



Cuban Journal of Agricultural Science

ISSN: 0864-0408

ISSN: 2079-3480

Ediciones ICA

Rodríguez, Zoraya; Martínez, Madeleidy; Vives, Yesenia; Ayala, Lázara
Effect of palm kernel meal on the population of total and cellulolytic
bacteria and cecal fermentative indicators of broilers. Technical note
Cuban Journal of Agricultural Science, vol. 57, e10, 2023
Ediciones ICA

Available in: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653774963019>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's webpage in redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Scientific Information System Redalyc
Network of Scientific Journals from Latin America and the Caribbean, Spain and
Portugal

Project academic non-profit, developed under the open access initiative

Effect of palm kernel meal on the population of total and cellulolytic bacteria and cecal fermentative indicators of broilers. Technical note

Efecto de la harina de palmiche en la población de bacterias totales y celulolíticas e indicadores fermentativos cecales de pollos de ceba.

Nota técnica

Zoraya Rodríguez, Madeleidy Martínez, Yesenia Vives and Lázara Ayala

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

Email: zrodrig.rodriguez967@gmail.com

Zoraya Rodríguez: <https://orcid.org/0000-0003-2777-8026>

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

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

Lázara Ayala: <https://orcid.org/0000-0002-0739-3463>

To determine the effect of palm kernel meal on total and cellulolytic bacteria and cecal fermentative indicators, 12 broilers were used in a completely randomized design with four treatments: control and inclusion of 5, 10 and 15 % of palm kernel meal. The concentrations of total and cellulolytic bacteria, dry matter, pH and ammonia were determined. Total bacteria increased from 10 % with respect to the 5 % inclusion of palm kernel meal (26.22, 22.06 vs. 7.06×10^{11} cfu.g⁻¹). Cellulolytic were more, with 5 % and less with 15 % in relation to control (27.44, 9.11 vs. 17.78×10^6 ufc. g⁻¹). Dry matter decreased at 15 %, pH was higher at 10 % and NH₃ was reduced as the percentage of meal increased. It is concluded that the inclusion of 15 % of palm kernel meal maintains the concentration of total bacteria and reduces cellulolytic bacteria, as well as dry matter and ammonia in the cecum of broilers.

Keywords: *poultry, fermentative indicators, cecal microorganisms, palm kernel*

Para determinar el efecto de la harina de palmiche en bacterias totales y celulolíticas e indicadores fermentativos cecales se utilizaron 12 pollos de ceba en un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos: control e inclusión de 5, 10 y 15 % de harina de palmiche. Se determinó la concentración de bacterias totales y celulolíticas, materia seca, pH y amoníaco. Las bacterias totales se incrementaron a partir de 10 % con respecto al 5 % de inclusión de la harina de palmiche (26.22, 22.06 vs. 7.06×10^{11} ufc.g⁻¹). Las celulolíticas fueron más con 5 % y menos con 15 % con relación al control (27.44, 9.11 vs. 17.78×10^6 ufc. g⁻¹). La materia seca disminuyó con 15 %, el pH fue mayor para 10 % y el NH₃ se redujo en la medida que aumentó el porcentaje de la harina del fruto. Se concluye que la inclusión de 15 % de harina de palmiche mantiene la concentración de bacterias totales y disminuye las celulolíticas, así como la materia seca y el amoníaco en el ciego de pollos de ceba.

Palabras clave: *aves, indicadores fermentativos, microorganismos cecales, palmiche.*

Studies carried out by Martínez-Pérez *et al.* (2021) demonstrated that palm kernel meal, fruit of royal palm (*Roystonea regia* H. B. K. Cook), is a good source of fiber and fat (NDF 72.55 %, ADF 55.84 % and EE 16.06 %). Due to these characteristics, up to 15 % can be used in the feeding of broilers, without affecting animal health and with economic improvements (Rodríguez *et al.* 2020).

