



Potencialidades de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) para la alimentación de monogástricos

Potentialities of Sacha inchi Cake (*Plukenetia volubilis* L.) for Feeding Monogastric Animals

Danae Herrera Varela <https://orcid.org/0009-0006-6504-855X> | herreradanae241@gmail.com
Susan K. Hernández Lemus <https://orcid.org/0000-0001-6606-9148> | susankellyhl123@gmail.com
Yaneisy García Hernández* <https://orcid.org/0000-0002-7055-4880>
Madeleidy Martínez-Pérez* <https://orcid.org/0000-0003-1585-2858>

Instituto de Ciencia Animal (ICA). Carretera Central km 47 ½,
San José de las Lajas, C.P. 32700, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

*Autores para la correspondencia: yaneisyg@gmail.com; madeleidymartinez@gmail.com

Recibido: 13 de marzo de 2025

Aceptado: 6 de mayo de 2025

Publicado: 26 de mayo de 2025

Resumen

Objetivo. Analizar las potencialidades de la torta de semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para su uso en la alimentación de animales monogástricos. **Materiales y métodos.** Se abordan las generalidades de la planta y la composición de sus semillas, la que destaca por su alta composición de ácidos grasos de excelente calidad y concentración de proteínas de gran valor nutricional. Se abordan los usos y métodos de extracción de aceite, que inciden en la composición química de la torta, la cual se destina para el consumo humano y animal. **Resultados.** Dentro de las limitantes que se observan en el subproducto se encuentra la presencia de metabolitos secundarios, que varían

Abstract

Objective. This review was to analyze the potential of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seed cake for use in feeding non-ruminal animals. **Materials and methods.** The generalities of the plant and the composition of its seeds are exposed, which stand out for their high composition of excellent quality fatty acids and concentration of proteins of great nutritional value. The uses and methods of oil extraction are mentioned, which affect the chemical composition of the cake, which is intended for human and animal consumption. **Results.** Among the limitations observed in the by-product is the presence of secondary metabolites, which vary depending on several factors. The main uses

dependiendo de varios factores. Se profundiza en los principales usos de la torta de semilla de Sacha inchi en la alimentación de animales monogástricos. Se exponen resultados en pollos, cerdos, conejos, cuyes y peces donde varían los porcentajes de inclusión. **Conclusión.** Las características físico-químicas de la torta de Sacha inchi muestran el valor nutricional y las potencialidades de este subproducto para ser utilizado en la alimentación de animales monogástricos.

Palabras clave

Alimento, animales, maíz inca, oleaginosa, subproducto.

of Sacha inchi seed cake in feeding monogastric animals are explored in depth. Results are presented in poultry, pigs, rabbits, guinea pigs and fish where the percentages of inclusion vary. **Conclusion.** The physical-chemical characteristics of Sacha inchi cake show the nutritional value and potential of this by-product to be used in feeding monogastric animals.

Keywords

Feed, animals, inca corn, oilseed, by-product.

Introducción

Se estima que para el año 2050 la población mundial se incrementa hasta nueve mil millones de habitantes, por lo que puede agravarse la competencia por los alimentos entre el hombre y los animales. Si a lo anterior se suma, la incidencia negativa del cambio climático, se hace necesario que científicos y nutricionistas investiguen sobre el aprovechamiento de fuentes alternativas para incrementar las producciones agropecuarias (OECD/FAO, 2024). A pesar de ello, se conoce que en numerosos países existe especulación relacionada con los alimentos y que gran cantidad de estos se desperdician o sólo se consume cierta variedad, por visiones culturales o por pérdida de la bioculturalidad (López-García, 2015).

En la alimentación animal existen innumerables recursos proteicos que se pueden emplear. Su uso adecuado ofrece la posibilidad de producir proteína de origen animal a menor costo (Azam *et al.*, 2019). Por lo que se considera necesario integrar el desarrollo de la producción agrícola, industrial y animal para lograr una formulación económica de las raciones que propicien el mejor aprovechamiento de los nutrientes y el comportamiento productivo (Ancuta y Sonia, 2020).

En la actualidad, una de las tendencias más importante en la industria de alimentos es la utilización de materias primas que sobresalen por sus nutrientes y que provengan de cultivos promisorios. En este sentido, las tortas de semillas de oleaginosas se destacan como subproductos de la extracción de aceite (Gomes *et al.*, 2021). A nivel mundial, se generan volúmenes considerables que, de no utilizarse adecuadamente, contribuirían a incrementar la contaminación ambiental (Vargas y Pérez, 2018).

La disponibilidad y popularidad de las tortas de oleaginosas que se emplean en la alimentación animal puede variar según la región; lo anterior se puede relacionar con factores como la producción agrícola local, la demanda del mercado, el valor nutricional de la torta o su aceptación por el animal. En algunos países de Latinoamérica y el Caribe se utilizan oleaginosas con diferentes fines productivos (OECD/FAO, 2024). En el caso de Cuba, generalmente se emplea la torta de soya en las formulaciones y otros recursos

locales; sin embargo, en los últimos cinco años, se incrementó el interés por la explotación de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) y se estudia el valor nutritivo de la torta de semillas para valorar su uso en la producción animal (Pérez *et al.*, 2023). Al respecto, aún se considera escasa la información científica disponible, así como los resultados sobre su utilización digestiva en diferentes especies de animales (Gomes *et al.*, 2021).

