
APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO AGROINDUSTRIAL DE LA SEMILLA SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS L.*) EN UN ALIMENTO TIPO SNACK CON VALOR NUTRICIONAL

Edwin Darío Betancur Hoyos
Instructor Área Agroindustrial

Darlyn Yineth Monsalve Tapias

María Camila Londoño Bedoya
*Aprendices Tecnología Procesamiento de Alimentos
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA - Regional Antioquia,
Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada
Semillero de investigación SIALAS*

Autor para correspondencia:
semillerosialas@gmail.com

Resumen: El diseño e innovación de productos alimenticios con propiedades que impacten positivamente la salud humana impulsan la búsqueda de materias primas alternativas. La semilla sacha inchi (SI) es mayormente utilizada en la extracción de aceites esenciales, proceso durante el cual se genera la torta residual que contiene un alto porcentaje de proteínas (aproximadamente 30%) y ácidos grasos poliinsaturados como el linolénico (48,1%) y linoléico (32,8%). Actualmente, está siendo aprovechada en la alimentación animal. El objetivo de esta investigación es el desarrollo de un producto de queso (rosquitas) tipo snack, utilizando la torta residual de SI como aporte nutricional proteico al producto. Se evaluaron características fisicoquímicas, microbiológicas y bromatológicas de la torta residual y del producto tipo snack desarrollado. Se realizó un desarrollo piloto del producto tipo snack según el manual de elaboración de productos panificables del Centro de Formación La Salada, de allí se desarrolló diferentes formulaciones (F0, F1, F2), las cuales incluyeron un porcentaje de 0, 5 y 7,5 de torta residual con respecto a la premezcla a utilizar. Seguidamente, se realizó una prueba sensorial de comparación pareada en donde su aceptación sensorial fue del 73% del producto tipo snack con adición 5% de torta SI en la comunidad del SENA La Salada. Se evidenció que el producto tipo snack (rosquitas) desarrollado obtuvo 14,3% de proteína y características funcionales en cuanto a su valor nutricional, destacando la importancia de la inclusión de ácidos grasos insaturados (omegas) y proteínas de valor biológico en alimentos de fácil acceso y consumo como tendencia en la industria alimentaria.

Palabras clave: *Snack*, sacha inchi, omega, residuo agroindustrial, proteína vegetal.

UTILIZATION OF THE AGROINDUSTRIAL RESIDUE OF SACHA INCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS* L.) SEEDS FOR THE PRODUCTION OF A SNACK WITH NUTRITIONAL VALUE

Abstract: The design and innovation of alimentary products with properties that have a positive impact on human health encourages the quest for alternative primary resources. The sacha inchi seed (SI) is used mainly for the extraction of essential oils. During this process the residual press cake is generated; it contains a high percentage of proteins (approximately 30%) and polyunsaturated fatty acids (Linolenic 48,1% and Linoleic 32,8%) and is recently being used in animal feeding. The subject of this investigation is the development of a cheese snack product (rosquitas) by means of taking advantage of the residual SI press cake as a nutritional proteic contribution to the product. Physicochemical, microbiologic and bromatological features of the residual cake and the developed *snack* product were evaluated. A pilot test of the *snack* product was developed according to the bread-making manual of "La Salada" formation center. Different formulations were produced after this: F0, F1, F2, which included a 0.5% and 7.5% t of the residual cake in respect to the initial premix. A comparative sensory paired test was carried on in Sena's Community "La Salada". The sensory acceptance of the snack product with a 5% addition of SI press cake was of 73%. It was evidenced that the developed *snack* product (rosquitas) obtained 14,3% of protein content and functional capabilities in its nutritional value. This shows the importance of the inclusion of unsaturated fatty acids (omegas) and biologic value proteins in easy access food, a tendency in food industry.

Key Word: *Snack*, sacha inchi, omega, agroindustrial residue, vegetal protein.