Vives *et al.* (2021) observed an increase of relative weight of the cecum broilers that consumed palm kernel meal. According to these authors, this could indicate an increase of microbial activity in order to increase the fermentative capacity. In general, it is considered that the caecum of the digestive tract of broilers constitute the main site where fiber digestion occurs, due to their great fermentative activity because of the presence of microorganisms (Adebawale *et al.* 2019). According to Jiménez-Moreno *et al.* (2019), when animals consume bulky foods, tissue growth and distension of the large intestine of animals are stimulated. Therefore, the objective of this study was to determine the effect

Estudios realizados por Martínez-Pérez *et al.* (2021) demostraron que la harina de palmiche, fruto de la palma real (*Roystonea regia* H. B. K. Cook), es una fuente alta en fibra y grasa (FDN 72.55 %, FDA 55.84 % y EE 16.06 %). Debido a estas características, se puede emplear hasta 15 % en la alimentación de pollos de ceba, sin que se afecte la salud del animal y con mejoras económicas (Rodríguez *et al.*, 2020).

Vives *et al.*, (2021) observaron aumento del peso relativo de los ciegos en pollos de ceba que consumen harina de palmiche. Según estos autores, esto podría indicar incremento de la actividad microbiana en función de aumentar la capacidad fermentativa. En general, se considera que los ciegos del tubo digestivo de las aves constituyen el sitio fundamental donde ocurre la digestión de la fibra, debido a la gran actividad fermentativa que poseen por la presencia de microorganismos (Adebawale *et al.* 2019). Según Jiménez-Moreno *et al.* (2019), cuando los animales consumen alimentos voluminosos se estimula el crecimiento del tejido y la distensión del intestino grueso de las aves. Por ello, el objetivo de este

of palm kernel meal on the population of total and cellulolytic bacteria and cecal fermentative indicators of broilers.

The experimental study was carried out in the poultry unit of the Institute of Animal Science (ICA) of the Republic of Cuba. Twelve 21-day-old male broilers (HE_{21}) were used, with a mean initial live weight of 750 ± 1.5 g. They were randomly housed individually in galvanized wire metabolic cages (40 x 40 x 80 cm). Each one had a feeder and two nipple-type drinkers. Water intake was ad libitum.

A completely randomized design was used, with four treatments and three repetitions. Each animal constituted an experimental unit. The control consisted of a conventional corn-soy bean diet. In the rest of the treatments, 5, 10 and 15 % of palm kernel meal was included, so that they remained isoproteic and isoenergetic throughout the experimental period. Diets and meal were prepared according to the procedure described by Rodríguez *et al.* (2020).

At 42 d of age, the animals were weighed and sacrificed according to the jugular vein exsanguination method, according to traditional procedures (stunning, exsanguination and evisceration), exactly two hours and thirty minutes after food ingestion. After sacrifice, cecum was separated and its contents were collected under a CO_2 atmosphere.

The determination of microbial concentration was carried out by the method of serial dilutions of cecal samples, cultivated in tubes rolled with selective synthetic media, in anaerobiosis. They were incubated at 37 °C and the visual colony count was expressed in colony forming units per gram ($cfu.g^{-1}$). Total bacteria were cultivated in medium 10 (Elías 1971) from 10-10 to 10-12 dilutions. Cellulolytic bacteria, in a similar medium, in which the carbohydrate sources were replaced by 1 % powdered cellulose and 0.03 % cellobiose. It was cultivated in dilutions 10-4 to 10-6. Additionally, it was determined in the cecal content and dry matter (DM) according to AOAC (2019). Regarding the fermentative indicators, the digital pH meter (WPA brand, CD-70 series of English manufacture) was used to determine the pH and for ammonia (NH_3), the procedure was followed according to Chaney and Marbach (1962).

For the analysis of the results corresponding to the concentrations of total bacteria and cellulolytic bacteria, the methodology proposed by Herrera *et al.* (2015) was used. Counting data were transformed by Ln and did not improve assumptions, so a completely randomized nonparametric Kruskal-Wallis ANOVA was used. For the comparison of mean ranges, Conover (1999) test was applied. In the case of fermentative indicators, simple classification analysis of variance was carried out. For the comparison between means, Duncan test was used ($P < 0.05$). The Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012) statistical package was used.

estudio fue determinar el efecto de la harina de palmiche en la población de bacterias totales y celulolíticas e indicadores fermentativos cecales de pollos de ceba.