Por lo antes expuesto, el objetivo del presente trabajo fue analizar las potencialidades de la torta de semillas de Sacha inchi (*P. volubilis*) para su uso en la alimentación animal.

Desarrollo

Aspectos biológicos de la planta de Sacha inchi

P. volubilis (Sacha inchi), también se conoce comúnmente como sachá maní, maní del Inca o maní jíbaro; es una planta trepadora, semileñosa y perenne, originaria de la Amazonía peruana (Wang y Zhu, 2018), se encuentra desde América Central hasta Bolivia. En América del Sur se registra en la Amazonía boliviana y en las Antillas (Álvarez y Ríos, 2007). En el cuadro 1 se muestra la clasificación taxonómica de esta especie vegetal.

Cuadro 1

Clasificación taxonómica de la especie *Plukenetia volubilis* L

Característica	Clasificación
Reino	<i>Plantae</i>
Filo	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malpighiales</i>
Familia	<i>Euphorbiaceae</i>
Género	<i>Plukenetia</i>
Especie	<i>volubilis</i>

Fuente: IPNI (2024).

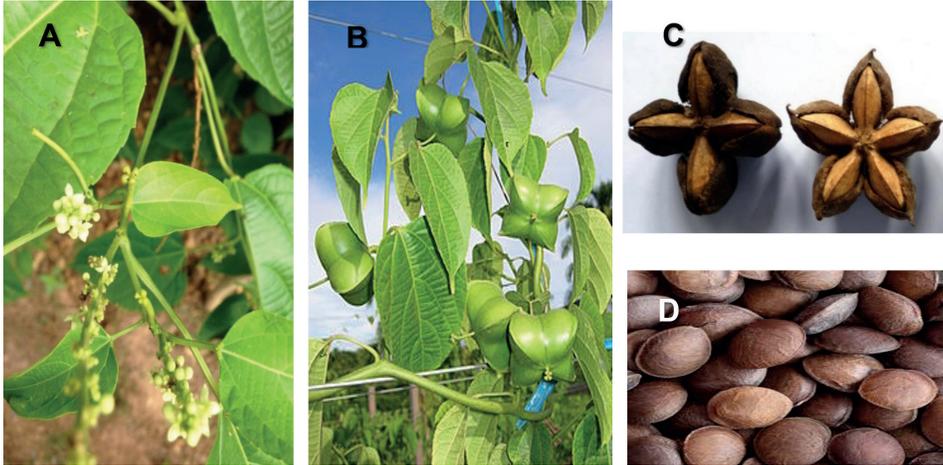
El cultivo de Sacha inchi está condicionado al régimen de lluvias, generalmente se realiza al inicio de la época lluviosa para garantizar buena germinación y se recomienda realizar la instalación de riego por goteo. En el caso de zonas muy secas, se deben utilizar riegos complementarios, práctica efectiva para incrementar y estabilizar el rendimiento de los cultivos, principalmente en contextos de variabilidad climática. Estos deben realizarse en la época de sequía y en la de floración y fructificación de la planta, lo que evita el encharcamiento y posibilita obtener mejores rendimientos productivos (Kodahl y Sørensen, 2021).

Sacha inchi es una planta hermafrodita, de abundantes hojas y ramas, hojas alternas y acorazonadas y flores pequeñas, blanquecinas y en racimo (Mhd Rodzi y Lee, 2022). La fructificación es capsular de 3 a 5 cm de diámetro y dehiscentes (4 a 7 lóbulos, cada uno con una semilla en su interior). El fruto completa su desarrollo a los cuatro meses

de floración y son de color verde, al madurar se tornan a marrón negruzco; las semillas también son de color marrón oscuro y ovals (figura 1).

Figura 1

Morfología del Sacha inchi. A. Inflorescencia, B. frutos verdes en la planta trepadora, C. frutos secos, D. semillas



Composición nutricional de las semillas

En relación a la composición química de la semilla cruda, Kodahl (2020) considera que es comparable con la soya (*Glycine max*), maní (*Arachis hypogaea*) y girasol (*Helianthus annuus*). En el cuadro 2, se muestra el porcentaje de cada nutriente según diferentes autores. Posee alta concentración de proteína, de calidad excepcional para la alimentación animal y humana, esta es fundamentalmente soluble y las mayores fracciones corresponden a albúminas, glutelinas, globulinas y prolaminas; también contiene diversos aminoácidos esenciales con gran cantidad de aminoácidos azufrados (Kodahl y Sørensen, 2021). Según Chirinos *et al.* (2013) los ácidos grasos esenciales son altamente digestibles, en más de 96 %. También, contienen bajo porcentaje de ácidos grasos saturados y monoinsaturados. Las semillas contienen aceite de extraordinaria calidad, que supera la de todas las oleaginosas utilizadas para la elaboración de aceites destinadas a un consumidor final mediante las industrias alimentarias (humanas y animales) y farmacéuticas, así como cosméticas (Alayón y Echeverri, 2016).

