

Technical note on physical-chemical composition of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) cake

Nota técnica sobre la composición físico-química de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*)

J.L.Alcívar¹, Madeleidy Martínez Pérez², P. Lezcano², Idania Scull², A.Valverde¹

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.

²Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Email: jluisalcivar@gmail.com

To chemically and physically characterize the Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) cake, samples were randomly collected, from the collection center of San Vicente canton, Manabí, Ecuador. The bromatological characterization was performed and the content of the fibrous fractions was determined. The physical properties packing volume, solubility and water adsorption capacity were analyzed. The content of anti-nutritional factors was qualitatively determined. The results showed high dry matter (89.24 %) and crude protein content (41.49 %). The fibrous fraction values were low and the physical properties showed low solubility (7.96 %), high volume (3.92 mL/g) and low water adsorption capacity (2.16 g/g). The results allow concluding that the *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) cake has adequate protein and fiber content, as well as physical properties and the presence of acceptable ANFs, which allows it to be included in animal feeding.

Key words: *protein cake, bromatological characterization, physical properties, anti-nutritional factors*

The Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), also known as peanut sacha or Inca peanut, is a wild oilseed plant, distributed from Central America to South America. It has a high protein value and high content of polyunsaturated fatty acids, which is why it is considered a promising plant for human and animal feeding (Ruiz *et al.* 2013 and Vásquez *et al.* 2017).

In recent years, it has been introduced in Ecuador to obtain edible oil, from which the Sacha inchi cake is generated, as a byproduct. This plant is an important source of protein. However, although several studies have been conducted in Peru and Colombia, related to its bromatological composition (Benítez *et al.* 2018), it is little known about the physical properties of its fibrous fraction and its composition in anti-nutritional factors. The objective of this study was to characterize, physically and chemically, the Sacha inchi cake, from Manabí, Ecuador.

The seed was collected from the plantations near to San Vicente and taken to the Triomega plant, located in San Vicente canton, Manabí province, Ecuador. It was partially shelled and cleaned by ventilation and shaking to remove impurities. The oil was extracted with the help of an extractor cylinder press, at a temperature of 75 °C.

Para caracterizar química y físicamente la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), se recolectaron muestras de manera aleatoria, provenientes del centro de acopio del cantón de San Vicente, Manabí, Ecuador. Se realizó la caracterización bromatológica y se determinó el contenido de las fracciones fibrosas. Se analizaron las propiedades físicas volumen de empaquetado, solubilidad y capacidad de adsorción de agua. Se determinó cualitativamente el contenido de factores antinutricionales. Los resultados mostraron alto contenido de materia seca (89.24 %) y proteína bruta (41.49 %). Los valores del fraccionamiento fibroso fueron bajos y las propiedades físicas mostraron poca solubilidad (7.96 %), alta voluminosidad (3.92 mL/g) y baja capacidad de adsorción de agua (2.16 g/g). Los resultados permiten concluir que la torta de *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) posee adecuado contenido de proteína y fibras, así como propiedades físicas y presencia de FANs aceptables, lo que posibilita que se pueda incluir en la alimentación animal.

Palabras clave: *torta proteica, caracterización bromatológica, propiedades físicas, factores antinutricionales*

La Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), también conocida como sacha maní o maní del inca, es una planta oleaginosa silvestre, distribuida desde América Central hasta Suramérica. Presenta alto valor proteico y elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados, por lo que se considera una planta promisoriosa para la alimentación humana y animal (Ruiz *et al.* 2013 y Vásquez *et al.* 2017).

En los últimos años, se ha introducido en Ecuador para la obtención de aceite comestible, a partir del que se genera la torta de Sacha inchi, como un subproducto. Esta planta constituye una fuente de proteína importante. No obstante, aunque se han realizado varios estudios en Perú y Colombia, relacionados con su composición bromatológica (Benítez *et al.* 2018), poco se conoce de las propiedades físicas de su fracción fibrosa y de su composición en factores antinutricionales. El objetivo de este estudio fue caracterizar, física y químicamente, la torta de Sacha inchi, proveniente de Manabí, Ecuador.

La semilla se recolectó de las plantaciones aledañas a San Vicente y se llevó a la planta de Triomega, ubicada en el cantón San Vicente, provincia de Manabí, Ecuador. Se descascaró parcialmente y se limpió mediante ventilación y zarandeo para eliminar

Subsequently, a re-extraction was performed and the temperature rose to 102 °C. This procedure guarantees 9 % oil extraction.