El estudio experimental se realizó en la unidad avícola del Instituto de Ciencia Animal (ICA) de la República de Cuba. Se utilizaron 12 pollos de ceba machos (HE_{21}) de 21 días de edad, con peso vivo inicial promedio de 750 ± 1.5 g. Se alojaron individualmente al azar en jaulas metabólicas de alambre galvanizado (40 x 40 x 80 cm). Cada una contó con un comedero y dos bebederos tipo tetina. El consumo de agua fue ad libitum.

Se empleó un diseño completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El animal constituyó la unidad experimental. El control consistió en una dieta convencional de maíz-soya. En el resto de los tratamientos, se incluyó 5, 10 y 15 % de harina de palmiche, de manera que se mantuvieran isoproteicas e isoenergéticas durante todo el período de experimentación. Para la elaboración de las dietas y la harina se siguió el procedimiento descrito por Rodríguez *et al.* (2020).

A los 42 d de edad, los animales se pesaron y sacrificaron según el método de desangrado de la vena yugular, según los procedimientos tradicionales (aturdimiento, desangrado y eviscerado), exactamente dos horas y treinta minutos después de la ingestión de alimento. Luego del sacrificio, se separó el ciego y se colectó su contenido en atmósfera de CO_2 .

La determinación de la concentración microbiana se realizó por el método de las diluciones seriadas de las muestras cecales, siembra en tubos rodados con medios sintéticos selectivos, en anaerobiosis. Se incubaron a 37 °C y el conteo visual de colonias se expresó en unidades formadoras de colonias por gramo ($ufc.g^{-1}$). Las bacterias totales se cultivaron en el medio 10 (Elías 1971) a partir de las diluciones 10-10 a 10-12. Las celulolíticas, en medio similar, al que se le sustituyeron las fuentes de carbohidratos por celulosa en polvo al 1 % y 0.03 % de celobiosa. Se sembró en las diluciones 10-4 a 10-6. Adicionalmente, se determinó en el contenido cecal y la materia seca (MS) según AOAC (2019). En cuanto a los indicadores fermentativos, para determinar el pH se utilizó el pH metro digital (marca WPA, serie CD-70 de manufactura inglesa) y para el amoníaco (NH_3) se procedió de acuerdo con Chaney y Marbach (1962).

Para el análisis de los resultados correspondientes a las concentraciones de bacterias totales y bacterias celulíticas, se utilizó la metodología propuesta por Herrera *et al.* (2015). Los datos de los conteos se transformaron por Ln y no mejoraron los supuestos, por lo que se empleó ANOVA no paramétrico completamente aleatorizado Kruskal-Wallis. Para la comparación de los rangos medios, se aplicó la dócima de Conover (1999). En el caso de los indicadores fermentativos, se realizó análisis de varianza de clasificación simple. Para la comparación entre las medias se utilizó la dócima de Duncan ($P < 0.05$). Se usó el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2012).

En la tabla 1 se muestra la concentración de bacterias

Table 1 shows the concentration of total and cellulolytic bacteria present in the cecum of animals that were fed different proportions of palm kernel meal. Total bacteria did not differ from the control with the inclusion of this source in the described quantities. However, from 10 % higher values were presented than those achieved with 5 % inclusion.

totales y celulolíticas presentes en el ciego de pollos que se alimentaron con diferentes proporciones de harina de palmiche. Las bacterias totales no difirieron del control con la inclusión de esta fuente en las cantidades descritas. Sin embargo, a partir de 10 % se presentaron valores superiores a los que se logran con 5 % de inclusión.

Según Adebawale *et al.* (2019), con el incremento

Table 1. Effect of the inclusion of palm kernel meal on microbial growth in the cecum of broilers.