Introducción

El sacha inchi (SI) (*Plukenetia volubilis* L.) también conocida como maní del inca, inca inchi, o maní de montaña es una planta de la familia *Euphorbiaceae* que crece en la selva amazónica; sus semillas son de gran interés en la industria alimenticia y farmacéutica debido a su alto contenido de aceite (35-60%), con niveles altos de ácidos grasos poliinsaturados y de proteína (~27%) (Gutiérrez *et al.*, 2011). El potencial de este cultivo se sustenta no solo en su valor alimenticio, sino también por la presencia de compuestos activos para la salud. Según Hamaker *et al.* (1992), el contenido de proteína de las semillas de SI es similar al de otras semillas oleaginosas como la soya (alrededor de 27%), pero su perfil de aminoácidos es mejor. Además de esto, el aceite de SI contiene alto porcentaje de ácidos grasos linolénicos (omega 3) y linoléicos (omega 6), que según García *et al.* (2009) tienen efectos en la prevención de enfermedades del corazón.

Dentro del proceso de la industrialización de la semilla de SI y la obtención de su aceite se encuentran varias etapas, como el descascarado, el pelado, el prensado y el filtrado, obteniéndose como subproducto la torta residual de SI. Según Reforesta Perú SAC (2009), se estima que por cada kilogramo de almendra quedan 0,75 kg de torta residual. El rendimiento de extracción del aceite a partir de la semilla de SI varía entre un 25% y un 40%, subutilizando el restante de la semilla (torta) es rico en proteínas y grasas saludables poliinsaturadas fuentes de omega, y al no ser utilizado en procesos agroindustriales podrían convertirse en un problema medioambiental, debido a que su descomposición puede generar contaminación del suelo y el aire, y ser susceptible a los ataques de plagas como roedores. Teniendo en cuenta que se han evidenciado pocos estudios en donde se transforme esta materia prima en productos alimenticios

de calidad nutricional, con aporte de proteína de valor biológico y ácidos grasos poliinsaturados, se tiene como objetivo desarrollar un alimento como un producto de queso (rosquitas) tipo *snack* con fuente proteica a partir de la torta residual de SI (*Plukenetia volubilis* L.) con aceptación sensorial en la comunidad del Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada.

Materiales y métodos

Caracterización bromatológica de la torta sachá inchi y el producto (rosquitas)

Se realizaron los análisis bromatológicos con los siguientes parámetros: proteína por método AOAC 955.04D (Latimer, 2012); humedad por método gravimétrico NTC 529 (ICONTEC, 2009); cenizas por NTC 3806 (ICONTEC, 1995); grasa total por método Soxhlet AOAC 2003.06 (Latimer, 2012); y análisis fisicoquímico con los siguientes parámetros: pH por método potenciométrico y acidez titulable por NTC 218 (ICONTEC, 1999).

2.2. Perfil de ácidos grasos de la torta residual de SI

Se realizó el perfil de ácidos grasos con los siguientes parámetros:

Al realizarse una extracción de la fase lipídica de la torta de SI, fue derivatizado por medio de una alquilación con H₂SO₄/Metanol y posteriormente hubo una extracción con hexano, para la transmetilación de los ácidos grasos presentes. Los ácidos grasos fueron determinados en un cromatógrafo de gases Shimadzu QP2010S con detector FID, con automuestreador 7963A. Equipado con un inyector split/splitless, con una columna capilar de sílica Rt-2560 (100m/0.25mm id /0.20µm) (marca RESTECK). Todos los reactivos utilizados en las extracciones fueron grado reactivo y en la separación cromatográfica, grado HPLC.

2.3. Análisis microbiológico de la torta residual SI y el producto tipo *snack* (rosquitas)

Se realizaron los análisis microbiológicos con los siguientes parámetros: *Staphylococcus aureus*, coagulasa positiva (UFC/g), por NTC 4779 (ICONTEC, 2007); Coliformes fecales (NMP g) y Coliformes totales (NMP/g), por NTC 4516 (ICONTEC, 2009); *Salmonella* sp en 25 g, por NTC 4574 (ICONTEC, 2007); *Bacillus cereus* (UFC/g), por NTC 4679 (ICONTEC, 2006); Mohos (UFC/g), por NTC 4132 (ICONTEC, 1997).

