

Morphometric indicators of broilers fed *Roystonea regia* fruit meal in the ration. Technical note

Indicadores morfométricos de pollos de ceba que consumen harina del fruto de *Roystonea regia* en la ración. Nota técnica

Yesenia Vives, Madeleidy Martínez-Pérez and Yasmila Hernández

Instituto de Ciencia Animal, Apartado postal 24, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: yesi@ica.co.cu

Yesenia Vives: <http://orcid.org/0000-0002-6469-4289>

Madeleidy Martínez-Pérez: <http://orcid.org/0000-0003-1585-2858>

An amount of 40 male broilers, fed *Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook fruit meal in the ration, were used to determine morphometric indicators of their gastrointestinal tract. A completely randomized design was applied with four treatments, which consisted in the inclusion of 0, 5, 10 and 15% of palm kernel meal in the diet. At 42 days, animals were weighed and sacrificed. Gizzard, caeca and accessory organs (liver and pancreas) were weighed. There was an increase of gizzard size (23.28, 26.55, 25.68 g.kg⁻¹) and of the empty caeca (4.42, 4.31, 5.38 g.kg⁻¹) with respect to control (P<0.05). It is concluded that the inclusion of palm kernel meal in diets for broilers increased the weight of the organs of the gastrointestinal tract, related to mechanical and fermentative digestion, which improves the use of the fibrous fraction by the animal.

Keywords: *poultry, alternative food, royal palm, gastrointestinal tract*

Birds have an anatomically and physiologically flexible gastrointestinal tract (GIT), which allows them to better adapt to several feeding circumstances (Mtei *et al.* 2019). Diets rich in fiber cause changes in intestinal morphology, so, depending on the source and inclusion level, the length and weight of digestive organs can be altered, as well as the number of intestinal villi and cell proliferation rate (Jiménez-Moreno *et al.* 2019).

Palm kernel, fruit of royal palm (*Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook), is one of the main alternative and energy foods available in Cuba during most of the year. Its chemical composition is acceptable for feeding monogastric animals. It stands out, among other foods, for its high concentration of ether extract (32.25 %) and crude fiber (33.95 %) (Caro *et al.* 2015). Studies carried out by Rodríguez *et al.* (2020) demonstrated the possibility of including up to 15 % of palm kernel meal in the ration for broilers. However, in the references, no results were found related to its effect on digestive morphometry of these animals. The objective of this study was to determine GIT morphometric indicators of broilers that consume palm kernel meal in the ration.

An amount of 40 male broilers, 8 d old (HE₂₁), housed in individual metal cages, were used. They were subjected to experimental diets until 42 d, which were formulated according to the requirements

Se utilizaron 40 pollos de ceba machos, que consumen harina del fruto de *Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook en la ración, para determinar indicadores morfométricos de su tracto gastrointestinal. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos, que consistieron en la inclusión de 0, 5, 10 y 15 % de harina de palmiche en la dieta. A los 42 días, los animales se pesaron y sacrificaron. Se pesó la molleja, los ciegos y órganos accesorios (hígado y páncreas). Se registró aumento de tamaño de la molleja (23.28, 26.55, 25.68 g.kg⁻¹) y de los ciegos vacíos (4.42, 4.31, 5.38 g.kg⁻¹) con respecto al control (P<0.05). Se concluye que la inclusión de harina de palmiche en dietas para pollos de ceba aumentó el peso de los órganos del tracto gastrointestinal, relacionados con la digestión mecánica y fermentativa, lo que mejora el aprovechamiento de la fracción fibrosa por parte del animal.

Palabras clave: *aves, alimento alternativo, palma real, tracto gastrointestinal*

Las aves presentan un tracto gastrointestinal (TGI) anatómica y fisiológicamente flexible, que les permite adaptarse mejor a diversas circunstancias alimentarias (Mtei *et al.* 2019). Las dietas ricas en fibra provocan modificaciones en la morfología intestinal, por lo que en dependencia de la fuente y el nivel de inclusión, se puede alterar la longitud y el peso de los órganos digestivos, además del número de vellosidades intestinales y la velocidad de proliferación celular (Jiménez-Moreno *et al.* 2019).

