

Fecha de recibido: 06/09/2022  
Fecha de aceptado: 15/11/2022  
DOI: 10.22490/ECAPMA.6168

# ANÁLISIS SOBRE LA INCIDENCIA DE HARINA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

**Francis Liliana Valencia Trujillo**

Zootecnista, magíster en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5382-2823> Correo electrónico: [francis.valencia@unad.edu.co](mailto:francis.valencia@unad.edu.co)

**Juliana Isabel Carvajal Tapia**

Agrozootecnista, doctora de la Universidad Nacional de Colombia  
Correo electrónico: [Juliana.carvajal@unad.edu.co](mailto:Juliana.carvajal@unad.edu.co)

**Citación:** Valencia Trujillo, F. L. y Carvajal Tapia, J. I. (2023). Análisis sobre la incidencia de harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en los parámetros productivos de pollos de engorde en el departamento del Cauca. *Working Papers ECAPMA*, 7(1), 87 - 103. <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.6168>



# RESUMEN

**Contextualización:** el sector agroindustrial genera diversos subproductos que pueden ser contaminantes del medio ambiente por su inadecuada disposición o simplemente porque no son aprovechados, como es el caso de la extracción de aceite de alta calidad para lo que se utiliza la semilla de Sacha Inchi. En este proceso se genera como subproducto torta de Sacha Inchi, caracterizada por su contenido proteico, que posiblemente pueda sustituir otras fuentes proteínicas utilizadas en la alimentación animal y, por ende, generar más alternativas para la alimentación de estos.

**Objetivo principal:** evaluar la inclusión de torta de Sacha Inchi en la alimentación de pollos de engorde de la raza Cobb 500 con el fin determinar cómo afecta esta inserción los parámetros productivos, tales como ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia (CA).

**Vacío de investigación:** se realizó la pregunta de investigación ¿es la torta de Sacha Inchi una opción viable para suplementar las dietas para pollos? El motivo por el que se planteó este interrogante es que el incremento en el costo de la elaboración del alimento para la producción avícola ha obligado a los productores a utilizar alternativas pro-

pias de la zona caucana para disminuir dichos costos, como los subproductos de la industria de Sacha Inchi [*Plukenetia volubilis* L.].

**Metodología:** el estudio se realizó en el municipio de Popayán, departamento del Cauca. Se realizó un estudio de tipo analítico-cuantitativo, con un diseño completamente al azar, para evaluar los efectos de incluir torta de sachá Inchi [*plukenetia volubis* L.] en la dieta de pollos de engorde de la línea Cobb 500. En el primer ensayo se evaluaron los efectos de 4 tratamientos con diferentes niveles de inclusión de torta de Sacha Inchi [0 %, 10 %, 20 % y 30 %] en pollos en etapa de iniciación durante doce [12] días. Y en el segundo ensayo se evaluaron 3 tratamientos con diferentes niveles de inclusión de torta de Sacha Inchi [0 %, 5 %, 10 %] en pollos en etapa de finalización durante veintiún [21] días.

Para cumplir con el objetivo propuesto, se analizaron los siguientes parámetros productivos: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Utilizando estadística descriptiva, en la etapa de iniciación, se observa que a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de torta de Sacha Inchi, disminuye el consumo del alimento. La inapetencia marcada en



estas dietas se debe a la presencia de factores antinutricionales en la proteína, principalmente expresados por los taninos de esta. En la etapa de finalización, para contrarrestar el efecto de los factores antinutricionales, se realizó un horneado de la harina a 102 C° por veinte minutos y se observó un mejoramiento significativo en la apetencia, en relación con la etapa de iniciación.