Bacteria	Control	Inclusion of palm kernel meal, %			p-value
		5	10	15	
Total (10 ¹¹ cfu.g ⁻¹)	18.67 ^{ab} (45.00) SD = 27.72	7.06 ^b (21.00) SD = 11.40	26.22 ^a (72.00) SD = 46.51	22.06 ^a (52.00) SD = 47.80	0.0009
Cellulolytic (10 ⁶ cfu.g ⁻¹)	17.78 ^b (14.00) SD = 2.40	27.44 ^a (16.00) SD = 2.32	19.67 ^{ab} (14.00) SD = 2.65	9.11 ^c (8.00) SD = 4.77	0.0030

^{a,b,c}Mean ranges with different letters differ significantly according to Conover (1999)

() Original means between parenthesis, SD: standard deviation

According to Adebawale *et al.* (2019), with the increase of microbial concentration, the production of short-chain fatty acids also increases, especially butyric acid, which makes the organ mucosa grow. The increase in the relative weight of caeca (1.81 percentage units when including 15 % of palm kernel meal in the ration compared to control) obtained by Vives *et al.* (2021) suggests the increase of microbial activity. However, this is not demonstrated in the present study, which could be related to the ability of living organisms to maintain balance in the intestinal biota, even when the relative concentrations of some species are modified. It would be interesting for future studies to delve into this aspect with the application of molecular techniques that are more precise.

The adaptive response of cellulolytic microorganisms to the fiber values of the diet of broiler s is known (Rodríguez *et al.* 1996). However, cellulolytic bacteria showed the best values with 5 % of inclusion and the lowest with 15 %. Meanwhile, they were intermediate with 10 % and did not differ from those obtained with the control treatment and the lowest level of palm kernel meal. These results could be related, among other factors, to the physicochemical properties of the fibrous fraction of the source under study, the presence of secondary metabolites and the retention time.

The low solubility (12.77 %) of the studied source increases the transit speed and thus decreases the retention time of particles (Martínez-Pérez *et al.* 2021). Likewise, the high presence of soluble non-starch polysaccharides increases digesta viscosity, which also forms a barrier between enzymes and substrate, with an anti-nutritional effect (Jiménez-Moreno *et al.* 2019). All this could reduce, with the highest percentage of inclusion, food entry into the organ and with it, the accessibility of microorganisms to nutrients. The above

de la concentración microbiana también aumenta la producción de ácidos grasos de cadena corta, en especial del butírico que hace crecer la mucosa del órgano. El aumento del peso relativo de los ciegos (1.81 unidades porcentuales al incluir 15 % de harina de palmiche en la ración con respecto al control) obtenido por Vives *et al.* (2021) sugiere el incremento de la actividad microbiana. Sin embargo, esto no se demuestra en el presente estudio, lo que se podría relacionar con la capacidad que tienen los organismos vivos de mantener el equilibrio en la biota intestinal, aun cuando se modifiquen las concentraciones relativas de algunas especies. Sería de interés en estudios futuros profundizar en este aspecto con la aplicación de técnicas moleculares que son más precisas.

Se conoce la respuesta adaptativa de los microorganismos celulolíticos a los valores de fibra de la dieta de pollos de ceba (Rodríguez *et al.* 1996). Sin embargo, las bacterias celulolíticas mostraron los mejores valores con 5 % de inclusión y dejaron ver los más bajos con 15 %. En tanto, con 10 % fueron intermedios y no difieron de los obtenidos con el tratamiento control y el menor nivel de harina de palmiche. Estos resultados pudieron estar relacionados, entre otros factores, con las propiedades físicoquímicas de la fracción fibrosa de la fuente objeto de estudio, la presencia de metabolitos secundarios y el tiempo de retención.

La baja solubilidad (12.77 %) de la fuente estudiada incrementa la velocidad de tránsito y con ello disminuye el tiempo de retención de las partículas (Martínez-Pérez *et al.* 2021). Asimismo, la elevada presencia de polisacáridos no amiláceos en forma soluble incrementa la viscosidad de la digesta, lo que también forma una barrera entre las enzimas y el sustrato con un efecto antinutricional (Jiménez-Moreno *et al.* 2019). Todo esto podría reducir con el mayor porcentaje de inclusión la entrada del alimento al órgano y con ello, la accesibilidad de los microorganismos a

can be related to the effect observed in the DM of cecal content, which was lower with respect to the rest of the treatments (table 2).