Las semillas de Sacha inchi crudas presentan un sabor astringente, por la presencia de taninos que se sintetizan para la protección de agentes externos, tales como insectos, que al ser ingeridos producen resequeidad en la mucosa bucal y un sabor amargo (Chirinos *et al.*, 2013). Además, Srichamnong *et al.* (2018) informaron que contienen metabolitos secundarios tóxicos (alcaloides, lectinas y saponinas) que limitan el nivel de uso en especies monogástricas. Los autores indicaron que estos metabolitos secundarios podrían reducirse mediante el tratamiento térmico para mejorar la calidad del producto e incrementar su

nivel de uso. Por otra parte, Muñoz *et al.* (2010) refirieron que, debido a su contenido de fitoesteroles y compuestos fenólicos, presenta una marcada actividad antioxidante.

Cuadro 2
Composición química de la semilla de Sacha inchi

Nutriente	Composición (%)	Fuente	
Humedad	6.40		
Carbohidratos	4.03	Niu <i>et al.</i> (2014);	
Cenizas	2.70	Benítez <i>et al.</i> (2018)	
Proteína bruta	24.20		
Aminoácidos esenciales, mg/g de proteína	leucina	64.00	
	tirosina	55.00	
	isoleucina	50.00	Kodahl y Sørensen (2021)
	lisina	43.00	
	triptófano	43.00	
Extracto etéreo	51.40	Benítez <i>et al.</i> (2018)	
Ácidos grasos	saturados	6.39	
	palmítico	3.85	
	esteárico	2.54	
	esenciales	84.00-93.00	Chirinos <i>et al.</i> (2013)
	α linolénico	48.60	
	Omega 3 (ω -3)	6.80	
	Linoleico Omega 6 (ω -6)	8.28	
Oleico Omega 9 (ω -9)			

Aceite de Sacha inchi

El aceite de Sacha inchi es un producto de color amarillo pálido (figura 2), aroma poco fuerte y de gran valor nutracéutico, que despertó el interés por su composición fitoquímica (tocoferoles y fitoesteroles) y el balance de ácidos grasos ω -3 y ω -6 (Rodzi y Lee, 2022). Se descubrió, además, que contiene gran cantidad de compuestos fenólicos totales y que se puede utilizar potencialmente como una fuente alternativa de antioxidantes naturales en la industria alimentaria (Rodríguez *et al.*, 2021). Miranda y Acuña (2016) manifestaron, que el sabor característico del aceite de Sacha inchi puede resultar una barrera al consumo masivo por parte de la población y una posible causa de que las personas que tienen la oportunidad de probarlo ya no lo vuelvan a consumir; sin embargo, por sus características físico-químicas, se considera comparable a otros aceites vegetales comestibles como los del maní o la avellana (Wang *et al.*, 2018).

Figura 2
Aceite de Sacha inchi



Fuente: Anon (2025a).

Dado el gran interés por el uso del aceite de Sacha inchi para las industrias alimenticias y farmacéuticas a nivel mundial, se introdujo en Cuba el cultivo desde el año 2015 (Scull *et al.*, 2022). El Centro de Investigaciones en Plantas Proteicas y Productos Bionaturales (CIPB) con la certificación de buenas prácticas de producción, se dedicó a su obtención. Gutiérrez *et al.* (2021) demostraron baja toxicidad, sin signos tóxicos como consecuencia de su administración en ratas Sprague Dawley de ambos sexos por vía oral. A partir de estos resultados, se utilizó como nutracéutico y se comercializa en Cuba y en el extranjero (Pérez *et al.*, 2023).

En la extracción de aceite de las oleaginosas se emplean tradicionalmente dos métodos: con presión mecánica (caliente: 100 °C y frío: 50-60 °C) y con solventes; según Arrutia *et al.* (2020), existe cierta ambigüedad en ambos métodos. En los últimos años, se proponen métodos modernos conocidos como técnicas verdes: presión líquida, pulsaciones por campo eléctrico, alta presión hidrostática y descargas eléctricas con alto voltaje. Estos son más rápidos y consumen menos solventes (Mwaurah *et al.*, 2019).

Torta de Sacha inchi

La torta (figura 3) representa una importante fuente de proteínas, especialmente por las características nutricionales y funcionales que puede aportar a los alimentos. Pastuña-Pullutasig *et al.* (2016) plantearon que los métodos de extracción del aceite pueden variar la composición porcentual de esta fracción, la que puede alcanzar hasta 59.00 %. Según Mannucci *et al.* (2019) en las resultantes de la extracción en frío, el contenido proteico

es mayor en comparación con las que emplean altas temperaturas. Alcívar *et al.* (2020) caracterizó la torta de Sacha inchi que se produjo por prensado en caliente y obtuvo valores del indicador de 41.49 %; mientras que Scull *et al.* (2022) la obtuvo por prensado en frío y alcanzó 54.41 %. Posee gran cantidad de todos los aminoácidos esenciales y no esenciales (Rawdkuen *et al.*, 2016). Los autores antes mencionados reportaron que los esenciales poseen concentraciones en mg/100 g de 9 334.50, 3 873.00, 7 223.50, 17 849.00, 624.21, 3 183.50, 1 733.50, 3 279.50, 3 361.00 para histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, tirptófano y valina, respectivamente. Por lo anterior, se puede considerar una fuente de proteína bien balanceada (Torres Sánchez *et al.*, 2023).