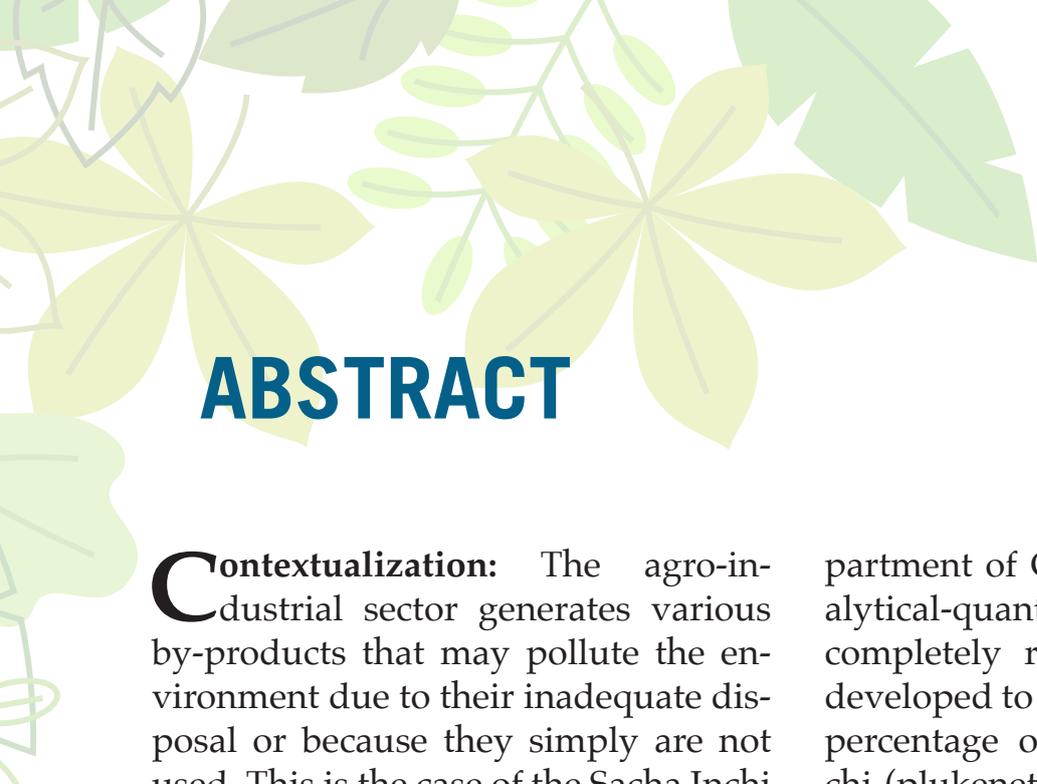
En cuanto a la ganancia de peso, se determinó que, en ambos ensayos, a medida que se incrementa la inclusión de torta de Sacha Inchi (TSI)], la ganancia de peso disminuye; siendo **más notoria la disminución en la ganancia de peso en la etapa de finalización**. En cuanto a la conversión alimenticia, en la etapa de iniciación, se infiere que a medida que se incrementa el porcentaje de inclusión de TSI, aumenta la conversión alimenticia; de igual forma en la etapa de finalización.

**Resultados.** Los resultados obtenidos permitieron identificar que la inclusión

porcentual de Torta de Sacha Inchi hasta en un 10 %, prehorneada y sin hornear] en etapas de iniciación y finalización de pollos de engorde, no presenta índices de mortalidad; la inclusión de la torta en niveles de más de 10 % sí afecta negativamente los parámetros productivos evaluados. En los dos ensayos, al hornear las tortas de Sacha Inchi se presenta una reducción de los taninos que causan inapetencia en los pollos, pero no es total.

**Conclusiones.** Se deben plantear investigaciones futuras que analicen el aprovechamiento de la torta de Sacha Inchi en otras especies de interés pecuario, específicamente en especies poligástricas, teniendo en cuenta la posibilidad de que estas especies sí puedan tener una mejor asimilación del complejo proteico presente en la planta de Sacha Inchi [*plukenetia volubis* L.].

**Palabras clave:** Pollo de engorde, sachá Inchi, parámetros productivos, dietas, suplementación.



# ABSTRACT

**Contextualization:** The agro-industrial sector generates various by-products that may pollute the environment due to their inadequate disposal or because they simply are not used. This is the case of the Sacha Inchi seed, which is used for the extraction of high-quality oil and in the process, it is generated a flour, characterized by its protein content that can possibly replace others protein sources used in animal feeding and generate more nursing alternatives. For this reason, the main objective of this research is to evaluate the inclusion of Sacha Inchi cake in the feeding of broiler chickens of the Cobb 500 breed to determine how this inclusion affects productive parameters such as weight gain, feed consumption and food conversion [FC].

**Research gap:** Therefore, the research question was: is Sacha Inchi cake a viable option for supplementation in diets for chickens? This enquiry was formulated due to the increase in the cost of food for poultry consumption, which has forced producers to use alternatives from the Cauca region to reduce those costs, such as by-products of the Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) industry.

**Methodology:** The study was conducted in the municipality of Popayan, de-

partment of Cauca. An analytical-quantitative study, with a completely randomized design, was developed to evaluate the effects of the percentage of inclusion of Sacha Inchi (*plukenetia volubis* L.) cake in the diet of broilers chicken of the Cobb 500 line. In the first test, the effects of four treatments with distinct levels of inclusion of Sacha Inchi cake [0 %, 10 %, 20 % and 30 %] were evaluated in broiler chickens in the starter stage for twelve [12] days. In the second test, three treatments with diverse levels of inclusion of Sacha Inchi Sacha cake [0 %, 5 %, 10 %] were evaluated in chickens in the finishing stage for twenty-one [21] days.

To meet the proposed objective, the productive parameters feed consumption, weight gain and feed conversion were analyzed. Using descriptive statistics in the initiation stage, it was observed that as the percentage of inclusion of the Sacha Inchi cake increases, food consumption decreases. the marked loss of appetite in these diets is due to the presence of anti-nutritional factors in the protein, mainly expressed by the tannins of it. In the finishing stage, to counteract the effect of the anti-nutritional factors, the cake was baked at 102 °C for twenty minutes, and it was observed that there was a significant



improvement of the appetite in relation to the initiation stage.