The resulting cake was allowed to cool and stored in nylon bags, separated from the soil by pallets, in order to avoid moisture. The cake, from the same lot, was presented in pellets, with a diameter lower than 3 cm, and stored for 22 days.

For the chemical physical characterization, five samples of the cake were collected in a homogeneous and random way in the collection center of Sacha inchi. For this, the four points and the center procedure was followed. After they were collected, they were sent to the laboratory of the Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), where analyzes were performed. Each one was performed in triplicate. The determination of the contents of dry matter (DM), crude protein (CP), crude fiber (CF), ether extract (EE), gross energy (GE) and total ashes was performed using the methodology described by the AOAC (2006).

The fractionation, according to Goering and van Soest (1970), was used to extract neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin and hemicellulose.

Physical properties were determined according to the techniques compiled by Savón *et al.* (1999). For the determination of the packing volume and solubility, the samples were passed through a sieve of 0.8 mm and taken to an oven at 105 °C overnight.

Determination of packing volume. One gram of sample was placed in a graduated centrifuge tube. Then, it was centrifuged at 3000 rpm for 20 min. Finally, the volume occupied by the sample after centrifugation was measured.

Determination of solubility. An amount of 60 mL of distilled water was added to two grams of the dried sample and were kept resting for an hour. Subsequently, they were filtered and dried in an oven at 60 °C for 12 h. The difference between the dry sample weight, at the beginning and at the end of the analysis, represented the percentage of the fraction that was solubilized in the water.

The water adsorption capacity (WAC) was determined by the gravimetric method by the following formula:

$$WAC (g/g) = \frac{(\text{wet sample weight} - \text{dry sample weight})}{\text{dry sample weight}}$$

The content of anti-nutritional factors was qualitatively determined according to Miranda and Cuellar (2000) methodology. The presence of tannins, alkaloids, flavonoids, saponins, triterpenes, anthocyanidins, coumarins, quinones, α amino groups and mucilages was checked.

The experimental data were processed in the statistical program InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2012). The statistics, mean, standard deviation, coefficient of variation and minimum and maximum values were determined.

impurezas. La extracción del aceite se realizó con la ayuda de una prensa cilindro extractor, a temperatura de 75 °C. Posteriormente, se realizó una re extracción y la temperatura se elevó hasta 102 °C. Este procedimiento garantiza 95 % de extracción del aceite.

La torta resultante se dejó enfriar y se almacenó en sacos de nailon, separados del suelo por palets, con el propósito de evitar la humedad. La torta, procedente del mismo lote, se presentó en forma de pellets, con diámetro inferior a 3 cm, y se almacenó durante 22 días.

Para la caracterización físico química, se recolectaron, de manera homogénea y aleatoria, cinco muestras de la torta en el centro de acopio de Sacha inchi. Para ello se siguió el procedimiento de las cuatro puntas y el centro. Luego de recolectadas, se enviaron al laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se realizaron los análisis. Cada uno se realizó por triplicado.

La determinación de los contenidos de materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extracto etéreo (EE), energía bruta (EB) y cenizas totales se realizó a partir de la metodología descrita por la AOAC (2006). El fraccionamiento, según Goering y van Soest (1970), se utilizó para la extracción de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina y hemicelulosa.

Las propiedades físicas se determinaron de acuerdo con las técnicas recopiladas por Savón *et al.* (1999). Para la determinación del volumen de empaqueo y solubilidad, las muestras se pasaron por tamiz de 0.8 mm y se llevaron a estufa de 105 °C durante toda la noche.

Determinación del volumen de empaqueo. Se colocó un gramo de muestra en un tubo de centrifuga graduado. Luego, durante 20 min, se centrifugó a 3000 rpm. Por último, se midió el volumen ocupado por la muestra después de la centrifugación.

Determinación de la solubilidad. Se añadieron 60 mL de agua destilada a dos gramos de la muestra seca inicialmente y se mantuvieron en reposo durante una hora. Posteriormente, se filtraron y se secaron en una estufa a 60°C durante 12 h. La diferencia entre el peso de la muestra seca, al inicio y al final del análisis, representó el porcentaje de la fracción que se solubilizó en el agua.