Figura 3
Torta de Sacha inchi



Fuente: Anon (2025b)

El contenido de grasas, se encuentra en el rango de 6-7 % en las que se obtienen por presión mecánica (Benítez *et al.*, 2018). En este sentido, Betancourth (2013) y Ruiz *et al.* (2013) reportaron 6.9 y 7.8 %, respectivamente en tortas de dos especies de Sacha inchi; sin embargo, cuando la extracción es por solventes se obtiene menos del 1 % (Pastuña-Pullutasig *et al.*, 2016). Según Oryschak *et al.* (2020), con el primer procedimiento, aunque se aprecia mayor calidad del aceite, la concentración es mayor y, con el segundo, solubilizan muchos de los lípidos remanentes.

Estudios realizados por Taipe *et al.* (2022) demostraron que la torta de Sacha inchi posee alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (79.2 %). De ellos, el 44.2 % es de ácido alfa linolénico Omega 3 (w-3), 35.0 % de ácido linoleico Omega 6 (w-6) y 8.1 % de ácido oleico Omega 9 (w-9). La composición de ácidos grasos puede ofrecer en la nutrición más allá de un mejor balance de nutrientes, un efecto benéfico en la salud del animal y del consumidor final.

Otros factores pueden influir en las variaciones en cuanto a la composición fibrosa en la torta de Sacha inchi. Entre ellos podemos mencionar, la genética propia de la planta que se afecta directamente por el clima donde se cultivan, la época de cosecha de la semilla y hasta el método de conservación de la misma (García-Rebollar *et al.*, 2016). Hernández (2024) reportaron valores de fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, lignina, celulosa y hemicelulosa con rangos entre 25-29, 10-16, 2-3, 7-12 y 13-15 %, respectivamente.

Con relación al contenido de metabolitos secundarios, Scull *et al.* (2022) plantearon que podría ser una limitante para su utilización como alimento en algunas especies de animales, fundamentalmente los monogástricos. Entre los principales compuestos que se identificaron en las tortas de Sacha inchi se encuentran, los taninos, saponinas, alcaloides, flavonoides, triterpenos, coumarinas, quinonas, grupos α -amino, mucílagos y antocianidinas (Torres *et al.*, 2021). Por esta razón, se han propuesto diferentes métodos de procesamiento (físicos, químicos y biológicos) para reducir sus efectos anti nutricionales cuando se destina a la alimentación de animales monogástricos (Landines *et al.*, 2024), lo que abre una gran área de investigación que aún está por explorarse.

Principales usos de la torta de semilla de Sacha inchi en la alimentación de animales monogástricos

Las fuentes alternativas de proteína dan oportunidades para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos para alimentación y ofrecen interesantes posibilidades para incrementar la rentabilidad. Según Tang (2017) la torta de Sacha inchi surge como una alternativa para sustituir insumos proteicos, que conllevan a la disminución de los costos de producción y así se ofertan productos a mejores precios. Con fines de dar uso al subproducto de la extracción de aceite, se incluyó en la ración de algunos animales monogástricos.

En pollos de ceba, Valencia (2023) sustituyó el 12% de la ración y obtuvieron mayores valores en los indicadores productivos como peso final (2 507.33 vs 2 824.17 g/ave), ganancia de peso (1 280.50 vs 1 570.50 g/ave), consumo de alimento (2 565.31 vs 2 719.64 g/ave) y conversión alimenticia (2.00 vs 1.73), respecto al control en la etapa de engorde de las aves. Además, se observó que en ambos tratamientos no hubo muertes y en general el experimento tuvo una tasa de mortalidad de 1.78% durante la última semana de la investigación, representada por sólo tres aves. Alcívar (2022) sustituyeron la soya (*Glycine max*) hasta 10% en la ración y no se afectaron las digestibilidades ileales aparentes de la proteína y los aminoácidos lisina, metionina y treonina. En otra investigación, Alcívar-Corbeña *et al.* (2023) observaron mejoras en los indicadores de comportamiento productivo, así como en la rentabilidad al sustituir la soya hasta en 15%. Con este último tratamiento respecto al grupo control, incrementó la ganancia de peso (262.13 vs 627.00 g) y el consumo (4 122.71 vs 4 897.84 g), pero hubo una mayor eficiencia de utilización de los nutrientes que se reflejó en la conversión alimenticia (2.21 vs 1.81 kg/kg).

En la revisión de literatura se encontraron escasos trabajos del uso de la Sacha inchi en la alimentación de cerdos. Viamonte *et al.* (2020) determinaron la digestibilidad

aparente de una dieta con la inclusión de 15% de Sacha inchi para cerdos criollos en crecimiento ceba. Los autores no encontraron diferencias en la digestibilidad de proteína bruta, fibra bruta, grasa, extracto libre de nitrógeno y el calcio. También, Viamonte *et al.* (2022) incluyeron 20 % en la dieta de cerdos criollos ecuatorianos en la etapa de ceba y estudiaron el comportamiento productivo y el rendimiento de la canal. Mejoró la ganancia diaria en peso de 366 g/día con incrementos promedios de 10 kg, adecuada para la raza y categoría. El rendimiento de la canal mostró valores de 69.41 %, la longitud y el ancho fue de 67 y 41 cm, respectivamente, los que se consideran aceptables. Otras investigaciones disponibles con cerdos se relacionan con el aceite de la semilla de Sacha inchi, por ejemplo las de Oanh *et al.* (2023). Esta especie, al parecer, es más susceptible a los niveles de metabolitos secundarios que están presentes en la torta, por lo cual se necesitan tratamientos previos en aras de que los animales puedan hacer un consumo de la misma sin que se detecten efectos nutricionales adversos.