Regarding weight gain, it was determined that, in both tests, as the inclusion of Sacha Inchi Cake increases, weight gain decreases; and the decrease in weight gain is more noticeable in the stage of ending. Regarding the feed conversion in the initiation stage, it is inferred that as the inclusion percentage of Sacha Inchi cake increases, the feed conversion increases, in the same way in the completion stage.

**Results:** The results obtained made it possible to identify that the inclusion of Sacha Inchi cake up to 10% [in the form of cakes pre-baked and unbaked] in the initiation and completion stages

of broilers, does not present mortality rates; the inclusion at levels of more than 10% of cake negatively affects the productive parameters evaluated of the two test. The treatments with the pre-baked Sacha Inchi cake present a reduction of tannins, but it is not total.

**Conclusions:** Future research should be conducted to analyze the use of Sacha Inchi cake as meal for other species, specifically polygastric species, taking into account the possibility that these species may have a better assimilation of the protein complex present in Sacha Inchi (*plukenetia volubis* L.)

**Keywords:** Broiler chicken, Sacha Inchi, productive parameters, diets, supplementation.

# 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo fue analizar la inclusión de torta de Sacha Inchi [*plukenetia volubis* L.] para analizar los niveles óptimos de su inclusión en las dietas de pollos de engorde, con relación a ciertos parámetros productivos, lo cual implicó una investigación rigurosa de este subproducto industrial.

Subproductos industriales, como la torta de soya, son los más utilizados en la elaboración de dietas para animales por su alto contenido proteico, pero su alto costo impulsa la necesidad de reconocer y caracterizar nuevos subproductos de plantas no tradicionales que tienen uso potencial en la alimentación animal. Es así como en la última década han aumentado las investigaciones para determinar la viabilidad del uso del subproducto generado en la obtención de aceite del Sacha Inchi, el cual promete aportar un alto porcentaje de proteína en la suplementación alimenticia de animales, brindando una opción viable en las zonas donde se produce esta especie vegetal (Agronet, 2016).

En Colombia hay departamentos que le han apostado a cultivar y procesar esta especie promisoriosa de una forma artesanal e intensiva, como el Cauca. Allí, Sacha Cauca SAS, una Unidad Empre-

sarial Agroindustrial independiente [UEAI], asociada con 20 agricultores, se ha dedicado a procesar la semilla de Sacha para la obtención de aceite y nuez tostada procesada. Con estas actividades registra mensualmente una producción de 3 toneladas de aceite en presentación de 250ml cuyo proceso genera 600 kg de subproductos como cascarilla y torta de Sacha Inchi de los que aún no se han documentado las características nutricionales y usos en la alimentación animal. (Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural [Minaagricultura], 2019). De hecho, según Gómez y Montaña (2019), el sector de la agroindustria genera diversos productos que posiblemente puedan ser contaminantes del medio ambiente, por su inadecuada disposición o porque simplemente no son aprovechados, desperdiciando de cierta forma características que pueden ser útiles en otros sistemas productivos como los pecuarios, dado que estos productos pueden usarse como alimentos.

Por lo anterior se realizan constantes investigaciones con el objetivo de identificar alimentos que se adapten a las condiciones específicas de cada una de las especies de importancia zootécnica (Inga et al., 2020). Como se mencionó anteriormente, pequeños y medianos productores del departamento del Cau-



ca han encontrado en *Plukenetia Volubilis* L. una alternativa de sustento, por lo cual han iniciado actividades de siembra, cultivo y transformación de la semilla de esta planta promisoría en la región suroccidental de Colombia (Tipán, 2019). Su potencial radica no solamente en su utilidad para la producción de aceite, sino en la posibilidad de usarla en la alimentación animal, como ya se mencionó.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación pretende establecer un precedente bibliográfico en Colombia para que se formulen nuevas investigaciones relacionadas con la suplementación de dietas animales. Esto permitiría conocer más a fondo las bondades de esta planta y explotar su potencial en el sector agropecuario y en la industria nacional.

## 2. MARCO TEÓRICO

Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) es una especie vegetal oleaginosa, endémica de la Amazonía de Sur América y fue reconocida por Linneo en 1753 a quien le debe su nombre científico: *Plukenetia volubilis* Linneo (Viamonte-Garcés et al., 2020). Pertenece a la familia *Euphorbiaceae* y posee 280 géneros con aproximadamente 8 000 especies distribuidas mundialmente (López et al., 2016). En el Perú, Ecuador y Colombia se le han dado varios nombres, como Sacha Inchi, Sacha Yuchi, Sampannanki, Maní Del Inca, Supua (Bolivia), Amui-o, Sacha Yuchiqui, Maní Del Monte y Sacha Maní Suwaa (Álvarez y Ríos, (2009).

El Sacha Inchi es considerado un arbusto rústico, semileñoso, con altura indeterminada. (Ayala, 2016). Es de fácil crecimiento en suelos con pH ácido y con elevada concentración de aluminio, por estas características es una planta que puede cultivarse en suelos ácidos (Merino-Zegarra et al., 2008). Álvarez y Ríos (2009) manifiestan que esta especie requiere de un drenaje moderado, sin demasiada agua a nivel profundo como superficial. Además, se debe tener en cuenta la textura del suelo para un óptimo desarrollo del cultivo.