2.4. Desarrollo de la formulación del producto de queso tipo *snack* (rosquitas)

Se empleó el manual de procedimientos de productos panificables del Taller de Panificación del CRNR La Salada para la elaboración de la rosquilla; se desarrollaron tres (3) formulaciones del prototipo de un producto de queso (F0, F1, F2), empleando la torta residual de SI como sustituto en parte de la pre-mezcla, sin adición de torta SI para F0, una del 5% para F1, y una del 7,5% para F2.

La formulación empleada para el producto de queso se describirá en la tabla 1.

Tabla 1. Ingredientes por tratamientos para el prototipo.

Ingredientes	F0	F1	F2
Queso costeño (g)	100	100	100
Pre-mezcla pan de yuca (g)	100	95	92,7
Torta sachá inchi (g)	0	5	7,5
Levadura seca (g)	4	4	4
Agua (ml)	94	94	94
Yema de huevo (g)	10	10	10

2.5. Elaboración de un producto tipo *snack* (rosquitas)

Para la elaboración del producto de queso rosquitas tipo *snack* se realizó el pesaje de los ingredientes y el mezclado de todas las materias primas. Después del mezclado se moldea la masa por medio de una manga

y boquilla. Posteriormente, las rosquitas se hornean por 13 minutos a 200°C; luego de llegar a los 13 minutos de horneado, se procede a bajar la temperatura a 150°C por 15 minutos para calar; finalmente, el producto se deja enfriar a temperatura ambiente.

El procedimiento para la elaboración de las rosquitas se muestra en la figura 1.

2.6. Evaluación sensorial del producto tipo snack (rosquitas)

Se realizó mediante prueba sensorial de comparación pareada, evaluando atributos de aceptación o rechazo. La prueba fue distribuida aleatoriamente a la población del Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada con 40 evaluadores no entrenados, entre ellos aprendices, instructores y personal administrativo.

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados de la caracterización bromatológica de la torta residual SI

Se caracterizó bromatológicamente la torta residual (*Plukenetia volubilis* L.) en la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de la torta residual (*Plukenetia volubilis* L.).

Parámetro	Método	Porcentaje
Humedad (%)	NTC 529	5,7
Proteína (%)	AOAC 955.04D	49,3
Cenizas (%)	NTC 3806	4,0
Grasa (%)	AOAC 2003.06	24,2
pH (%)	Potenciométrico	6,2
Acidez (%)	NTC 218	0,14

Fuente: Laboratorio de Servicios Tecnológicos del SENA La Salada.

En la tabla 2 se evidencia un porcentaje de proteína (49,3%) y grasas (24,2%) hallado en el laboratorio de servicios tecnológicos del SENA La Salada para la torta residual de SI; en contraste con lo reportado por Ruiz (2013) para los porcentajes de proteína y grasa, (59% y 7,8%, respectivamente), el porcentaje de proteína es menor y el porcentaje de grasa el mayor. Por otro lado, Pascual et al. (2000) reportan un menor porcentaje de proteínas (25,9%) al encontrado en nuestro estudio. Las diferencias observadas pueden variar de acuerdo al lugar de procedencia, tipo de almacenamiento y tratamiento de post-cosecha de las semillas de SI.