El palmiche, fruto de la palma real (*Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook), es uno de los principales alimentos alternativos y energéticos disponibles en Cuba durante la mayor parte del año. Su composición química es aceptable para su uso en la alimentación de animales monogástricos. Se destaca, entre otros alimentos, por su elevada concentración de extracto etéreo (32.25 %) y de fibra bruta (33.95 %) (Caro *et al.* 2015). Estudios realizados por Rodríguez *et al.* (2020) demostraron la posibilidad de incluir hasta 15 % de harina de palmiche en la ración de pollos de ceba. Sin embargo, en la literatura consultada no se encontraron resultados relacionados con su efecto en la morfometría digestiva de estos animales. El objetivo de este trabajo fue determinar indicadores morfométricos del TGI de pollos de ceba que consumen harina de palmiche en la ración.

Se utilizaron 40 pollos de ceba machos, de 8 d de edad (HE₂₁), alojados en jaulas metálicas individuales.

established by NRC (1994) for this category of birds. The control consisted of a conventional diet (soybean and corn), and the other three treatments included 5, 10 and 15 % of palm meal, so that rations remained isoprotein and isoenergetic for the periods of start, growth and finish. These diets were described by Rodríguez *et al.* (2020), as well as the procedure for the elaboration of the ingredient meal. During the entire experimentation period, broilers had free access to water and food.

At 42 d, ten broilers were weighed and slaughtered per treatment, according to the jugular vein bleeding method, following traditional procedures (stunning, bleeding and evisceration), exactly two hours and thirty minutes after food ingestion. The method of stunning with electric shock was used before the method of exsanguination by jugular puncture (Sánchez 1990). Subsequently, gizzard, caecum and accessory organs (liver and pancreas) were weighed on a technical scale (SARTORIUS, Germany). Weights were expressed as relative to live weight (LW, g.kg⁻¹).

A completely randomized design was used, with four treatments and ten repetitions, in which the animal represented the experimental unit. For the analysis of results, the statistical package Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012) was used and, when necessary, mean values were compared according to Duncan (1955).

No differences were observed among treatments for the different filled sections of the gastrointestinal tract, so the presence of food, at the time of determination, did not influence the results, since being continuous feeding, the morphometric effect appeared when consuming food in time, product of the digestive process. In relation to control, there was an increase in the size of the gizzard and of empty caeca in 10 and 15 % respectively, from the inclusion of palm kernel meal in the ration (table 1).

Se sometieron hasta los 42 d a las dietas experimentales, formuladas según los requerimientos establecidos por la NRC (1994) para esta categoría de aves. El control consistió en una dieta convencional (soya y maíz), y en los otros tres tratamientos se incluyó 5, 10 y 15 % de harina de palmiche, de manera que las raciones se mantuvieran isoproteicas e isoenergéticas para los períodos de inicio, crecimiento y acabado. Estas dietas fueron descritas por Rodríguez *et al.* (2020), al igual que el procedimiento para la elaboración de la harina del ingrediente. Durante todo el período de experimentación los pollos tuvieron libre acceso al agua y al alimento.

A los 42 d se pesaron y sacrificaron diez pollos por tratamiento, según el método de desangrado de la vena yugular, siguiendo procedimientos tradicionales (aturdimiento, desangrado y eviscerado), exactamente dos horas y treinta minutos después de la ingestión de alimento. Se utilizó el método de insensibilización por aturdimiento con choque eléctrico antes del método de desangrado por punción en la yugular (Sánchez 1990). Posteriormente, se pesó la molleja, los ciegos y los órganos accesorios (hígado y páncreas) en balanza técnica (SARTORIUS, Alemania). Los pesos se expresaron como relativos al peso vivo (PV, g.kg⁻¹).

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y diez repeticiones, donde el animal representó la unidad experimental. Para el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012) y, en los casos necesarios, los valores medios se compararon según Duncan (1955).