Esta planta se puede encontrar entre los 100 y los 2 000 m s. n. m; posee un

crecimiento vegetativo y una producción permanente de semillas durante el transcurso del año. El inicio de la producción de semillas comienza aproximadamente a los seis meses del trasplante y al octavo mes se pueden apreciar las primeras cosechas, éstas se realizan manualmente cada diez o quince días cuando los frutos están secos (Alcántara y Panduro, 2019). En la época de lluvias es cuando se presenta la mayor producción de semillas; en el primer año se pueden obtener rendimientos promedios entre 0,7 a 2,0 toneladas por hectárea, en un lapso de hasta 10 años. (Andrade, 2009).

De la producción de semillas se extrae el aceite y, como subproducto, queda la torta [así se denomina al producto resultante de las semillas después del proceso de prensado y homogenizado para elaborar aceite], la cual debe provenir de semillas seleccionadas en estado óptimo de madurez. Las semillas se deben descascarar eficientemente y así evitar que partes de la cáscara queden en la torta, ya que esta es considerada una impureza; lo ideal es que la torta esté constituida por un 100 % de semillas desengrasadas, libre de cualquier tipo de impurezas. La torta mencionada tiene diferentes porcentajes de proteína, de acuerdo con distintos análisis. Autores como Rawdkuen et al.



(2016) reportaron un porcentaje de proteína de 56.6 % y otras investigaciones reportan valores semejantes: Torres et al. (2021) reporta un 55.8 %, Ruiz et al. (2013) reporta un 59 % y un 41.49 % de proteína cruda [PC] fue reportado por Alcívar et al. (2020). En cuanto al extracto etéreo, estos autores encontraron niveles diferentes: (Robles et al. (2014) (como se citó en Mondragón, 2009) reportó un 37.3 % en base seca, nivel similar al 39.6 % reportado por Torres et al. (2021). Estas diferencias, según Benítez et al. (2018), pueden ser explicada por el método de extracción de aceite de la semilla, ya que procesos de extracción en frío permiten mantener un mayor porcentaje de extractos solubles en éter de la torta. Según Vélez (2013), la torta de Sacha Inchi contiene porcentajes de lisina y treonina equiparables a los porcentajes contenidos en la torta de soya, puesto que la primera muestra valores del 2 % de lisina y 1.8 % de treonina; entre tanto, para la torta de soya se reportaron valores semejantes (2.8 % y 1.8 % respectivamente).

Se enfatiza que cuando las proteínas metabolizables presentan una alta proporción de aminoácidos esenciales, como en el caso de Sacha Inchi, se potencia el aprovechamiento de la proteína bruta y la proteína metabolizable, disminuyendo la eliminación de compuestos nitrogenados y (Zambrano et al., 2020), lo cual hace que este producto tenga un alto contenido nutricional y sea factible utilizarlo para la alimentación animal. Sin embargo, a pesar del elevado contenido nutricional de la torta de sachá Inchi y su potencialidad en la industria alimentaria, su utilización se ha visto reducida, probablemente por su amargo sabor que la hace poco palatable para los animales (Mondragón, 2009). La causa de este sabor amargo se debe posiblemente a los factores antinutricionales presentes (Ruiz et al., 2013; Mondragón, 2009). A pesar de esto, algunos autores afirman que algunos de estos factores son termolábiles (Elizalde, 2009); por lo tanto, el tratamiento térmico probablemente mejoraría la asimilación de los nutrientes y las condiciones.

### 3. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló en el municipio de Popayán, en la finca La Fortuna, localizada a una altura de 1700 m s. n. m., con una temperatura entre 20-23 °C, una humedad relativa entre 80-90 % y una precipitación promedio anual de 1 800 mm. Con estas condiciones se realizó la evaluación de inclusión de torta de Sacha Inchi [TSI] en pollos de engorde de la línea Cobb 500 en dos ensayos o etapas. La primera se realizó con animales en etapa de iniciación [64 pollitos de 15 días de edad] y con 0 %, 10 %, 20 % y 30 % como porcentajes de inclusión de TSI, la evaluación duró 12 días. La segunda etapa se llevó a cabo con nuevos animales [48 pollitos] que iniciaron la evaluación en etapa de finalización, con inclusión de TSI de 5 % y 10 %, en la que se incluyó un periodo de acostumbramiento de 7 días, con una duración total de 21 días.

