



FIGURA 1. Semillas de sachi inchi. Foto: Perubiodiverso.

# Revalorizando el uso milenario del sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para la nutrición, la salud y la cosmética

Diana Flores<sup>a</sup>

Olga Lock<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Consultor GIZ / ITC (UNCTAD/OMC)

<sup>b</sup> Sociedad Química del Perú

Dirección de contacto:

Diana Flores

Jr Monte Real 433-303

Lima 33 - Perú

dianaflores@latinpharma.net

## Resumen

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L., sin.: *P. peruviana* Muell. Arg.) pertenece a la familia de las Euforbiáceas. En el Perú, tradicionalmente se cultivó en San Martín y otros seis departamentos. Sacha Inchi crece silvestre en el bosque en forma de liana y también domesticada, en asociación con otros cultivos alimentarios. Actualmente la semilla es fuente de alimento, así como lo fue para las tribus Chancas (1200 a 1440 dC) y otras tribus cercanas. Investigaciones de las semillas han permitido conocer la composición del aceite virgen de sacha inchi. Está compuesto principalmente por ácidos grasos poliinsaturados con un contenido inusualmente elevado (40-48%) de ácido alfa linolénico ( $\omega 3$ ) y, en menor medida, ácidos grasos saturados y muy bajos niveles de ácidos grasos *trans*. La semilla contiene además una apreciable proporción de proteína altamente digerible (27% w/w), con un alto contenido de aminoácidos esenciales, excepto leucina y lisina.

## Palabras clave

Sacha inchi, ácido linolénico, proteínas, alimento saludable, cosmético.

## Reavaliando o uso ancestral de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) com fins nutricionais, cosméticos e de saúde

### Resumo

Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L., Sin.: *P. peruviana* Muell. Arg.) é uma planta que pertence à família *Euphorbiaceae*. No Peru, tem sido tradicionalmente cultivada em San Martín e noutros seis departamentos. Sachá Inchi cresce silvestre no bosque na forma de liana e é também domesticada, em associação com outras culturas alimentares. Actualmente, a semente é uma fonte de alimento, tal como tinha sido para as tribos Chancas (1200-1440 dC) e outras tribos vizinhas. Foram realizados vários estudos de investigação, permitindo conhecer a composição do óleo virgem obtido das sementes de sachá inchi. Este óleo é constituído principalmente por ácidos gordos poli-insaturados, apresentando um teor excepcionalmente elevado (40-48 %) de ácido alfa-linolénico ( $\omega$ -3). Contém, em menor grau, ácidos gordos saturados e níveis muito baixos de ácidos gordos *trans*. A semente também contém uma quantidade apreciável de proteína altamente digerível (27% w/w), com um elevado teor de aminoácidos essenciais, com excepção de leucina e de lisina.

### Palavras-chave

Sachá inchi, ácido linolénico, proteína, alimento saudável, cosmética.

### Historia

Sachá inchi es también conocida como sachá yuchi, sachá yuchiqui <sup>(1)</sup>, sachá inchik <sup>(2)</sup>, Amui-o (tribu huitoto), sachá inchic, maní del monte, maní silvestre <sup>(3)</sup> o, en inglés, *inca peanut*. Probablemente fue cultivada por los incas desde hace 3000 a 5000 años; en tumbas incaicas de la costa peruana (Mochica, Chimú) se han encontrado huacos fitomórficos que representan al fruto y la planta trepadora. De acuerdo a los historiadores de la culinaria del Antiguo Perú una de las grasas utilizadas como complemento a la grasa animal fue obtenida de las semillas de sachá inchi <sup>(4)</sup>.

Aunque MacBride (1951) <sup>(5)</sup> reportó el uso alimenticio de la *Plukenetia volubilis* L., la utilización de las hojas crudas o cocidas fue registrada posteriormente por Soukup (1970) <sup>(6)</sup>. Más recientemente, en la década de 1980, empiezan a aparecer algunas publicaciones científicas sobre su composición, debido a la publicación en el Boletín de Lima <sup>(3)</sup> del ensayo bromatológico de las semillas realizado en la Universidad de Cornell-New York (EEUU) que indica el alto contenido de proteína (33,3%) y grasas (48,7%) especial-

## Reassessing the ancient use of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) for nutrition, health and cosmetics