No se observaron diferencias entre tratamientos para las diferentes secciones llenas del tracto gastrointestinal, por lo que la presencia del alimento en el momento de la determinación no influyó en los resultados, ya que al ser la alimentación continua, el efecto morfométrico se mostró al consumir el alimento en el tiempo, producto del proceso digestivo. En relación con el control, se pudo ver aumento del tamaño de la molleja y de los ciegos vacíos en 10 y 15 %, respectivamente, a partir de la

Table 1. Relative weights of digestive and accessory organs of the GIT of broilers fed palm kernel meal in the ration

Indicators, g.kg ⁻¹	Palm kernel inclusion levels, %				SE ± P-value	
	0	5	10	15		
Full gizzard	28.70	34.69	38.60	37.54	3.62	0.2301
Empty gizzard	16.89 ^a	23.28 ^{ab}	26.55 ^b	25.68 ^b	2.26	0.0197
Full caeca	6.93	7.05	7.96	9.29	0.96	0.2930
Empty caeca	3.57 ^a	4.42 ^{ab}	4.31 ^{ab}	5.38 ^b	0.46	0.0360
Liver	21.56	20.80	20.90	23.31	1.91	0.7763
Pancreas	2.07	1.91	2.20	2.00	0.20	0.7767

^{a,b} Values with different letters in the same line show differences at P < 0.05 (Duncan 1955)

Results indicate a normal physiological adjustment, with regard to the use of the fibrous component of the diet, in order to make a more efficient use of food. Caro *et al.* (2015) reported high bulkiness, as well as low solubility in palm kernels, so that the increase of

inclusión de harina de palmiche en la ración (tabla 1).

Los resultados indican un ajuste fisiológico normal, en lo que respecta a la utilización del componente fibroso de la dieta, en aras de hacer un uso más eficiente del alimento. Caro *et al.* (2015) informaron alta voluminosidad, así

relative weight of the empty gizzard could be due to the increase of the time of permanence of the food in this organ. According to Mtei *et al.* (2019), a well-developed gizzard reduces its pH with the reinforcement of antiperistaltic reflux in the gastrointestinal tract, improves enzymatic activity because it increases retention time in the digestive tract and, consequently, nutrient digestibility.

The greater mechanical function of the gizzard is physically reflected in its increased weight. Jiménez-Moreno *et al.* (2019) reported that fibrous sources promote morphological modifications of the gastrointestinal tract. In addition, insoluble fibers of palm kernel are more resistant to grinding in this organ, so they remain in it for longer than the rest of the food particles. As this organ is the mechanical stomach of birds, it acts as a filter for the passage of particles to the duodenum depending on their characteristics, so they remain retained for a longer time until reaching a size determined by the diameter of pylorus, a reason that provokes a greater distention (Mtei *et al.* 2019).

Nevertheless, the reduction of particle size of fiber favors depolymerization and partial solubilization of the polysaccharides of the cell wall, which could increase viscosity and, therefore, remaining time of food in this organ. Gastric emptying slows down and, as a consequence, its distention increases (Jiménez-Moreno *et al.* 2019). The size of the particles will always depend on the source of origin and will influence, for this type of insoluble polysaccharides, water adsorption capacity (WAC) of fiber, which is moderate in palm kernel (Caro *et al.* (2015).

Insoluble structural polysaccharides behave like sponges, so that their WAC depends more on intermolecular spaces than on the surface of contact with water. In this way, they can include water into their matrix and swell, produce a more voluminous digest and, with it, distention of the organ. Scholey *et al.* (2020) observed a similar performance with the inclusion of oats (*Avena sativa*) in different percentages of shell in the ration intended for broilers. These authors pointed out that fiber swells during its transit through the GIT in a variable degree, increases bulkiness and chyme weight, and its effect varies depending on its characteristics.

Dietary fiber reaches large intestine of birds and it is digested in the caeca, to a greater or lesser extent, depending on its structure. Therefore, relative weight increase of caeca of animals (table 1) is related to the increase of microbial activity, in function of increasing fermentative capacity before the bulky feed (Jiménez-Moreno *et al.* 2019), which stimulates tissue growth and distention.