En conejos (*Oryctolagus cuniculus*) Valdivieso (2015) informó que con la inclusión de 6 % de torta se incrementaron los rendimientos productivos, lo que se reflejó en una reducción de los costos y mayor rentabilidad. Se obtuvieron los mejores pesos finales (3.13 kg), ganancia de peso total (2.35 kg), menor consumo de alimento total (8.80 kg/MS); eficiente conversión alimenticia (3.78); peso de la canal (1.62 kg), rendimiento a la canal (51.73%) y disminución del costo/kg de ganancia de peso (1.18 USD). Díaz (2016) enfatizó que se enriquece la carne de conejo con ácidos grasos ω -3 mediante el uso de la torta de semilla de Sacha inchi como suplemento en su dieta.

Guevara *et al.* (2016) reportaron que con 4 % de inclusión en la dieta de cuyes a los 90 días se logró una ganancia de peso de 353 g y un peso vivo final de 98 g a las cuatro semanas posteriores de iniciado el experimento. Díaz *et al.* (2021) emplearon la torta en dietas peletizadas y extruidas para la especie y no observaron diferencias en los indicadores productivos peso vivo y consumo de alimentos entre las formas de presentación del alimento. Además, se observaron altos valores de digestibilidad fecal aparente (%) para materia seca, proteína bruta, fibra cruda y extracto etéreo para la torta peletizada (82.5, 81.2, 98.7, 65.9) y torta extruida (76.7, 83.2, 92.8 y 62.4), respectivamente.

Miranda y Guerrero (2015) plantearon que la torta de Sacha inchi es un alimento de uso potencial en la alimentación de tilapias y otros peces; concluyeron que hasta 10 % no se afecta el comportamiento productivo, en términos de ganancia de peso, tasa específica de crecimiento, tasa de eficiencia proteica e índice hepatosomático de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). Vera (2020), por su parte, refirió que el mejor tratamiento en la alimentación de pacú (*Piaractus brachypomus*) fue el 20 %. Khen *et al.* (2022) en tilapias del Nilo sustituyeron 29 y 54 %; los resultados mostraron que no causó diferencias en el crecimiento ni en los índices somáticos (hematocrito y conteo de células rojas), sin embargo, mejoró la hemoglobina y las células blancas con la oleaginosa en la ración, además, incrementó la calidad nutricional al aumentar el contenido de ácidos grasos ω -3. Araujo-Dairiki *et al.* (2018) y Khieokhajokhket *et al.* (2021) también reportaron beneficios productivos en estudios con juveniles de tambaqui (*Colossoma macropomum*) y

matrinxã (*Brycon amazonicus*) y tilapia híbrida (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*), respectivamente, al incluir diferentes niveles de torta de Sacha inchi.

A pesar de los beneficios antes mencionados, algunos autores señalan varios inconvenientes que se presentaron en el uso de la torta en aves. Entre ellos se pudieran mencionar hipertrofia pancreática (Tang, 2017), efecto hepatotóxico (Robles-Huaynate *et al.*, 2014), reducción de indicadores de comportamiento productivo (Reátegui *et al.*, 2015), entre otros. Lo anterior dependerá del método de extracción de aceite que se realizó en frío, sólo por prensado, lo que no permite la reducción de los niveles de metabolitos secundarios e influye en un menor valor nutricional de la torta. A pesar de las investigaciones realizadas, para aumentar el porcentaje de inclusión en las dietas, se hace necesario realizar estudios que permitan definir o proponer tratamientos físicos, químicos o biológicos al subproducto, que mejoren su valor y sean económicamente factibles para los diferentes sistemas ganaderos.

Conclusiones

Las características físico-químicas de la torta de Sacha inchi muestran el valor nutricional y las potencialidades de este subproducto para ser utilizado en la alimentación de animales monogástricos.