La capacidad de adsorción de agua (WAC) se determinó por el método gravimétrico mediante la fórmula siguiente:

$$WAC (g/g) = \frac{(\text{peso muestra húmeda} - \text{peso muestra seca})}{\text{peso muestra seca}}$$

Se determinó cualitativamente el contenido de factores antinutricionales según la metodología de Miranda y Cuellar (2000). Se comprobó la presencia de taninos, alcaloides, flavonoides, saponinas, triterpenos, antocianidinas, coumarinas, quinonas, grupos α amino y mucilagos.

Los datos experimentales se procesaron en el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2012). Se determinaron los estadígrafos, media, desviación típica,

The physical and chemical composition of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) is shown in table 1. The results are in the range reported by Benítez *et al.* (2018).

coeficiente de variación y valor mínimo y máximo.

La composición física y química de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) se muestra en la tabla 1. Los

Table 1. Physical and chemical characterization of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) cake

Indicators (% dm)	Mean	Sd ±	C.V (%)	Minimum	Maximum
DM	89.24	0.40	0.45	88.63	89.68
EE	9.05	1.06	11.77	7.94	10.68
Ash	4.89	0.21	4.29	4.56	5.08
CP	41.49	0.35	0.84	40.90	41.80
NFE	6.46	1.46	21.61	4.97	8.47
CF	7.63	1.77	23.15	5.83	10.27
NDF	16.64	1.54	9.24	15.32	18.41
ADF	12.70	1.96	15.43	9.95	15.03
Lignin	1.25	0.20	15.90	1.03	1.50
Hemicellulose	3.94	0.92	23.39	3.01	5.37
Solubility (%)	7.96	0.94	11.85	6.99	9.18
Volume (mL/g)	3.92	0.20	22.59	3.72	4.22
Water adsorption capacity (g/g)	2.16	0.49	5.13	1.30	2.50

The content of ether extract or fat was higher than that found by Ruiz *et al.* (2013) (7.8 %). These authors also reported protein and crude fiber values of 59.0 % and 4.5 %, respectively. The variations between the results may be due to the extraction methods used, according to reports by Benítez *et al.* (2018). In this study, hot pressing was applied. However, the mentioned authors worked with solvent extraction and cold pressing. Nevertheless, the obtained values are considered adequate, which makes the Sacha inchi cake a potential supply for the diets of monogastric animals.

With respect to fibrous fractionation, the values are low when compared with grains of an oilseed plant such as royal palm nuts (Average NDF: 57.7 %; Arias *et al.* 2016). In the consulted literature, the available information about Sacha inchi cake is scarce, regarding the study of these fractions. Therefore, its study is very useful to propose it as a source of unconventional food.

The physical properties showed poor solubility, high volume and low water adsorption capacity. In isolated protein from Sacha inchi cake, Alvarado (2014) reported similar values to those found in this research. This may be due to the ratio of the different chemical compounds in the cake. As showed in table 1, lignin values were low. Perhaps, among the hemicelluloses, insoluble components predominate, which are part of the non-soluble fraction of the fiber, and are also responsible for regulating the function of the gastrointestinal tract of monogastric animals.

In the Sacha inchi cake was found very abundant presence of alkaloids, saponins and α amino group. To

resultados se encuentran en el rango informado por Benítez *et al.* (2018).

El contenido de extracto etéreo o grasa fue superior al encontrado por Ruiz *et al.* (2013) (7.8%). Estos autores informaron además, valores de proteínas y fibra bruta de 59.0 % y 4.5 %, respectivamente. Las variaciones entre los resultados se pueden deber a los métodos de extracción utilizados, según informes de Benítez *et al.* (2018). En este estudio, se aplicó el prensado en caliente. Sin embargo, los autores antes mencionados trabajaron la extracción con solventes y el prensado en frío. No obstante, los valores obtenidos se consideran adecuados, lo que convierte a la torta de Sacha inchi en un insumo potencial para las dietas de animales monogástricos.

Con respecto al fraccionamiento fibroso, los valores son bajos si se comparan con granos de una oleaginosa como el palmiche (Promedio FDN: 57.7 %; Arias *et al.* 2016). En la literatura consultada, es escasa la información disponible acerca de la torta de Sacha inchi, en lo que respecta al estudio de estas fracciones. Por ello, su estudio es de gran utilidad para proponerla como fuente de alimento no convencional.