### Abstract

Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L., Syn.: *P. peruviana* Muell. Arg.) belongs to the *Euphorbiaceae* family. In Peru, it has traditionally been grown in San Martín and other six Peruvian departments. Sachá inchi grows as a liana, associated with food crops and wild in the forest. At present, the seed is a food source, as it had been for the Chancas tribes (1200 to 1440 AD) and others nearby tribes. Different research studies have been conducted on the sachá inchi seeds, which have shown the composition of sachá Inchi virgin oil. It is predominantly made up of polyunsaturated fatty acids with an unusual high content (40-48 %) of alpha linolenic acid ( $\omega$ -3), and to a lesser extent saturated fatty acids and very low levels of *trans*-fatty acids. The seed also contains a remarkable proportion of highly digestible protein (27% w/w) with a high content of essential amino acids, except leucine and lysine.

### Keywords

Sachá inchi, linolenic acid, protein, healthy food, cosmetic.

mente insaturadas, que adjudica a la semilla propiedades nutritivas promisorias. A partir de finales de los 90s hasta la actualidad es cuando hay una mayor difusión de sus propiedades y un mayor interés comercial, siendo considerada Especie Vegetal Promisoria por el Convenio Andrés Bello <sup>(7)</sup>.

### Descripción botánica

El género *Plukenetia* pertenece a la familia de las Euforbiáceas, compuesta por 19 especies. Es una planta trepadora monoica decidua <sup>(8)</sup> de hojas opuestas y simples, lamina aovada-triangular de 6-13 cm de largo y 4-10 cm de ancho con base truncada o cordada. Los frutos son cápsulas tetra o pentámeras, glabras, de 2,5 cm de diámetro. Las semillas son lenticulares, comprimidas lateralmente, y de color marrón con manchas irregulares más oscuras <sup>(9)</sup>. (FIGURAS 1 y 2).

### Habitat

Esta especie se extiende desde las Antillas Menores, Surinam y el sector noroeste de la cuenca amazónica de Venezuela y Colombia hasta Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil.



FIGURA 2. Cápsulas tetrámeras verde y madura. Foto: Carolina Téllez.

En el Perú es una planta silvestre y cultivada, crece desde los 100 msnm en la Selva Baja y 2.000 msnm en la Selva Alta de la Amazonía, en los departamentos de Amazonas, Cusco, Junín, Pasco, San Martín, Loreto y Madre de Dios, en general en la selva alta y baja peruanas <sup>(9)</sup>. El Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) <sup>(10)</sup> tiene registrados 41 ecotipos, Krivankova señala que estas diferencias fenotípicas podrían ser el resultado de la plasticidad fenotípica y/o su diversificación genética <sup>(11)</sup> (FIGURA 3).

### Obtención

La especie *Plukenetia volubilis* L. está protegida desde 2005 por la Ley Peruana N° 28477 y es considerada Patrimonio Natural de la Nación <sup>(12)</sup>. Inicialmente se obtuvo por recolección, habiéndose iniciado actividades de domesticación y cultivo para garantizar su disponibilidad de acuerdo a los Principios y Criterios del Biocomercio <sup>(13)</sup>. Se multiplica por esquejes y semillas, crece en suelo franco-arcilloso a franco con un pH de 5,5 a 7,5 pero tolera suelos

ácidos de buen drenaje, en un rango de temperatura de 10°C a 36°C, y puede ser afectada por la intensidad de la luz y la disponibilidad de agua <sup>(9)</sup>.

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) de Perú y el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) <sup>(14)</sup> conservan el germoplasma en condiciones *ex situ*. El cultivo se ciñe a la Norma Técnica Peruana (NTP) de Buenas Prácticas Agrícolas NTP 151.402:2012 <sup>(15)</sup>.

Las buenas prácticas están orientadas al mantenimiento de la diversidad biológica, y la identificación contribuye a la conservación de los parientes silvestres y de los agroecosistemas <sup>(16)</sup>. Los métodos utilizados para el biocomercio y la agroforestería evitan la aplicación de plaguicidas químicos de uso agrícola. La cosecha de la semilla se realiza de forma manual con el fin de no afectar a la integridad de la planta. Es susceptible a infecciones fúngicas, por ello las medidas sanitarias y fitosanitarias están basadas en normas internacionales de referencia y supervisadas por el organismo de control de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) <sup>(17)</sup>.