Fermentation produces short chain fatty acids (SCFA), which are absorbed in the caeca and metabolized in the liver to obtain energy (Jiménez-Moreno *et al.*

como baja solubilidad en el palmiche, por lo que el incremento del peso relativo de la molleja vacía se pudiera deber al aumento del tiempo de permanencia del alimento en este órgano. Según Mtei *et al.* (2019), una molleja bien desarrollada reduce su pH con el refuerzo del reflujo antiperistáltico en el tracto gastrointestinal, mejora la actividad enzimática, debido a que aumenta el tiempo de la retención en el tracto digestivo y, consecuentemente, la digestibilidad de los nutrientes.

La mayor función mecánica de la molleja se refleja físicamente en el incremento de su peso. Jiménez-Moreno *et al.* (2019) informaron que las fuentes fibrosas propician modificaciones morfológicas del tracto gastrointestinal. Además, las fibras insolubles del palmiche son más resistentes a la molturación en este órgano, por lo que permanecen más tiempo en él que el resto de las partículas alimenticias. Al ser este órgano el estómago mecánico de las aves, actúa como filtro para el paso de partículas al duodeno en función de sus características, por lo que permanecen mayor tiempo retenidas hasta alcanzar un tamaño determinado por el diámetro del píloro, razón que condiciona una mayor distensión (Mtei *et al.* 2019).

No obstante, la reducción en el tamaño de partícula de la fibra favorece la despolimerización y solubilización parcial de los polisacáridos de la pared celular, lo que pudiera aumentar la viscosidad y, por ende, el tiempo de estancia del alimento en este órgano. Se enlentece el vaciamiento gástrico y, como consecuencia, aumenta su distensión (Jiménez-Moreno *et al.* 2019). La medida de las partículas siempre dependerá de la fuente de procedencia e influirá, para este tipo de polisacáridos insolubles, en la capacidad de adsorción de agua (CAA) de la fibra, que en el palmiche es moderada (Caro *et al.* (2015).

Los polisacáridos estructurales insolubles se comportan como esponjas, de modo que su CAA depende más de los espacios intermoleculares que de la superficie de contacto con el agua. De esta manera pueden incorporar el agua en su matriz e hincharse, producir una digesta más voluminosa y, con ello, la distensión del órgano. Scholey *et al.* (2020) observaron un comportamiento similar con la inclusión de la avena (*Avena sativa*) en diferentes porcentajes de cáscara en la ración destinada a pollos de ceba. Estos autores señalaron que la fibra se hincha durante su tránsito por el TGI en grado variable, incrementa la voluminosidad y el peso del quimo, y su efecto varía en función de sus características.

La fibra dietética llega al intestino grueso de las aves y se digiere en los ciegos, en mayor o menor medida, en dependencia de su estructura. Por tanto, el aumento relativo del peso de los ciegos de las aves (tabla 1) se relaciona con el incremento de la actividad microbiana, en función de aumentar la capacidad fermentativa ante el alimento voluminoso (Jiménez-Moreno *et al.* 2019), lo que estimula el crecimiento del tejido y la distensión.

Producto de la fermentación se producen ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que se absorben en los ciegos y se metabolizan en el hígado para la obtención de energía

2019). Although the pattern of individual SCFAs was not studied in this experiment, weight increase of this organ could indicate an increase of its production. This is the case of butyric acid, which constitutes the main substrate for growth and metabolism of cells of the colonic mucosa.

Regarding accessory organs, no differences were found among treatments for their relative weight. Vives *et al.* (2020) reported an increase in the activity of pancreatic lipase enzyme with the inclusion of palm kernel meal in the ration of broilers, and, although macroscopically they did not report changes in morphometry, they did indicate an increase of specific functions, which favors digestion process.