Table 2 shows fermentative indicators of cecum of broilers that consumed palm kernel meal. The pH was low, 5 and 15 % with respect to the 10 % of palm kernel meal inclusion and the control treatment did not differ from the rest. These variations are within normal values for the organ. In studies carried out by Martínez-Pérez *et al.* (2021), palm kernel meal showed greater buffering capacity against acids compared to bases. This property of the ingredient shows that it can contribute to maintaining pH conditions in the gastrointestinal tract of monogastric species. This is really important, since during the digestion process a pH change occurs, from very acid (1) to close to neutrality (6.8-7.2).

los nutrientes. Lo anterior se puede relacionar con el efecto observado en la MS del contenido cecal, que fue menor con respecto al resto de los tratamientos (tabla 2).

Los indicadores fermentativos del ciego de pollos de ceba que consumen harina de palmiche se muestran en la tabla 2. El pH fue bajo, 5 y 15 % con respecto al 10 % de inclusión de harina de palmiche y el tratamiento control no difirió del resto. Estas variaciones se encuentran en los valores normales para el órgano. En estudios realizados por Martínez-Pérez *et al.*, (2021), la harina de palmiche mostró mayor capacidad amortiguadora ante los ácidos con respecto a las bases. Esta propiedad en el ingrediente demuestra que puede contribuir a mantener las condiciones de pH en el tracto gastrointestinal de las especies monogástricas. Esto resulta de gran importancia, pues durante el proceso de digestión se produce un cambio de pH, desde muy ácido (1) hasta próximo a la neutralidad (6.8-7.2).

Table 2. Effect of the inclusion of palm kernel meal on dry matter and fermentative indicators of the caecum of broilers

Indicators	Control	Inclusion of palm kernel meal, %			SE±	p-value
		5	10	15		
DM, %	19.72 ^a	23.10 ^a	24.71 ^a	8.28 ^b	1.97	0.0015
pH	7.13 ^{ab}	6.89 ^b	7.44 ^a	6.88 ^b	0.09	0.0110
NH ₃ , mg /L	12.21 ^a	7.11 ^c	9.87 ^b	3.86 ^d	0.51	<0.0001

^{a,b,c,d}Means with different letters in the same row differ significantly according to Duncan at $p < 0.05$

Regarding ammonia, all treatments differed from each other and were lower as the inclusion level of palm kernel meal increased. This decrease is perhaps the result of increases in absorption, the highest synthesis of microbial protein. Even the values reached with 15 % of inclusion could be the result of limitations in nutrient availability, considering the decrease of DM in the organ. This hypothesis needs to be confirmed.

In general, a reduction in the studied indicators was observed with the highest level of inclusion of palm kernel meal, except in total bacteria. This result could be explained because, unlike the first two, the concentration of insoluble fibrous material in the ration increases, which could cause an increase in the speed of intestinal transit, and thus reduces food stay time for the development of fermentative processes and changes in the concentrations of total and cellulolytic bacteria in the cecum.

It is concluded that the inclusion of 15 % of palm kernel meal maintains the concentration of total bacteria and decreases cellulolytic bacteria, as well as DM and NH₃ in the cecum of broilers. As these are the first microbiological studies carried out with palm kernel meal, it would be of interest that future research, through the application of molecular techniques, delve deeper into the variations that occur in other species.

Con respecto al amoníaco, todos los tratamientos difirieron entre sí y fueron menores en la medida que aumentó el nivel de inclusión de la harina de palmiche. Esta disminución quizás sea el resultado de incrementos en la absorción, la mayor síntesis de proteínas microbiana. Incluso, los valores alcanzados con 15 % de inclusión podrían ser el resultado de limitaciones en la disponibilidad de nutrientes, si se considera la disminución de la MS en el órgano. Esta hipótesis necesita ser confirmada.