Literatura citada

- Alayón, A. N. y Echeverri, I. (2016). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. *Revista Chilena de Nutrición*. 43(2): 167-171. doi: 10.4067/S0717-75182016000200009.
- Alcívar, J. (2022). *Evaluación de la torta de Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) como fuente alternativa de proteínas para pollos de engorde*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque. Cuba. 100 p.
- Alcívar, J. L.; Martínez, M.; Lezcano, P.; Scull, I. y Valverde, A. (2020). Nota técnica sobre la composición físico-química de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). *Cuban Journal of Agricultural Science*. 54(1): 19-23. URL: <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/934/1053>
- Alcívar-Cobeña, J. L.; Vera-Velázquez, R.; Marcillo-Plua, E. A.; Del Valle-Holguín, W. J.; Cornejo-Cornejo, R. A.; Indacochea-Ganchozo, B. S. y Martínez-Pérez, M. (2023). Parámetros productivos en pollos broiler utilizando torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) como sustituto parcial de la soya (Glycine max). *Revista Científica, FCV-LUZ*, Vol. XXXIII, rfcv-e33194: 1-7. doi:10.52973/rfcv-e33194
- Álvarez, G. F. y Ríos, T. R. (2007). Estudio de viabilidad económica del cultivo de *Plukenetia volubilis* Linneo “sacha inchi”-departamento de San Martín. Programa de ordenamiento ambiental-POA evaluación económica opciones productivas amazonia peruana. Iquitos, Perú. URL: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/publ817.pdf>
- Ancuta, P. y Sonia, A. (2020). Oil press-cakes and meals valorization through circular economy approaches: A Review. *Applied Sciences*. 10: 7432-7462. DOI: 10.3390/app10217432.
- Anon. (2025a). Sacha inchi, fuente de el “aceite del Inca”, una especie en auge. Disponible en: <https://actualfruveg.com/2018/05/27/sacha-inchi-fuente-de-el-aceite-del-inca-una-especie-en-auge/>. (Consultado 23 mayo 2025)
- Anon. (2025b). Harina proteica de Sacha Inchi(cruda). Disponible en: <https://agroindustriag2.com/producto/harina-proteica-de-sacha-inchi/>. (Consultado 23 enero 2025)

- Araujo-Dairiki, T. B.; Chaves, F. C. M. y Dairiki, J. K. (2018). Seeds of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae) as a feed ingredient for juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon amazonicus* (Characidae). *Acta Amazónica*. 48(1): 32-37. doi: 10.1590/1809-4392201700753.
- Arrutia, F.; Binera, E.; Williams, P. y Waldron, K. W. (2020). Oilseeds beyond oil: Press cakes and meals supplying global protein requirements. *Trends in Food Science & Technology*. 100: 88-102. doi: 10.1016/j.tifs.2020.03.044
- Azam, F.; Qaisrani, S. N.; Khalique, A.; Bibi, F.; Akram, C. A.; Naveed, S. y Pasha, T. N. (2019). Exploring nutritive profile, metabolizable energy, protein, and digestible amino acids contents of indigenous protein sources of different locations for male broilers. *Poultry Science*. 98: 4664-4672. doi: 10.3382/ps/pez167.
- Benítez, R.; Coronell, C. y Martin, J. (2018). Chemical characterization Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) seed: Oleaginosa promising from the colombian amazon. *International Journal of Current Science Research and Review*. 1: 11-22. URL: <https://ijcsrr.org/singleview?id=1224&pid=1044>
- Betancourth, L. C. (2013). *Aprovechamiento de la torta residual de sacha inchi (Plukenetia volubilis Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite*. Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales, Manizales, Colombia. 32 p.
- Chirinos, R.; Zuloeta, G.; Pedreschi, R.; Mignolet, E.; Larondelle, Y. y Campos, D. (2013). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): a seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity. *Food Chemistry*. 141(3): 1732-1739. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.04.078.
- Díaz, D. A. (2016). Uso de la torta residual de la semilla de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) como insumo alimenticio en la producción de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) de carne y su enriquecimiento con omega-3. Tesis de Licenciatura. Lima, Perú. URI: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/6119>.
- Díaz, M.; Rojas, M. A.; Hernández, J. E.; Linares, J. L.; Durand, L. M. y Moscoso, J. E. (2021). Digestibilidad, energía digestible y metabolizable del sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) peletizado y extruido en cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 32(5): e19654. DOI: 10.15381/riivep.v32i5.19654
- García-Rebollar, P.; Cámara, L.; Lázaro, R. P.; Dapoza, C.; Pérez-Maldonado, R. y Mateos, G. G. (2016). Influence of the origin of the beans on the chemical composition and nutritive value of commercial soybean meals. *Animal Feed Science and Technology*. 221: 245-261. doi: 10.1016/j.anifeeds.2016.07.007.
- Gomes, A.; da Silva, D. C.; Bertoldo, M. T.; Franco, Y. M. y Mattar, B. A. (2021). Oilseed by-products as plant-based protein sources: Amino acid profile and digestibility. *Future Foods*. 3: 1-7. doi: 10.1016/j.fufo.2021.100023
- Guevara, J.; Rojas, S.; Carcelén, F.; Bezada, S. y Arbaiza, T. (2016). Parámetros productivos de cuyes criados con dietas suplementadas con aceite de pescado y semillas de Sacha Inchi. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 27(4): 715-721. doi: 10.15381/riivep.v27i4.12560.
- Gutiérrez, A.; Bucarano, I.; Urquiaga, D.; Goicochea, E. y Adames, Y. (2021). Toxicología aguda oral del aceite de Sacha inchi en ratas Sprague Dawley. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 52 (1): 50-58. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222124502021000100050
- Hernández, J. (2024). Importancia potencial de la planta de Sacha inchi en la salud del ser humano. *Rev Ciencias Médicas*, 28(3):e6383. URL: <http://revcmpinar.sid.cu/index.php/publicaciones/article/view/6383>
- IPNI. (2024). International Plant Names Index. The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. Publicado en: <http://www.ipni.org>. (Consultado 19 diciembre 2024).
- Khen, B.; Aeksiri, N.; Wuthijaree, K.; Ratanasut, K.; Kaneko, G. y Khieokhajonkhet, A. (2022). The impacts of partial replacement of sacha inchi seed on growth performance, fatty acids composition, blood parameters, histological changes, and immune-related gene expression in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Advances in Animal Veterinary Science*. 10(1): 94-106. doi: 10.17582/journal.aavs/2022/10.1.94.106.
- Khieokhajonkhet, A.; Muichanta, S.; Aeksiri N.; Ruttarattanamongkol, K.; Rojtinakorn, J. y Kaneko, G. (2021). Evaluation of sacha inchi meal as a novel alternative plant protein ingredient for red hybrid tilapia