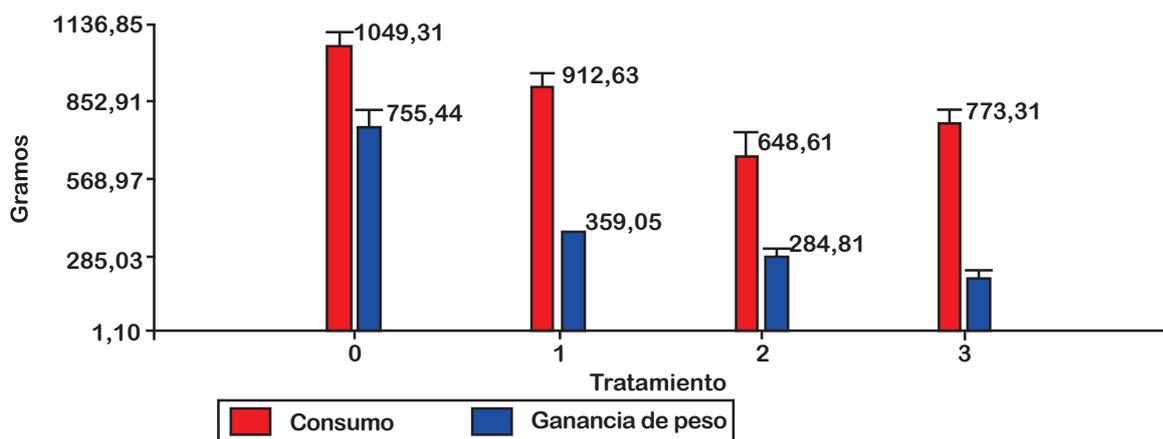
En los ensayos o etapas se aplicó el diseño experimental completamente al azar [DCA]). en la primera etapa se trabajó con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y 16 animales por tratamiento, para un total de 64 animales; y en la segunda etapa se trabajó con 3 tratamientos cuatro repeticiones y 4 animales por tratamiento para un total de 48 animales. Las formulaciones en ambas etapas de las dietas se realizaron de acuerdo con los requerimientos nutricionales de cada etapa [iniciación y finalización] con base en la inclusión de la torta de Sacha Inchi. Para la etapa de iniciación se trabajó con los tratamientos T0, T1, T2 y T3; para la etapa de engorde, con los tratamientos T0, T1 y T2. El análisis y evaluación de la inclusión de [TSI] en los parámetros nutricionales se realizó mediante el análisis de varianza [ $\alpha = 0.05$ ] y se empleó la prueba Duncan para la comparación de medias.

## 4. DISCUSIÓN

Se puede apreciar en la Figura 1 que, en la etapa de iniciación, a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de la harina de torta de Sacha Inchi, disminuye el consumo del alimento; la dieta testigo presentó un consumo superior a la de los tratamientos T1, T2 y T3. La inapetencia marcada en estas 3 dietas se debe a la presencia de factores antinutricionales en la proteína, principalmente expresados por los taninos, los cuales tienen características de astringencia que causan desecación durante el paso del pienso por el aparato digestivo y causan efectos negativos en el consumo [reflejados en niveles de to-

xicidad moderados a corto plazo o la muerte a largo plazo].

En cuanto la ganancia de peso se puede afirmar que está directamente relacionada al consumo. Se visualiza que al suministrar torta de Sacha Inchi (TSI) en un 10 %, 20 % y 30 % se presenta una disminución en la ganancia de peso con respecto al tratamiento testigo, respectivamente; por lo tanto, se concluye que a mayor inclusión de TSI en la dieta menor es el consumo. Se aconseja, por lo tanto, no sobrepasar el 10 % de inclusión de TSI para no se afectar negativamente la ganancia de peso.

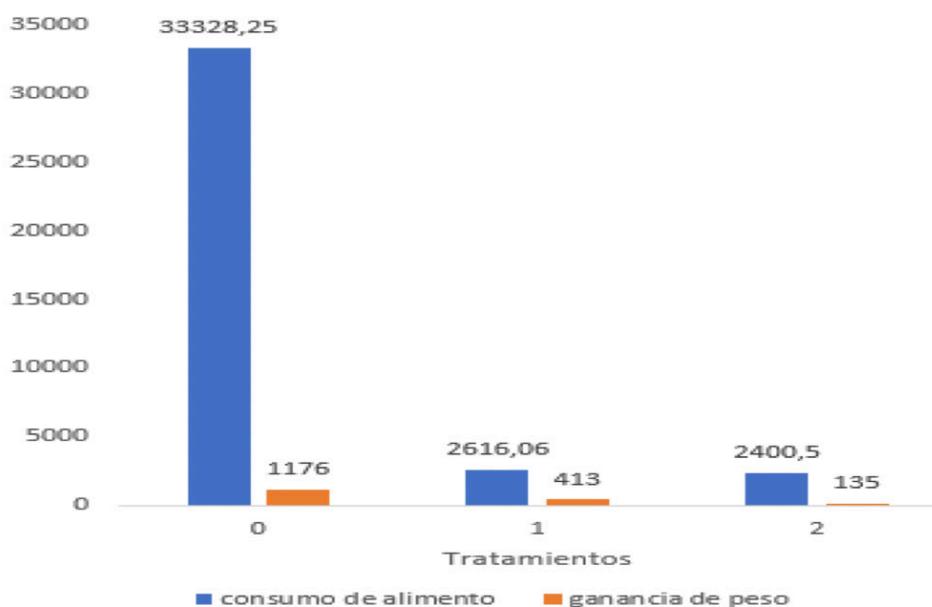


► **Figura 1.** La ganancia de peso y el consumo de alimento en la etapa de iniciación.

