carvalho M. 2006.** Polpa cítrica e farelo de glúten de milho. Subprodutos para ruminantes: estratégias para reduzir o custo de alimentação. Piracicaba: AgriPoint 2: 1-35. doi: 10.1590/1808-1657000082016
26. **Peñaranda L, Montenegro S, Giraldo P. 2017.** Aprovechamiento de residuos agroindustriales en Colombia. *Rev Inv Agraria Amb* 8: 147. doi: 10.22490/2145-6453.2040
27. **Pereira R. 2003.** Estratégias de avaliação nutricional da polpa cítrica seca para coelhos em crescimento. Tesis de Maestría. Lavras, Brasil: Universidade Federal de Lavras. 110 p.
28. **Perez JM, Lebas F, Gidenne T, Maertens L, Xiccato G, Parigini-Bini R, Dalle Zote A, et al. 1995.** European reference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. *World Rabbit Sci* 3: 41-43. doi: 10.4995/wrs.1995.239
29. **Pinheiro AD, Prado IN, Alcalde CR, Zeoula LM, Nascimento WG, Torii MS. 2000.** Efeitos dos níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre a digestibilidade aparente em bovinos mestiços confinados. *Acta Sci* 22: 793-799. doi: 10.4025/actascianimsci.v22i0.3197
30. **Refstie S, Svihus B, Shearer K, Storebakken T. 1999.** Nutrient digestibility in Atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in different soybean products. *Anim Feed Sci Tech* 2: 331-345. doi: 10.1016/S0377-8401(99)00026-7
31. **Rostagno H, Albino L, Donzele J, Gomes P, Oliveira R, Lopes D, et al. 2017.** Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Brasil: Universidade Federal de Viçosa. 186p.
32. **Ruiz B, Flotats D. 2014.** Citrus essential oils and their influence on the anaerobic digestion process: an overview. *Waste Manag* 34: 2063-2079. doi: 10.1016/j.wasman.2014.06.026
33. **Serra V, Salvatori G, Pastorelli G. 2021.** Dietary polyphenol supplementation in food producing animals: effects on the quality of derived products. *Animals* 11: 401. doi: 10.3390/ani110-20401
34. **Tafoya M. 2011.** Sustitución parcial del grano de sorgo por cascara de naranja deshidratada y factores de variación en la producción de cabras. Tesis de Título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. México: Univ. Autónoma de San Luis Potosí. 47 p.
35. **Watanabe PH, Thomaz MC, Ruiz US, Santos VM, Masson GCI, Fraga AL, Pascoal LAF, et al. 2010.** Carcass characteristics and meat quality of heavy swine fed different citrus pulp levels. *Arq Bras Med Vet Zoo* 62: 921-929. doi: 10.1590/S0102-09352010000400023