- (*Oreochromis niloticus* × *O. mossambicus*): Growth performance, feed utilization, blood biochemistry, and histological changes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 278: 115004. DOI: 10.1016/j.anifeeds.2021.115004.
- Kodahl, N. (2020). Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) - from lost crop of the Incas to part of the solution to global challenges? *Planta.* 251(4): 1-22. doi: 10.1007/s00425-020-03377-3.
- Kodahl, N. y Sørensen, M. (2021). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Is an Underutilized Crop with a Great Potential. *Agronomy.* 11: 1066. doi: 10.3390/agronomy11061066.
- Landines, E.; Villacrés, E.; Coello, K.; Moyano, V. G.; Quezada, M.; Quelal, M. B., Quimbita, Y. y Ruales, J. (2024). Evaluation of antinutrients, nutritional, and functional properties in sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) cake treated with hydrothermal processes. *Heliyon* 10 (e37291): 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37291>
- López-García, D. (2015). Producir alimentos, reproducir comunidad. Editorial: Libros en Acción. ISBN: 978-84-944051-3-6. Disponible en: https://repositoriointerculturalidad.ec/jspsui/bitstream/123456789/37279/1/proalirep_a2015/SPA.pdf
- Mannucci, A.; Castagna, A.; Santin, M.; Serra, A.; Mele, M. y Ranieri, A. (2019). Quality of flaxseed oil cake under different storage conditions. *LWT.* 104: 84–90. doi: 10.1016/j.lwt.2019.01.035.
- Miranda, R. A. y Guerrero, C. E. (2015). Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). *Respuestas.* 20(2): 82-92. DOI: 10.22463/0122820X.355.
- Miranda, V. E. y Acuña, F. (2016). Nivel de aceptación al sabor del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) por parte de adultos y niños de la ciudad de Lima Metropolitana. *Científica.* 13(3):199-211. DOI: 10.21142/cient.v13i3.391.
- Muñoz, A.; Ramos, F.; Ortiz, C. A.; Castañeda, B.; Barnett, E.; Yáñez, J. y Cajaleón, D. (2010). Evaluación del contenido de fitoesteroles, compuestos fenólicos y métodos químicos para determinar la actividad antioxidante en semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú.* 76(3): 234-241. ISSN 1810-634X. URL: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2010000300005
- Mwaurah, P. W.; Nitin, S. K.; Kumar, K. A.; Panghal, A. A.; Singh, V. K. y Garg, M. K. (2019). Novel oil extraction technologies: Process conditions, quality parameters, and optimization. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 19(1): 3-20. doi: 10.1111/1541-4337.12507.
- Niu, L.; Li, J.; Chen, M. y Xu, Z. (2014). Determination of oil contents in Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) seeds at different developmental stages by two methods: Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance. *Industrial Crops and Products.* 56: 187–190. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.03.007
- Oanh, N. C.; Thu, C. T. T.; Don, N. V. y Hornick, J. L. (2023). Growth performance and pork quality of finishing pigs fed diet supplemented with sachá inchi oil and herbal plants. *Tropical Animal Science Journal.* 46(4): 471-477. doi: <https://doi.org/10.5398/tasj.2023.46.4.471>
- OECD/FAO. (2024). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2024-2033, OECD Publishing, Paris/FAO, Rome. URL: <https://doi.org/10.1787/2b0c9d81-es>
- Oryschak, M. A.; Christianson, C. B. y Beltranena, E. (2020). *Camelina sativa* cake for broiler chickens: effects of increasing dietary inclusion on clinical signs of toxicity, feed disappearance, and nutrient digestibility. *Translational Animal Science.* 4: 1263-1277. doi: 10.1093/tas/txaa029
- Pastuña-Pullutasig, A.; López-Hernández, O.; Debut, A.; Vaca, A.; Rodríguez-Leyes, E.; Vicente, R. y Tapia-Hernández, F. (2016). Microencapsulation of oil sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) by spray drying. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas,* 45(3): 422-437. doi: 10.15446/rcciquifa.v45n3.62029
- Pérez, M. C.; González, J. L.; González, M.; Villanueva, M.; Montero, K.; Adames, Y.; Rodríguez, E. A.; Blair, C.; González, V.; Carmenate, Y.; Oyarzabal, A.; Gutiérrez, A.; Vicente, R.; Molina, V.; Alfonso, J.; Mendoza, S.; Gámez, R.; Bataller, M.; Veliz, E.; García, R. J.; Scull, I. y Fernández, E. (2023). Contribuciones científicas al cultivo y procesamiento industrial de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en Cuba. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba.* 13(4). ISSN 2304-0106, RNPS 2308. <https://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1480/1846>