Fuente: Autores.

Para la etapa de finalización se realizó un horneado, a 102 C° por veinte minutos, de la torta de Sacha Inchi con el fin de inhibir los factores antinutricionales. Se observó un mejoramiento significativo en el consumo, en relación con la etapa de iniciación, debido a que el calor influye positivamente sobre la

digestibilidad de la proteína [ya que ocurre una desnaturalización de su estructura tridimensional], lo que incide directamente en el consumo. A pesar de ello, la presencia de los factores antinutricionales en la TSI incide en el consumo negativamente en ambas etapas [ver Figura 2].

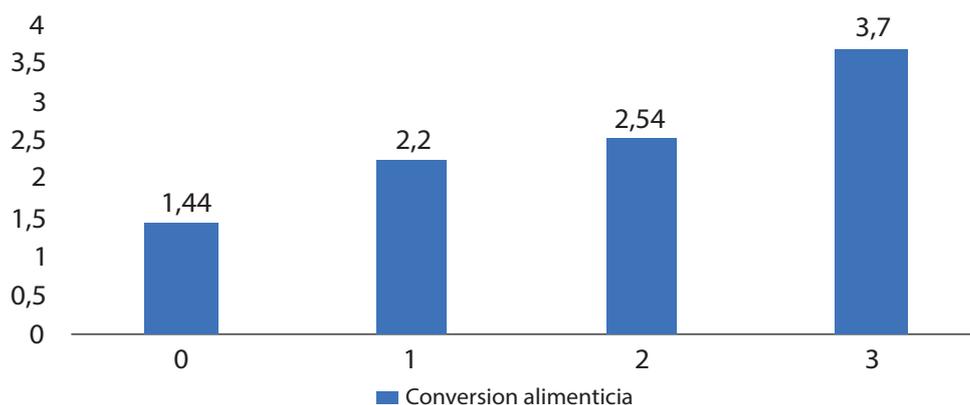


► **Figura 2.** La ganancia de peso y el consumo de alimento en la etapa de finalización.

Fuente: Autores.

En la etapa de levante se observó que a medida que se incrementó la inclusión de torta de Sacha Inchi en la dieta aumenta el parámetro de conversión alimenticia [la conversión alimenticia es la transformación de carne o masa muscular por medio del consumo de alimento]. Esto se debe a los factores antinutricionales presentes en la harina de Sacha Inchi, específicamente a los taninos, causantes de astringen-

cia, la cual afecta la palatabilidad del pienso causando sensación de llenado intestinal [esto es causado porque los taninos condensados inhiben la digestión de la proteína, la fibra y la materia seca] (Bernal, 2007). Se observa en la Figura 3 que la conversión alimenticia, en la etapa de iniciación, presenta un aumento, conforme se va incrementando el porcentaje de inclusión de torta de sachá Inchi.

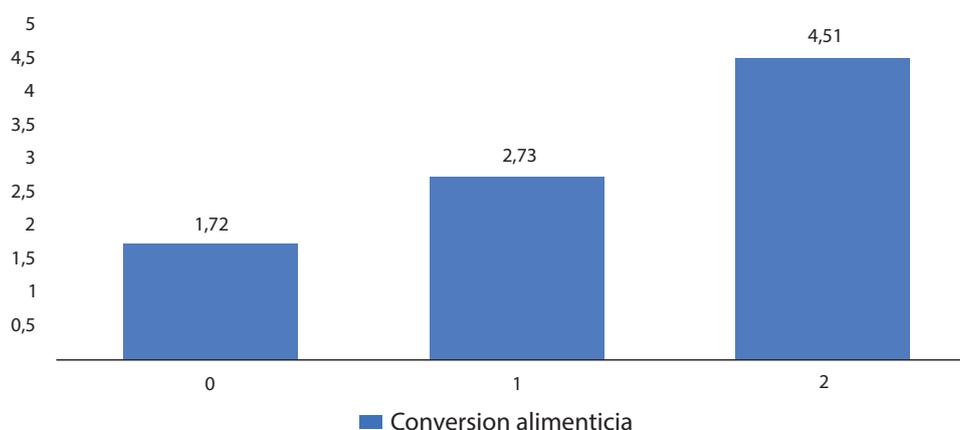


**Figura 3.** conversión alimenticia en etapa de iniciación.

Fuente: Autores.