Las propiedades físicas mostraron poca solubilidad, es voluminosa y presenta baja capacidad de adsorción de agua. En aislados proteicos de torta de Sacha inchi, Alvarado (2014) informó valores similares a los encontrados en esta investigación. Esto se puede deber a la relación de los diferentes compuestos químicos en la torta. Como se observa en la tabla 1, los valores de lignina fueron bajos. Quizás, entre las hemicelulosas predominen las insolubles componentes, que forman parte de la fracción no soluble de la fibra, y son las encargadas además, de la regulación de la función del

a lesser extent, tannins, flavonoids and triterpenes were observed (table 2). Ruiz *et al.* (2013) reported low levels of tannins and saponins in the oilseed, with respect to those of the soy cake. On the other hand, Wang *et al.* (2018) found the same performance of total polyphenols, when compared with Brazilian nuts, cashews, hazelnuts, peanuts and pistachios.

tracto gastrointestinal de animales monogástricos.

En la torta de Sacha inchi se encontró presencia muy abundante de alcaloides, saponinas y grupos α amino. En menor cuantía, se observaron taninos, flavonoides y triterpenos (tabla 2). Ruiz *et al.* (2013) informaron en la oleaginosa valores bajos de taninos y saponinas, con respecto a los de la torta de soya. Por su parte, Wang

Table 2. Qualitative analysis of anti-nutritional factors present in the Sacha inchi cake

Indicators	Results
Tannins	+
Alkaloids	+++
Flavonoids	+
Saponins	+++
Triterpenes	+
Anthocyanidins	-
Coumarinas	-
Quinones	-
α amino groups	+++
Mucilage	-

(-) absent, (+) present, (++) abundant, (+++) very abundant.

The results allow concluding that Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) cake has adequate protein and fiber content, as well as physical properties and acceptable anti-nutritional factors, which makes possible its use in animal feeding.

et al. (2018) encontraron igual comportamiento de los polifenoles totales, si se comparan con nueces brasileñas, anacardos, avellanas, cacahuetes y pistachos.

Los resultados permiten concluir que la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) posee adecuado contenido de proteína y fibra, así como propiedades físicas y presencia de factores antinutricionales aceptables, lo que posibilita su uso en la alimentación animal.

References

- Alvarado, K.D. 2014. "Obtención, caracterización fisicoquímica, caracterización electroforética y digestibilidad del aislado proteico del residuo agroindustrial de *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi)". Professional Degree in Biotechnologist Engineer Thesis. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. p. 63.
- Arias, R., Reyes, J.L., Bustamante, D., Jiménez, L., Caro, Y. & Ly, J. 2016. "Chemical characterization and physico-chemical indices of royal palm nuts from Artemisa for pigs | Caracterización química e índices químico-físicos de palmiches artemiseños para cerdos". Livestock Research for Rural Development, 28(3), ISSN 0121-3784, Available: <http://www.lrrd.org/lrrd28/3/aria28036.html>.
- A.O.A.C. 2006. "Official Methods of Analysis". Association of Official Agricultural Chemists. 16th Ed. Washington, District of Columbia, United States of America, p. 1465.
- Benítez, R., Coronell, C. & 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(1): 1–12, ISSN: 2581-8341.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. 2012. InfoStat. version 2012,[Windows], Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat. Available: <http://www.infostat.com.ar>.
- Goering, H.K. & Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analyses: Apparatus, reagent, procedures and some applications. In: Agriculture Handbook No. 379. Ed. U.S.D.A. Agricultural Research Service, Department of Agriculture, United States of America, p. 20.
- Miranda, M. & Cuellar, A. 2000. "Manual de Prácticas de Laboratorio de Farmacognosia y Productos Naturales". Facultad de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana. La Habana, Cuba, p.10, ISSN: 0378-7818.
- Ruiz, C., Díaz, C., Anaya, J. & 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, ISSN: 1810-634X.

Savón, L.L., Marrero, A.I., Gutiérrez, O. & Machín, L. M. 1999. “Manual teórico práctico para la caracterización físico-química de alimentos fibrosos para especies monogástricas”. Ed. del Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, p. 10.

Vázquez, D. C. 2016. Aprovechamiento de subproductos de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Desarrollo de un producto alimentario, empleando harina proveniente de la torta residual en la extracción de aceites. Master Thesis. Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquía.

Wang, S., Zhu, F. & Kakuda, Y. 2018. “Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses”. Food Chemistry, 265: 316–328, ISSN: 0308-8146, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.055>.

Received: January 26, 2019

Accepted: July 19, 2019