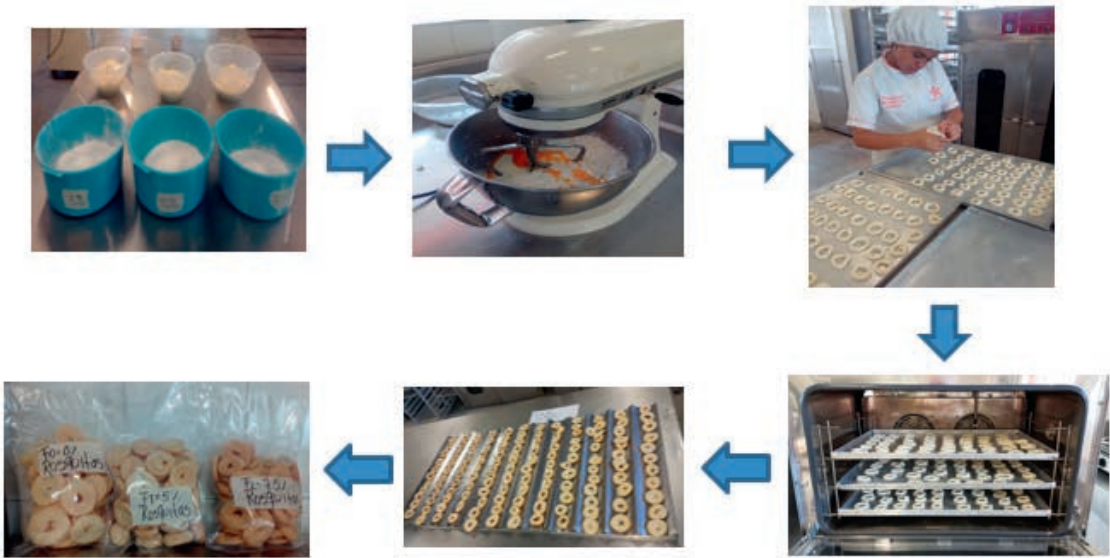


Figura 1. Proceso elaboración de rosquitas.

3.2. Resultados del perfil de ácidos grasos de la torta residual SI

El perfil de ácidos grasos de la torta residual (*Plukenetia volubilis* L.) se muestra en la tabla 3; allí se observa cómo los ácidos grasos predominantes son linoleico (ω -6) y linolénico (ω -3), aunque los resultados obtenidos se encuentran por debajo de los resultados de Ruiz (2013), estos ácidos grasos esenciales ofrecen beneficios importantes para la salud y la nutrición, como la protección contra las enfermedades cardiovasculares (Guillen *et al.*, 2003). Del mismo modo, Betancourth *et al.* (2013) afirman que las diferencias de algunos ecotipos de semillas pueden ser atribuidas por diferentes condiciones climáticas, edafológicas, época de cultivo y métodos de extracción y análisis.

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos de la torta residual (*Plukenetia volubilis* L.).

Ácido graso	mg ácido graso/g grasa	Ruiz (2013) (%)
Palmítico C16:0	0,031	4,5
Estéárico C18:0	0,0163	1,9
Oleico C18:1	0,0249	10,5
Linoleico C18:2	0,1324	36,0
linolénico C18:3	0,1721	47,1

Fuente: Laboratorio servicios tecnológicos del SENA La Salada.

3.3. Análisis sensorial

En la figura 2 se evidencia que se obtuvo una mayor aceptación el producto F1 (que contiene 5% de adición de torta residual SI) con un 73% de aceptación; mientras que el producto F2 (con 7,5% de adición de torta SI) obtuvo una aceptación del 27%.

Según Vásquez *et al.* (2016), el contenido de torta residual SI en la formulación afecta directamente el sabor del

producto debido al sabor astringente que aporta la torta residual SI puesto que contiene taninos.

3.4. Resultados de la caracterización bromatológica del producto tipo snack (rosquitas)

En la tabla 4 se muestra la caracterización bromatológica del producto tipo *snack* F0 (sin adición de SI) y F1 (con 5% de torta residual SI).

Tabla 4. Caracterización bromatológica del producto tipo *snack* (rosquitas).

Parámetro	Método	F0	F1
Humedad (%)	NTC 529	3,71	2,27
Proteína (%)	AOAC 955.04	12,68	14,30
Cenizas (%)	NTC 3806	5,30	5,56
Grasa (%)	AOAC 2003.06	11,35	14,05
pH (%)	Potenciométrico	6,11	6,14
Acidez (%)	NTC 218	0,11	0,11

Fuente: Laboratorio de Servicios Tecnológicos del SENA La Salada.