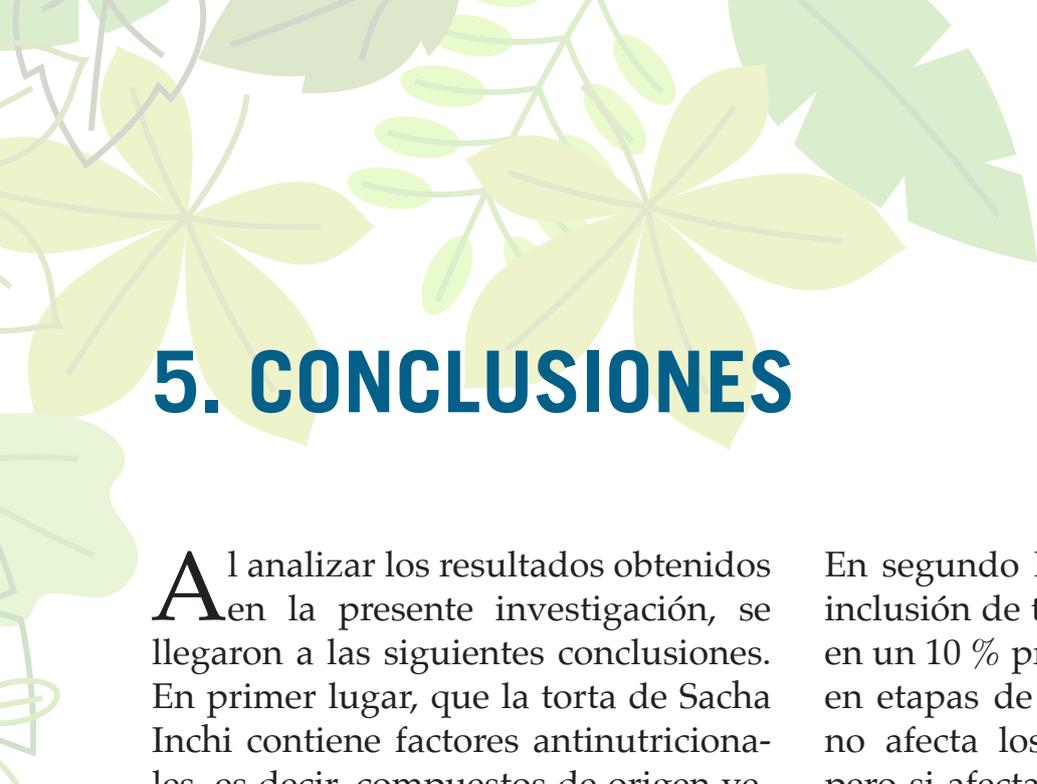
Para el parámetro de conversión alimenticia en la etapa de finalización [Figura 4], se observó que el nivel de inclusión de TSI pre horneada presenta un comportamiento más estable en el parámetro de conversión alimenticia con relación a la etapa de iniciación. Esto se debe a que al inhibir los factores antinutricionales, mediante el tratamiento térmico, se presenta una mejora significativa en la digestibilidad

de nutrientes como los aminoácidos (Dudley, 2003). Se observó que a medida que se incluye un mayor porcentaje [5 % y 10 %] de TSI prehorneada en las dietas, se presenta un mayor índice en la conversión alimenticia; lo que denota que el proceso de pre horneado disminuye la toxicidad de los taninos presentes en la TSI, pero no es un factor de mejoramiento significativo para este parámetro en relación con el tratamiento testigo.



► **Figura 4.** Conversión alimenticia en etapa de finalización.

Fuente: Autores.



## 5. CONCLUSIONES

**A**l analizar los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones. En primer lugar, que la torta de Sacha Inchi contiene factores antinutricionales, es decir, compuestos de origen vegetal que al momento de consumirse reducen el valor nutritivo de las dietas, afectando así parámetros productivos como el consumo, la ganancia de peso y la conversión alimenticia; esos factores se expresan principalmente en los taninos. Se intentó reducir el porcentaje de taninos horneando las tortas, encontrando que en la torta prehorneada hubo una reducción de estos, pero no totalmente.

En segundo lugar, se encontró que la inclusión de torta de Sacha Inchi hasta en un 10 % prehorneada y sin hornear, en etapas de iniciación y finalización, no afecta los índices de mortalidad, pero sí afecta negativamente los parámetros productivos evaluados.

Finalmente, se deben determinar cuáles son los procedimientos, los tiempos adecuados y el diseño experimental apropiado para inhibir los factores antinutricionales en la torta de Sacha Inchi, dependiendo de la especie animal a la que se le planea suministrar este alimento.