De manera general se observó reducción de los indicadores estudiados con el mayor nivel de inclusión de harina de palmiche, excepto en las bacterias totales. Este resultado se pudiera explicar porque, a diferencia de los dos primeros, aumenta la concentración de material fibroso insoluble en la ración, lo que pudiera provocar incremento en la velocidad de tránsito intestinal, y con ello disminuye el tiempo de estancia del alimento para el desarrollo de los procesos fermentativos y las modificaciones en las concentraciones de bacterias totales y celulolíticas en el ciego.

Se concluye que la inclusión de 15 % de harina de palmiche mantiene la concentración de bacterias totales y disminuye las celulolíticas, así como la MS y el NH₃ en el ciego de pollos de ceba. Por tratarse de los primeros estudios microbiológicos realizados con la harina de palmiche, sería de interés que en investigaciones futuras mediante la aplicación de técnicas moleculares se profundizara en las variaciones que tienen lugar en otras especies.

Conflict of interest

The authors declare that there was not conflict among them.

Authors contribution

Zoraya Rodríguez: Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Writing – original draft

Madeleidy Martínez: Conceptualization, Investigation, Supervision, Visualization – Preparation, Writing – review & editing

Yesenia Vives: Investigation

Lázara Ayala: Funding acquisition, Project administration

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos

Contribución de los autores

Zoraya Rodríguez: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Redacción – documento original

Madeleidy Martínez: Conceptualización, Investigación, Supervisión, Visualización – Preparación, Redacción – revisión y edición

Yesenia Vives: Investigación

Lázara Ayala: Adquisición de fondos, Administración de proyectos

References

- Adebowale, T. O., Yao, K. & Oso, A. O. 2019. "Major cereal carbohydrates in relation to intestinal health of monogastric animals: A review". *Animal Nutrition*, 5: 331-339, ISSN: 2405-6383. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.09.001>.
- AOAC. 2019. Official Methods of Analysis of AOAC International. Chapter 4. Animal Feed. Volume 1. Dr. George Latimer, Jr. Editor, 21st ed., p. 1-77. ISBN: 9780935584899
- Conover, W.J. 1999. Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A.
- Chaney, A.L. & Marbach, E.P. 1962. "Reagents for determination of urea and ammonia". *Clinical Chemistry*, 8(2): 130-132, ISSN: 1530-8561. <https://doi.org/10.1093/clinchem/8.2.130>
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. 2012. INFOSTAT. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available: <http://www.infostat.com.ar>
- Elías, A. 1971. The rumen bacteria of animals feed on a high- urea diet. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Rowett Research Institute Aberdeem, Scotland. 100 pp.
- Herrera, M., Guerra, C. W. & Torres, V. 2015. Análisis estadístico de diferentes tipos de variables que se miden en las investigaciones agropecuarias que utilizan diseños experimentales, relacionado con los Modelos de Análisis de Varianza. ISBN: 978-959-7171-57-7.
- 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: 1525-3171. <https://doi.org/10.3382/ps/pey599>
- Martínez-Pérez, M., Vives Hernández, Y., Rodríguez, B., Pérez Acosta, O. G. & Herrera Villafranca, M. 2021. "Nutritional value of palm kernel meal, fruit of the royal palm tree (*Roystonea regia*), for feeding broilers". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(3): 305-313, ISSN: 2079-3480. <http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/1026>.
- Rodríguez, B., Martínez-Pérez, M., Vives, Y., Pérez, O. & Ayala, L. 2020. "Evaluación de la harina de frutos de *Roystonea regia* para la alimentación de pollos de engorde". *Livestock Research for Rural Development*, 32(7), Article # 118, ISSN: 2521-9952. <http://www.lrrd.org/lrrd32/7/brodri32118.html>
- Rodríguez, Z., Galindo, J., Marrero, A. J., Boucourt, R., Elías, A. & Riverí, Z. 1996. "A note on the isolation of anaerobic cellulolytic fungi in the caecum of broilers". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 30(2): 195-196, ISSN: 2079-3480.
- Vives, Y., Martínez-Pérez, M. & Hernández, Y. 2021. "Morphometric indicators of broilers fed *Roystonea regia* fruit meal in the ration. Technical note". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(2): 181-184, ISSN: 2079-3480. <http://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/1019/1327>

Received: October 2, 2022

Accepted: November 12, 2022