### Usos

Planta alimenticia, medicinal e industrial.

Algunos usos populares reportados por CIDRAP (Centro de Investigación para el Desarrollo Rural de la Amazonía, 1975-1992) son:

Las ancianas mayorunas, chayuhuitas, campas, huitotas shipibas, yaguas y boras, mezclan el aceite con la harina de la semilla para preparar una crema especial para revitalizar y rejuvenecer la piel.

Los indígenas secoyas, candoshis, amueshas, cashibos, dapanahuas y boras, consumen las semillas tostadas para recuperar fuerzas y como reconstituyente para el trabajo, y con el aceite frotan sus cuerpos para curar dolores musculares y reumáticos.

Las sociedades indígenas sharanahua, aguaruna, yagua, shipibo, huitoto, mashiguenga, ashaninka, mayoruna utilizan el aceite para uso alimentario y como combustible

Los yaguas, cocamas, shipibos y chayahuitas consumen las hojas tiernas en ensalada como parte de su dieta, la torta (de harina de la semilla) es usada como alimento humano y animal.

El informe *Useful plants of Amazonian Ecuador Project* del New York Botanical Garden considera que el uso de esta especie proviene de los Quijos-quichuas y los Untsuri shuar <sup>(7)</sup>.



FIGURA 3. Hábitat: Comunidad de Dos de Mayo, Provincia de Bellavista-San Martín. Foto: PDRS-GIZ.

La obtención del aceite se realiza por el método tradicional de expresión en frío, la estabilidad del aceite se debe a su contenido natural de gamma y delta tocoferoles y es considerada en la norma NTP 151.400:2009<sup>(7,18,19)</sup>. A partir del 4 de diciembre del 2012 ha sido calificado como Novel Food (Regulation EC No. 258/97) por la Food Safety Authority of Ireland (FSAI) bajo el método de *Substantial Equivalence Opinion* en comparación al aceite virgen de linaza (*Linum usitatissimum* L.) sin refinar, y se comercializa actualmente en la Unión Europea<sup>(20,22)</sup>.

El sacha inchi se comercializa como aceite (42,34%), polvo (12,73%), snacks (5,37%), tostado (2,85%), cápsulas (1,79%), cosmético (0,10%). Los principales mercados de destino son: Canadá (31,78%), Estados Unidos (23,33%), Japón (14,73%), España (6,97%), Francia (6,23%), México (4,59%), Bélgica (3,44%) y Australia (2,66%).<sup>(23)</sup>

### Composición química y principios activos

Las semillas de sacha inchi contienen principalmente grasas y proteínas, y en menor proporción carbohidratos, vitaminas, esteroides y minerales, entre otros. Las proporciones en que se encuentran estos componentes difieren según el origen de la semilla, el momento de cosecha y la metodología de extracción y análisis, entre otros.

Aparentemente el primer artículo sobre los componentes químicos del sacha inchi fue publicado por Hamaker, en el que reporta un contenido del 54% de aceite y el 27% de proteínas, sobre una muestra de un cultivo experimental de

la Universidad de San Martín, Tarapoto, Perú, colectado en 1989. Allí se señala que previamente Hazen y Stoewsand habían determinado en 1980 el contenido y el perfil de los ácidos grasos pero los resultados no fueron publicados<sup>(24)</sup>.

En lo que se refiere al contenido de aceite, este es más alto que en las semillas de soja, cacahuete, algodón y girasol y su contenido de ácido linoléico es más elevado que en los aceites de las semillas mencionadas. Los porcentajes de ácidos linoléico ( $\omega 3$ ) y linoleico ( $\omega 6$ ) reportados son 45,2% y 36,8%, respectivamente<sup>(24)</sup>.

El análisis de aminoácidos muestra un contenido relativamente alto de cisteína, tirosina, treonina y triptófano, comparado con las proteínas de las semillas oleosas nombradas arriba. La proteína del sacha inchi es comparable a la proteína de soja en su contenido de aminoácidos esenciales, siendo menor solamente en lisina (43 frente a 58 mg/g de proteína) y leucina (64 frente a 66 mg/g de proteína). El contenido de proteína en la harina desengrasada fue de 53%<sup>(24)</sup>.