# REFERENCIAS

- Agronet. (2016). Protocolo Cadena del Sacha Inchi: Acuerdo de trabajo entre la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario – AGRONET y la Secretaría Técnica de la Cadena del Sacha Inchi. [https://www.agronet.gov.co/agronet/Protocolos/41%20Act%20%20Protocolo%20Cadena%20Sacha%20Inchi%20\(V%202%203%20Diciembre\)Gab%20Incluidas.docx](https://www.agronet.gov.co/agronet/Protocolos/41%20Act%20%20Protocolo%20Cadena%20Sacha%20Inchi%20(V%202%203%20Diciembre)Gab%20Incluidas.docx).
- Alcívar, J. L., Martínez, M., Lezcano, P., Scull, I. & Valverde, A. (2020). Technical note on physical-chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) cake. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(1). <http://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/934/1002>
- Andrade, L. (2009). *Manual de producción de Sacha Inchi para el biocomercio y la agroforestería sostenible*. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
- Alcántara, J. y Panduro, W. (2019). Comportamiento del *Plukenetia Volubilis* L. Y *Erythrina Fusca* Lour. Bajo condiciones de fertilización y densidades para la readecuación agroecológica de suelos alterados en el distrito de Monzón, 2018. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5184>
- Álvarez, L. y Ríos, S. (2009). *Estudio de viabilidad económica del cultivo de Plukenetia volubilis Linneo, Sacha Inchi, en el departamento de San Martín*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. <https://hdl.handle.net/20.500.12921/193>
- Ayala, G. A. (2016). *Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de sachá Inchi (Plukenetia volubilis L.) en el municipio de Tena Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Repositorio Institucional UDCA. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/487>
- BERNAL, L. 2007. Efecto de las mezclas de leguminosas *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Cratylia argentea* y *Vigna inguiculata* ensiladas y henuficadas sobre los parámetros de fermentación ruminal in vitro y producción de leche en bovinos. Tesis M.Sc. Ciencias Agrarias Producción Animal Tropical. Sede Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 120 p.
- Benítez, R., Coronell, C. & Martin, J. 2018. Chemical Characterization Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) Seed: Oleaginous Promising from the Colombian Amazon. *International Journal of Current Science Research and Review*, 1(1), 1–12. <https://ijcsrr.org/wp-content/uploads/2020/01/1-9.pdf>

- Dudley-Cash, W. A. (2003). Calidad de la harina de soja. *Ganadería*, (23), pp. 56-62.
- Elizalde, A. D., Portilla, Y. P. y Chaparro, D. C. (2009). Factores antinutricionales en semillas. *Biotecnología en el sector Agropecuario e industrial*, 7(1), 45-54. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612009000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612009000100007)
- Gómez, D. Y. y Montaña, E. F. (2019). Caracterización en el eslabón de comercialización en la cadena de valor del cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en el departamento del Meta [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. Craiusta. <http://hdl.handle.net/11634/18025>
- Inga, D. E. (2020). Uso del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación de pollos de engorde [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio académico. <https://hdl.handle.net/20.500.12805/1208>
- López, K., Santa Cruz, C. y Gutiérrez, A. (2017). Perfil de proteínas de las semillas de "Sacha Inchi" (*plukenetia volubilis* L. y *plukenetia huayllabambana bussmann*, Téllez & GLENN). *The Biologist*, 14(1), 11-20. <https://doi.org/10.24039/rtb201614181>
- Merino-Zegarra, C., Vásquez-Ocmín, P., Maco, M., Del Castillo, D., Vásquez, G., Cachique, D., Pasquel, A. y Sotero-Solís, V. E. (2008). Caracterización química de nueve accesiones de *Plukenetia volubilis* L. de los Departamentos de Loreto y San Martín. *Folia amazónica*, 17(1-2), 39-45. <https://doi.org/10.24841/fa.v17i1-2.265>
- Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural [Minagricultura]. (2019). *Cifras Sectoriales SACHA INCHI – SIOC*. <https://sioc.minagricultura.gov.co>
- Mondragón, I. G. (2009). Estudio farmacognóstico y bromatológico de los residuos industriales de la extracción del aceite de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha inchi) [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Cybertesis. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1502>
- Rawdkuen, S., Rodzi, N., & Pinijsuwan, S. (2018). Characterization of sacha inchi protein hydrolysates produced by crude papain and Calotropis proteases. *LWT*, 98, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.08.008>
- Ruiz, C., Díaz, C., Anaya, J. y Rojas, R. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 29-36. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2013000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2013000100005&script=sci_arttext)
- Torres, E. G., Hernández-Ledesma, B. & Gutiérrez, L. F. (2021). Sacha Inchi Oil Press-cake: Physicochemical Characteristics, Food-related Applications and Bi-

ological Activity. *Food Reviews International*, 39(1), 148-159. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1900231>

Tipán, J. A. (2019). Utilización de Pasta de Sacha Inchi (*plukenetia volubilis* l.) en la Alimentación de Cuyes de Engorde en el Centro Experimental Académico Salache, Provincia de Cotopaxi [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6178>

Vásquez, D.C., Jaramillo, J.D., Hincapié, G.A., Vélez, L.M. (2017). Desarrollo de galletas empleando harina de sachu inchi (*Plukenetia volubilis* l.) obtenida de la torta residual. *UGCiencia* 23, 101-113.

Viamonte-Garcés, M. I., Sánchez-Campuzano, J. M., Ramírez-Sánchez, A. & Tapuy, A. (2020). Chemical characterization and fatty acid profile of Sacha Inchi flour (*Plukenetia volubilis*) as raw material, in the elaboration of diets for animal use. <https://doi.org/10.3390/mol2net-06-08812>

Zambrano, J. C., Barreto-Cruz, O. T., Castañeda-Serrano, R. D. y Gallego, A. (2020). Digestibilidad y degradabilidad in vitro de dietas con torta de sachu Inchi en rumiantes. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(4). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.17637>



**Licencia de Creative Commons**

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