- Rawdkuen, S.; Murdayanti, D.; Ketnawa, S. y Phongthai, S. (2016). Chemical properties and nutritional factors of pressed-cake from tea and sacha inchi seeds. *Food Bioscience*. 15: 64-71. doi: 10.1016/j.fbio.2016.05.004.
- Reátegui, R.; Paredes, D. y Robles, R. (2015). Determinación del efecto del consumo de la torta de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sobre el perfil bioquímico sanguíneo de pollos de carne. *Folia Amazónica*. 24(2): 31-38. doi: 10.24841/fa.v24i2.70
- Robles-Huaynate, R.; Hurtado-Ramírez, L. L. y Paredes-López, D. (2014). Efecto de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el perfil bioquímico sanguíneo e histopatología del hígado de aves de postura. *Ciencia Amazónica* (Iquitos). 4(1): 60-66. doi: 10.22386/ca.v4i1.69.
- Rodríguez, J. I.; Vega, K. I. y Solorzano, S. S. (2021). Aceite de Sacha inchi: potenciador de exportaciones no tradicionales en el Ecuador. *RECIAMUC*. 5(1): 491-510. DOI: 10.26820/reciamuc/5.(1). ene.2021.491-510. 168.
- Rodzi, N. A. R. y Lee, L. K. (2022). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.): recent insight on phytochemistry, pharmacology, organoleptic, safety and toxicity perspectives. *Heliyon*. 8(9): e10572. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e10572.
- 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: 29-36. ISSN: 1810 634X.
- Scull, I.; García, Y.; Ortega, D.; Albelo, N.; Sosa, D.; Valiño, E. C. y García, Y. (2022). Chemical characterization of *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) cake cultivated in Cuba. Technical note. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 56(4): 1-6. URL: <https://www.cjascience.com/index.pho/CJAS>
- Srichamnong, W.; Ting, P.; Pitchakarn, P.; Nuchuchua, O. y Temviriyankul, P. (2018). Safety assessment of *Plukenetia volubilis* (Inca peanut) seeds, leaves, and their products. *Food Science of Nutrition*. 6(4): 962-969. doi: 10.1002/fsn3.633.
- Taípe, R.; Fernández, M.; Villanueva, M. E. y Gómez, C. (2022). Composición nutricional y digestibilidad de semilla, torta y cáscara de dos especies de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 23(2); e2355. doi: 10.21930/rcta.vol23_num2_art:2355.
- Tang, E. A. (2017). Evaluación de cuatro niveles sustitución de fuentes proteicas por torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el rendimiento productivo de pollos de carne en la etapa de crecimiento y engorde en Pucallpa. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Ucayali. Perú. 90 p. URL: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3741>.
- Torres Sánchez, E. G.; Hernández-Ledesma, B. y Gutiérrez, L. F. (2023). Sacha inchi oil press-cake: Physicochemical characteristics, food-related applications and biological activity. *Food Reviews International*. 39(1): 148-159. doi: 10.1080/87559129.2021.1900231.
- Valdivieso, J. F. (2015). Utilización de diferentes niveles de semilla de *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi), en conejos neozelandeses desde el destete hasta el inicio de la vida reproductiva. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 70 p.
- Valencia, A. A. (2023). Indicadores productivos y económicos en pollos parrilleros sustituyendo parcialmente la soya (*Glycine max* L. Merr.) por torta de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Trabajo de Licenciatura. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador.
- Vargas, Y. A. y Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*. 14 (1): 49-52. ISSN: 1900-4699, e-ISSN: 2500-5316. DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Vera, A. (2020). Avances en nutrición acuícola con *Plukenetia volubilis* (Sacha-inchi) como sustituto proteico en formulación de alimento balanceado. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Machala. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. 34 p.
- Viamonte, M. I.; Tipanquiza, M.; Tintín, C.; Sánchez, J.; Caicedo, W.; Ramírez, A. y Vargas, J. (2020). Digestibilidad aparente de una dieta con inclusión de harina de semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en cerdos criollos de crecimiento. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 31(4): e19245. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19245>

- Viamonte, M. I.; Sánchez, J. M.; Ramírez, A.; Licuy, C. D.; Tsamaraint, M. A. y Caicedo, W. O. (2022). Comportamiento productivo y rendimiento de la canal caliente de cerdos criollos alimentados con sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en cápsula. *Dominio de las Ciencias*. 8(3): 1179-1197. doi: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>.
- Wang, S. y Zhu, F. K. (2018). Nutritional composition biological activity and use. *Food Chemistry*, 265: 316-328. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.05.055.
- Wang, T.; Osho, S. O. y Adeola, O. (2018). Additivity of apparent and standardized ileal digestibility of amino acid determined by chromic oxide and titanium dioxide in mixed diets containing wheat and multiple protein sources fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*. 96(11): 4731-4742. doi: 10.1093/jas/sky326.