La caracterización de la proteína hidrosoluble realizada por Sathe en 2002, refiriéndose a la fracción albumina, indica que es una proteína 3S compuesta por dos polipéptidos glicosidados con peso molecular promedio de 32,8 y 34,8 kDa, que contienen todos los aminoácidos esenciales en cantidades adecuadas<sup>(20, 24)</sup>. Posteriores estudios por el mismo autor, se refieren, además de a la fracción albumina, a las globulinas, prolaminas y glutelinas, indicando que se encuentran en una proporción del 43,7%, 27,3%, 3,0% y 31,9%, respectivamente, que su peso molecular se encuentra en un rango de 6 a 70 kDa, y que el peso molecular de los polipéptidos predominantes está en un rango de 20 a 40 kDa. Se determinó así mismo que la fracción prolamina está compuesta de cuatro polipéptidos de 20-40 kDa. Por otra parte, las proteínas del sacha inchi contienen una alta cantidad de aminoácidos azufrados (metionina y cisteína, 37 mg/100 g de proteína de semillas), lo que es importante por el hecho de que las proteínas de las legumbres son deficientes en los mismos<sup>(25)</sup>.

En otra investigación con una muestra de semillas de sacha inchi recolectada en Colombia, se reporta un contenido en aceite del 41,4% y de proteínas del 24,7%, siendo los porcentajes de ácidos grasos en el aceite del 50,8% de alfa-linolénico y del 33,4% ácido linoleico. La fracción lipídica mostró principalmente lípidos neutros (97,2%), muy baja cantidad de ácidos grasos libre (1,2%) y fosfolípidos (0,8%). Los principales minerales presentes en la semilla,

en ppm, fueron potasio (5.563,5), magnesio (3.210) y calcio (2.406), contiene además en menor proporción hierro y zinc <sup>(19)</sup>.

Entre las propiedades fisicoquímicas determinadas para el aceite crudo se encuentran: número de saponificación 185,2; valor de iodo 193,1; densidad 0,9187 g/cm<sup>3</sup>; índice de refracción 1,4791 y viscosidad 35,4 mPas <sup>(19)</sup>.

Otra muestra de aceite proporcionada por productores peruanos, sin origen conocido, reporta 93% de ácidos grasos insaturados determinados bajo la forma de sus esteres metílicos correspondiendo a un 47% de  $\omega$ 3 y un 36% de  $\omega$ 6. También se determinaron tocoferoles (alfa, gama y delta), siendo el gamma-tocoferol el mayoritario, y polifenoles, detectándose 21 compuestos fenólicos. Entre estos últimos, 15 fueron identificados como alcoholes fenilalquílicos, flavonoides, secoiridoides y lignanos <sup>(26)</sup>. Por su parte, Follegatti-Romero *et al.* <sup>(27)</sup> no habían encontrado el alfa-tocoferol en las muestras que analizaron, pero sí gama y delta tocoferoles, indicando una concentración de tocoferoles totales de 2,4 g/Kg, que contribuyen a la estabilidad del aceite a la oxidación.

En la torta se han identificado fitoesteroles, como  $\beta$ -sitosterol y estigmasterol (74,56 y 75,49 mg/100g, respectivamente); ácidos fenólicos, como los ácidos cafeico y ferúlico (3,51 y 1,68 mg/100g, respectivamente), y los flavonoides rutina, hesperidina, y morina (42,93; 28,46 y 53,24 mg/kg, respectivamente) <sup>(28)</sup>.

### Farmacología experimental y clínica

La actividad antioxidante de los extractos lipofílico e hidrofílico del aceite fueron medidos *in vitro* mediante los métodos ABTS (Van Overveld) para antioxidantes lipofílicos y DPPH (Brand Willians) para hidrofílicos. El extracto lipofílico mostró una mayor actividad antioxidante mediante el método DPPH en comparación con el extracto hidrofílico del aceite que mostró mayor actividad con el método ABTS <sup>(28)</sup>.