A partir de los resultados obtenidos para el contenido de proteína y comparándolo con la Norma Técnica Colombiana 1363 de pan tostado (se resalta que el contenido de proteína no debe ser menor al 9%), encon-

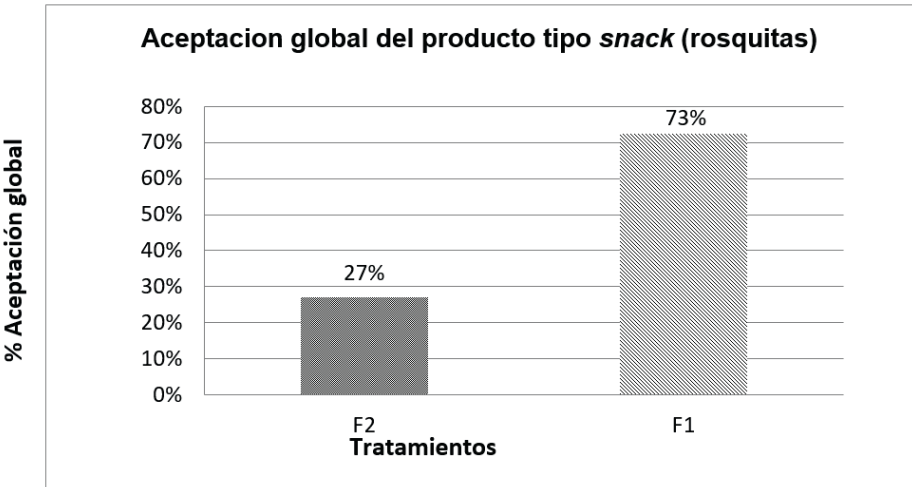


Figura 2. Prueba de comparación pareada.

tramos que el contenido de proteína para el prototipo de producto desarrollado se encuentra por encima del parámetro estipulado cumpliendo con la normatividad colombiana. Del mismo modo, la inclusión de torta residual de sachá inchi en niveles del 5% en el producto tipo *snack* desarrollado ayuda a satisfacer la ingesta diaria de proteína para adultos (0,66 g/kg por día) como sugiere la Organización Mundial de la Salud.

3.5. Resultados microbiológicos del producto tipo *snack* (rosquitas)

En la tabla 5 se muestra los resultados microbiológicos del producto tipo *snack* (rosquitas) de F0 y F1.

Tabla 5. Parámetros microbiológicos del producto tipo *snack* desarrollado.

Análisis	Método	F0	F1	Parámetro*
Mohos (UFC/g)	NTC 4132	<100	<100	1000
Bacillus cereus (UFC/g)	NTC 4679	<100	<100	100
Staphylococcus aureus coagulasa positiva (UFC/g)	NTC 4779	<100	<100	0
Coliformes fecales (NMP g)	NTC 4516	<100	<100	--
Coliformes totales (NMP g)	NTC 4516	<100	<100	--
Salmonella sp./ 25g	NTC 4574	Ausencia	Ausencia	Ausencia

*Tomado de la NTC 1363. Pan. Requisitos generales. Fuente: Laboratorio servicios tecnológicos del SENA La Salada.

Los resultados microbiológicos obtenidos para el *snack* desarrollado se muestran en la tabla 5; allí se evidencia el cumplimiento de los requisitos de la Norma Técnica Colombiana 1363 del pan, encontrándose los parámetros microbiológicos evaluados por debajo del valor máximo de referencia.

Conclusión

La torta de sachá inchi es un alimento que contiene grasas poliinsaturadas y es buena fuente de proteínas. La incorporación de torta de SI en un nuevo prototipo de alimento tipo calado como *snack*, podría ser considerado como un ingrediente novedoso altamente nutritivo, por los altos niveles de proteína y grasas poliinsaturadas. Niveles desde el 5% de semillas de SI permiten declarar al producto alimenticio *snack* desarrollado como alto y buena fuente en proteínas, según la resolución 333 de 2011 para los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional del Ministerio de Protección Social en Colombia.

Agradecimientos

Al equipo del Semillero de Investigación Agroindustria La Salada (SIALAS), a la aprendiz de la Tecnología de Procesamiento de Alimentos, Lineth Fernanda Sánchez. Especial agradecimiento al área de servicios tecnológicos del SENA La Salada y al grupo SENNOVA del Centro de los Recursos Naturales Renovables La Salada.

Referencias bibliográficas

Betancourt, C. F. (2013). *Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (Plukenetia volubilis Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite*. Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.

Betancur-Hoyos, E. D. I.; Urango-Marchena, L. A.; y Restrepo-Betancur, L. F. (2016). "Effect of adding sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds to a prototype of convenience food draft, on the nutritional composition and sensory acceptance". *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(29), 435-441.