It is concluded that the inclusion of palm kernel meal in diets for broilers increased the weight of gizzard and empty caeca, which is related to mechanical and fermentative digestion, for the best use of the fibrous fraction by the animal.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interests among them

Author's contribution

Yesenia Vives Hernández: Conducting the experiment, data analysis, manuscript writing

Madeleidy Martínez-Pérez: Conducting the experiment, data analysis manuscript writing

Yasmila Hernández: Conducting the experiment

(Jiménez-Moreno *et al.* 2019). Aunque en este experimento no se estudió el patrón de AGCC individuales, el aumento del peso de este órgano pudiera indicar incremento en su producción. Este es el caso del ácido butírico, que constituye el sustrato principal para el crecimiento y metabolismo de las células de la mucosa colónica.

En cuanto a los órganos accesorios, no se encontraron diferencias entre los tratamientos para su peso relativo. Vives *et al.* (2020) refirieron aumento de la actividad de la enzima lipasa pancreática con la inclusión de harina de palmiche en la ración de pollos de engorde, y aunque macroscópicamente no informaron cambios en la morfometría, sí señalaron incremento de las funciones específicas, lo que favorece el proceso de digestión.

Se concluye que la inclusión de harina de palmiche en dietas para pollos de ceba aumentó el peso de la molleja y ciegos vacíos, lo que se relaciona con la digestión mecánica y fermentativa, para el mejor aprovechamiento de la fracción fibrosa por parte del animal.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribucion de los autores

Yesenia Vives Hernández: Conducción del experimento, análisis de datos, escritura del manuscrito

Madeleidy Martínez-Pérez: Conducción del experimento, análisis de datos, escritura del manuscrito

Yasmila Hernández: Conducción del experimento

References

- Caro, Y., Bustamante, D., Arias, R., Batista, R., Pérez, N., Contino, N., Almaguel, R., Castro, M. & Ly, J. 2015. "Estudios de la composición química de palmiches cubanos destinados a alimentar ganado porcino y cunícula". Revista Computadorizada de Producción Porcina, 22(2): 79-81, ISSN: 1026-9053.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. 2012. InfoStat. Version 2012 [Windows]. Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available: <http://www.infostat.com.ar>.
- Duncan, D.B. 1955. "Multiple Range and Multiple F Tests". Biometrics, 11(1): 1-42, ISSN: 0006-341X, DOI: <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J.M., de Coca-Sinova, A., Lázaro, R.P., Cámara, L. & Mateos, G.G. 2019. "Insoluble fiber sources in mash or pellets diets for young broilers. Effects on gastrointestinal tract development and nutrient digestibility". Poultry Science, 98(6): 2531-2547, ISSN: 0032-5791, DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pey599>.
- Mtei, A.W., Abdollahi, M.R., Schreurs, N., Girish, C.K. & Ravindran, V. 2019. "Dietary inclusion of fibrous ingredients and bird type influence apparent ileal digestibility of nutrients and energy utilization". Poultry Science, 98(12): 6702-6712, ISSN: 0032-5791, DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pez383>.
- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th Rev. Ed. Ed. National Academic Press. Washington D.C., USA, p. 26.
- Rodríguez, B., Martínez-Pérez, M., Vives, Y., Ayala, L. & Pérez, O. 2020. "Evaluación de la harina de frutos de *Roystonea regia* para la alimentación de pollos de engorde". Livestock Research for Rural Development, 32, Article #118, Available: <http://www.lrrd.org/lrrd32/7/brodri32118.html>.
- Sánchez, A. 1990. Enfermedades de las aves. Ed. ENPES. La Habana, Cuba, p. 285.
- Scholey, D.V., Marshall, A. & Cowan, A.A. 2020. "Evaluation of oats with varying hull inclusion in broiler diets up to 35 days". Poultry Science, 99(5): 2566-2572, ISSN: 0032-5791, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.043>.
- Vives, Y., Martínez-Pérez, M., Alberto, M. & Hernández, Y. 2020. "Pancreatic lipase enzymatic activity in broilers fed with *Roystonea regia* fruit meal included in the ration. Technical note". Cuban Journal of Agricultural Science, 54(1): 101-105, ISSN: 2079-3480.