Un estudio prospectivo aleatorizado fue realizado con la finalidad de comparar los efectos hipotriglicéridemiantes entre gemfibrozilo y el aceite de sachá inchi en *Rattus rattus* var. *albinus* machos, sometidos a una dieta rica en grasa. El aceite de sachá inchi no presentó efectos adversos e interacciones de los fibratos y demostró efectos hipotriglicéridemiantes, con eficacia similar al gemfibrozilo a una y dos semanas de tratamiento, lográndose una reducción a las dos semanas del 45,57%, el 44,83% y el 27,24%, con respecto al inicio del tratamiento para el aceite, el gemfibrozilo y el control, respectivamente <sup>(29)</sup>.



FIGURA 4. Semillas de sachá inchi. Foto: José Roque.

El efecto del sachá inchi en la trigliceridemia post prandial en 12 adultos jóvenes voluntarios (8 hombres y 4 mujeres) se determinó primeramente tras la ingesta de 82 g de aceite de oliva y después adicionando 50 g de semillas de sachá inchi, equivalentes a 11 g de ácidos grasos  $\omega$ 3, apreciándose que éstas producen una disminución de la trigliceridemia postprandial en relación con la ingesta de aceite de oliva únicamente <sup>(30)</sup>.

Posteriormente, los investigadores ampliaron el estudio a 28 voluntarios entre 18-25 años, divididos en dos grupos: experimental y control. Se determinó el efecto de la ingesta de 30 g de semillas de sachá inchi diarios durante 6 semanas, el grupo control recibió 30 g de trigo confitado (*Triticum aestivum*). Se observó una reducción del colesterol, los triglicéridos, y los niveles de LDL, así como un incremento de los niveles de HDL <sup>(31)</sup>.

En un ensayo experimental piloto abierto para conocer la dosis eficaz, los efectos y las reacciones adversas del aceite de sachá inchi sobre el perfil lipídico de 24 pacientes con hipercolesterolemia (10 varones y 14 mujeres de 35 a 75 años), se administraron dosis de 5 mL o 10 mL de una suspensión de 0,4 g/mL de aceite de sachá inchi durante 4 meses. A dosis de 5 mL se observa una elevación considerable del HDL, así como la disminución de los niveles plasmáticos de colesterol total, LDL, VLDL, c-No HDL, triglicéridos, y ácidos grasos no esterificados (AGNE). No hubo cambio en los de glucosa e insulina ni en el índice de HOMA (*homeostasis model assessment*). Sin embargo, en





FIGURA 5. Recolección de Sacha inchi. Foto: Thomas J. Müller, Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA).

los pacientes que recibieron 10 mL de suspensión (4 g de aceite de sachá inchi) se observó un incremento de insulina y del índice de HOMA (modelo matemático que permite realizar estimaciones de resistencia insulínica y función de las células beta mediante las concentraciones de glucosa y insulina plasmáticas en ayunas)<sup>(32)</sup>.

Finalmente, cabe destacar que también se ha estudiado la actividad antioxidante *in vitro* del extracto etanólico de hojas de *Plukenetia volubilis* en la lipoperoxidación inducida por Fe<sup>3+</sup>/ascorbato en homogenizado de hígado de *Rattus rattus* var. *albinus*. Se observó actividad antioxidante tanto a 70 mg/mL como a 140 mg/mL<sup>(33)</sup>.

### Toxicología

Se realizó una evaluación toxicológica a dosis repetidas durante 60 días en ratas Holtzman administrando 0,5 mL/Kg/día de aceite de sachá inchi obtenido por el método tradicional. En el mismo experimento, se introdujo un grupo de comparación al que se administró una dosis similar de

aceite de linaza, que presenta una composición parecida al de sachá inchi. Los parámetros séricos indicaron que ninguno de los aceites produjo toxicidad alguna a los 60 días. En el mismo trabajo los autores determinaron la dosis letal 50 (DL<sub>50</sub>) en ratones de la cepa Balb C57, administrando dosis de hasta 1 mL/día durante 14 días. Según los autores la DL<sub>50</sub> de ambos aceites en ratón estaría por encima de los 37 g/Kg<sup>(34-36)</sup>.

Un caso de alergia ocupacional fue reportado por el Hospital Carlos III de España, producido durante el proceso de trituración de la semilla, que generó rinoconjuntivitis y una reacción bronquial de tipo asmático. El extracto de las semillas fue investigado como un pneumo-alergeno común mediante test de sensibilidad en la piel y comparado con semillas de *Hevea brasiliensis* y *Ricinus communis*<sup>(37)</sup>, mostrando que no hubo reacción cruzada. Cabe resaltar que, al ser el cultivo de sachá inchi protegido, la exportación de las semillas estuvo restringida, por lo que no se puede tener la certeza del origen de la semilla reportada.