- (s.n.) (2009). Cereales y productos cereales. Determinación del contenido de humedad. NTC 529 C.F.R.
- (s.f.) (1995). "Cereales y productos de cereales molidos. Determinación de la ceniza total". NTC 3806 C.F.R.
- DE SI, H. A. R. I. N. A. (1924). Universidad nacional de San Martín facultad de ingeniería agroindustrial. *Materiales*, 1(250.00), 250-00.
- (s.n.) (1999). "Grasas y aceites vegetales y animales. Determinación del índice de acidez y de la acidez". NTC 218 C.F.R.
- Guillén, María D.; Ruiz, Ainhoa; Cabo, Narea; Chirinos, Rosana; y Pascual, Gloria (2003). "Characterization of sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil by FTIR spectroscopy and H NMR. Comparison with Linseed Oil". *Journal of the American Oil Chemists Society*, 80(8): 755-762.
- Gutiérrez, L. F.; Rosada, L. M.; y Jiménez, Á. (2011). "Chemical composition of sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction". *Grasas y aceites*, 62(1), 76-83.
- Hamaker, B.; Valles, C.; Gilman, R.; Hardmeier, R.; Clark, D.; García, H.; Gonzales, A.; Kohlsted, I.; Castro, M.; Valdivia, R.; Rodríguez, T.; y Lescano, M. (1992). *Amino acid and fatty acid profiles of the Inca Peanut (Plukenetia Volubilis)*. *Cereal Chem.* (s.d.).
- Herrera Sánchez, S. E. (2013). "Estimación de la vida útil físicoquímica, microbiológica y sensorial de harinas de sachá inchi y maíz". (s.d.).
- ICONTEC (2005). NTC 1363. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- (s.n.) (2007). "Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para la detección de *salmonella spp*". NTC 4574 C.F.R.
- (s.n.) (2009). "Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para detección y enumeración de coliformes, técnica del número más probable". NTC 4516 C.F.R.
- (s.n.) (2007). "Microbiología de alimentos. Método horizontal para el recuento de *estafilococos coagulasa positiva*". NTC 4779 C.F.R.
- (s.n.) (1997). "Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras". NTC 4132 C.F.R.
- (s.n.) (2006). "Microbiología. Método horizontal para el recuento de *Bacillus cereus*. Técnica de recuento de colonias". NTC 4679 C.F.R.
- (s.n.) (2005). "Pan. Requisitos generales". NTC 1363 C.F.R.
- Pascual Ch, G., y Mejía, M. (2000). Extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). 42: 143-157.
- Latimer, G. W. (2012). "Official methods of analysis of AOAC International (No. 543/L357)". AOAC international.
- Reforesta Perú SAC (2009). *Manual de producción de sachá inchi con el marco conceptual operativo del Biocomercio y la agroforestería sostenible*.
- Romo Domínguez, V. A. (2015). *Evaluación del proceso de obtención de salchicha tipo frankfurt con adición de diferentes niveles de torta de Plukenetia volubilis (sachá inchi) y dos tipos de proteína de origen vegetal* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Ruiz, Candy; Díaz, Camilo; Anaya, José; y Rojas, Rosario (2013). "Análisis proximal, anti nutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*)". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1): 29-36.
- Torres, W.; Ponce, A.; Otárola, J.; Murillo, B.; y Zarate, B. (2009). "Aplicación del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la elaboración de mantequilla con alto contenido de omega 3 y evaluación de su aceptabilidad". Universidad Nacional Daniel

Alcides Carrión. Vicerrectorado de Investigación y Asuntos Internacionales. Perú.

Turizo, A. V. (2004). "Guía para la elaboración de aceites comestibles, caracterización y procesamiento de nueces" (Vol. 17). Convenio Andrés Bello.

Vásquez Osorio, D. C. (2016). "Aprovechamiento de sub-productos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Desarrollo de un producto alimenticio, empleando

harina proveniente de torta residual en la extracción del aceite". (s.d.).

Zavaleta Sandoval, M. (2013). "Elaboración de pan labranza utilizando harina de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) como sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y evaluación de su calidad". (s.d.).