### Precauciones y reacciones adversas

A dosis de 4 g/día de aceite de sacha inchi (10 mL de una suspensión de 0,4 g/mL) fue reportado un incremento de insulina y el índice de HOMA a las 16 semanas<sup>(33)</sup>. No ha presentado casos de alergia hasta el momento.

### Indicaciones terapéuticas

Es conocido que la ingesta de cantidades suficientes de  $\omega$ 3 aporta múltiples beneficios para la salud, como la disminución del riesgo cardiovascular y la aterosclerosis, la prevención de enfermedades del sistema nervioso, la mejora de la concentración y el sistema inmunológico, la disminución de los síntomas de enfermedades inflamatorias como la artritis reumatoide, o frente a inflamaciones gastrointestinales. Además es utilizada para algunas enfermedades de la piel y del cabello.

El alto contenido proteico y de aminoácidos de la harina cumple con los requerimientos diarios recomendados por la FAO/OMS. Además contiene fibra y es apto para celíacos. Se utiliza tanto para alimentación humana como animal.

Uno de los principales mecanismos que regulan la muerte celular es la apoptosis. De acuerdo a Zhang *et al.*, el ácido  $\alpha$ -linolénico ejerce un efecto antiapoptótico y de este modo puede ser considerado como un agente potencialmente útil para el tratamiento de complicaciones cardiovasculares de la diabetes<sup>(38)</sup>.

### Formas galénicas/posología

En Europa fue aprobado su uso a semejanza del aceite de linaza, especialmente en ensaladas y su incorporación en una variedad de alimentos y suplementos alimenticios. Usualmente se utiliza 5 mL de una suspensión que equivale a 2 g de aceite de sacha inchi<sup>(33)</sup>.

La harina, desgrasada o no, es utilizada como alimento, el contenido de proteína es de alta digestibilidad.

Está muy difundido el uso cosmético para la piel y cabello, tiene patentes como fotoprotector, revitalizador de la piel, humectante, etc.<sup>(39,40)</sup>.

### Situación actual de la cadena de valor

Las empresas peruanas cuentan con el apoyo del Proyecto Perubiodiverso financiado por la Cooperación Suiza-SECO, la Cooperación Alemana-GIZ y las contrapartes nacionales Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR), PROMPERU y el Ministerio del Ambiente MINAM para el desarrollo de esta importante cadena de valor, que trabaja

directamente en la Mesa Técnica conformada por los principales entes de investigación gubernamentales y no gubernamentales, productores y empresarios.<sup>(41)</sup>

### Referencias bibliográficas

1. Brack A. Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. Cuzco: CBC-Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las Casas"; 1999. p. 400
2. Doherty J, Tuanama A, Sangama I, Lozano F. Diccionario del Quechua de San Martín. Lamas: Academia Regional de Kechwa de San Martín; 2007: 78.
3. Antúnez de Mayolo SE. Amui-o: Sumo entre semillas oleo-proteicas. Boletín de Lima 1981; 11: 11–5
4. Antúnez de Mayolo S. La nutrición en el antiguo Perú. Lima: Banco Central de Reserva del Perú. Oficina Numismática; 1981; p. 66–7.
5. McBride F. Flora of Peru. Chicago Field Museum of Natural History. Vol.XIII.IIIA. N 1; p 115.116.
6. Soukup J. Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catálogo de géneros. Lima: Ediciones Salesiano; 1995. p. 436
7. Correa J, Yesid H. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello: Plukenetia volubilis. T-VII. Colombia: Secretaria Ejecutiva del Convenio Andrés Bello-SECAB; Ministerio de Educación y Ciencia de España. Corporación Andina de Fomento-CAE; 1998. p. 577–96
8. Gillespie L. A synopsis of neotropical Plukenetia (Euphorbiaceae) including two new species. Syst Bot 1993; 18 (4): 575–92.
9. Dostert N, Roque J, Brokamp G, Cano A, La Torre M et al. Factsheet : Datos botánicos de Sacha Inchi. Lima; 2009 p. 3–5.
10. Manco E. Situación y avances del cultivo de sacha Inchi en el Perú. San Martín-Perú: Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria INIA; 2006. p. 7–8
11. Krivankova B, Hlasna P, Ocelack G, Juton, G Bechyme M, Lojka B. Preliminary study of diversity of Plukenetia volubilis based on the morphological and genetic characteristics. Agricultura Tropica et Subtropica 2012; 45 (3): 140–6.
12. Congreso de la República. Ley que declara a los Cultivos, Crianzas Nativas y Especies Silvestres Usufructuadas Patrimonio Natural de la Nación (Ley N° 28477 de 22 de marzo de 2005). Disponible en: <http://www.wipo.int/wipolex/en/details.jsp?id=6684>, Consultado 6-1-2013.
13. Biotrade initiative, biotrade principles and criteria. Disponible en: [http://unctad.org/en/Docs/ditcted20074\\_en.pdf](http://unctad.org/en/Docs/ditcted20074_en.pdf). Consultado: 26-12-2012.
14. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Estudio de la viabilidad económica del cultivo de Plukenetia volubilis Linneo, Sacha Inchi, en el Departamento de San Martín. Iquitos: IIAP; 2009.
15. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias-INDECOPI. Norma Técnica Peruana NTP 151.402:2012: Sacha Inchi. Buenas prácticas agrícolas para el cultivo de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis Linneo), 2012.

16. Rodríguez A, Corazon-Guivín M, Cachique D, Mejía K, Del Castillo D, Renno J, et al. Diferenciación morfológica y por ISSR (Inter simple sequence repeats) de especies del género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) de la Amazonía peruana: propuesta de una nueva especie. *Rev Peru Biol* 2010; 17 (3): 325–30.
17. Dirección General de Salud Ambiental. Disponible en: <http://www.digesa.sld.pe/institucional/institucional.asp>. Consultado: 15-1-2012.
18. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias-INDECOPI. Norma Técnica Peruana NTP 151.400.2009: Aceite de Sacha Inchi del género *Plukenetia*-Requisitos. 2009.
19. Gutiérrez LF, Rosada LM, Jiménez Á. Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction. *Grasas y Aceites* 2011; 62 (1): 76–83.
20. Sathe SK, Hamaker BR, Sze-Tao KWC, Venkatachalam M. Isolation, purification, and biochemical characterization of a novel water soluble protein from Inca peanut (*Plukenetia volubilis* L.). *J Agric Food Chem* 2002; 50 (17): 4906–8.
21. Bondioli P, Della Bella L, Rettke P. Alpha linolénic acid rich oils. Composition of *Plukenetia volubilis* (Sacha Inchi) oil from Perú. *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse* 2006; 83 (3): 120–3.
22. Food Safety Authority of Ireland (FSAI). Disponible en: [http://www.fsai.ie/uploadedFiles/Science\\_and\\_Health/Novel\\_Foods/Notifications/Inca%20Inchi%20oil%20SE%20opinion.pdf](http://www.fsai.ie/uploadedFiles/Science_and_Health/Novel_Foods/Notifications/Inca%20Inchi%20oil%20SE%20opinion.pdf). Consultado: 15-1-2013.
23. Sistema Integrado de Información al Comercio Exterior (SII-CEX). Disponible en: [http://www.siiex.gob.pe/siiex/portal5ES.asp?\\_page\\_=480.47900](http://www.siiex.gob.pe/siiex/portal5ES.asp?_page_=480.47900). Consultado: 17-3-2013.
24. Hamaker B, Valles C, Gilman R, Hardmeier R, Clark D, García H, et al. Amino acid and fatty acid profiles of the Inca peanut (*Plukenetia volubilis*). *Cereal Chem*. 1992; 69 (4): 461–463.
25. Sathe S, Kshirsagar H, Sharma G. Solubilization, Fractionation, and Electrophoretic Characterization of Inca Peanut (*Plukenetia volubilis* L.) Proteins. *Plant Foods Hum Nutr* 2012; 67: 247–55.
26. Fanali C, Dugo L, Cacciola F, Beccaria M, Grasso S, Dachà M, et al. Chemical characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *J Agric Food Chem*. 2011 ; 59(24):13043–9.
27. Follegatti-Romero L, Piantino C, Grimaldi R, Cabral F. Supercritical CO<sub>2</sub> extraction of omega-3 rich oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *J of Supercritical Fluids* 2009; 49: 323–9.
28. Muñoz A, Ramos F, Alvarado C, Castañeda B, Barnett E, Yáñez J, et al. Evaluación del contenido de fitoesteroles, compuestos fenólicos y métodos químicos para determinar la actividad antioxidante en semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Rev Soc Quim Perú* 2010; 76 (3): 234–41.
29. Vicuña A, Izquierdo E, Huamán J. Gemfibrozilo versus aceite de sachá inchi en la reducción de niveles de triglicéridos séricos en *Rattus rattus* var. *albinus*. *Acta Med Per* 2012; 29 (2): 85–8.
30. Huaman J, Chávez K, Castañeda E, Carranza S, Chávez T, Beltrán Y, et al. Efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo (sacha inchi) en la trigliceridemia posprandial. *Anales de la Facultad de Medicina* 2008; 69 (4): 263–6.
31. Huaman J, Fogel B, Escobar P, Castillo K. Efecto de la ingesta de *Plukenetia volubilis* Linneo o “sacha inchi” en el perfil lipídico de adultos jóvenes. *Acta Med Per* 2012; 29 (3): 155–60.
32. Garmendía F, Pando R, Ronceros G. Efecto del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) sobre el perfil lipídico en pacientes con hiperlipoproteinemia. *Rev Perú Med Exp Salud Pública* 2011; 28 (4): 628–32.
33. Castillo Saavedra EF, Castillo Viera SF, Reyes Alfaro CE. Estudio fitoquímico de *Plukenetia volubilis* L. y su efecto antioxidante en la lipoperoxidación inducida por Fe<sup>3+</sup>/ascorbato en hígado de *Rattus rattus* var. *albinus*. *UCV – Scientia* 2010; 2(1): 11-21.
34. Guillén MD, Ruiz A, Cabo N, Chirinos R, Pascual G. Characterization of sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil by FTIR spectroscopy and <sup>1</sup>H NMR. Comparison with linseed oil. *JAACS* 2003; 80 (8): 755–62.
35. Maurer N, Hatta-Sakoda B, Pascual-Chagman G, Rodríguez-Saona L. Characterization and authentication of novel vegetable source of omega-3 fatty acids, sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Oil Food Chemistry* 2012; 134: 1173–80.
36. Gorriti A, Arroyo J, Quispe F, Cisneros B, Almora Y, Chumpitaz V. Toxicidad oral a 60 días del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y linaza (*Linum ussitatissimum*) y determinación de la dosis letal 50 en roedores. *Rev Perú Med Exp Salud Pública* 2010; 27 (3): 352–60.
37. Bueso A, Rodríguez-Perez R, Rodríguez M, Dionicio J, Perez-Pimiento A, Caballero ML. Occupational rhinoconjunctivitis and bronchial asthma induced by *Plukenetia volubilis* seeds. *Occup Environ Med* 2010; 67 (11): 797–8.
38. Zhang W, Wang R, Han SF, Bu L, Wang SW, Ma H, et al. Alpha-linolenic acid attenuates high glucose induced apoptosis in cultured human umbilical vein endothelial cells via PI3K/Akt/eNOS pathway. *Nutrition* 2007; 23 (10): 762-70.
39. Patente: Natural Health Products Ingredients Database. Disponible en: <http://webprod.hc-sc.gc.ca/nhp/ndbpid-bdpsn/ingredReq.do?id=4274&lang=eng>. Consultado: 27-11-2012.
40. Patente: Golz-Berner K, Zastrow L. Cosmetic preparation comprising an anti-aging skin care complex, WO/2008/003638. Disponible en: [http://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2008003638&recNum=105&docAn=EP2007056494&queryString=ALLNAMES:\(coty\)&maxRec=347](http://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2008003638&recNum=105&docAn=EP2007056494&queryString=ALLNAMES:(coty)&maxRec=347). Consultado: 24-1-2009.
41. Biocomercio-Programa Nacional de Promoción del Biocomercio. Disponible en: <http://biocomercio.peru.promperu.gob.pe/proyectos.aspx?id=0000000001&po=0&ar=MA>. Consultado: 6-1-2013.