



## ARTÍCULO REVISIÓN

### Importancia potencial de la planta de Sacha inchi en la salud del ser humano

Potential importance of the Sacha inchi plant in human health

José Hernández-Rodríguez <sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Instituto de Endocrinología. La Habana, Cuba.

**Recibido:** 20 de abril de 2023

**Aceptado:** 25 de abril de 2024

**Publicado:** 22 de junio de 2024

**Citar como:** Hernández-Rodríguez J. Importancia potencial de la planta de Sacha inchi en la salud del ser humano. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2024 [citado: fecha de acceso]; 28(2024): e6383. Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/6383>

#### RESUMEN

**Introducción:** sacha inchi es una planta oleaginosa nativa de la región amazónica, que cuenta con distintos usos relacionados con la salud.

**Objetivo:** describir la importancia potencial de la planta de Sacha inchi en la salud del ser humano.

**Métodos:** se realizó una revisión bibliográfica; se utilizaron las bases de datos Google Académico, SciELO y PubMed. Fueron incluidos trabajos de revisión, investigación y páginas Web, que en general tenían menos de diez años de publicados, en idioma español o inglés y que hacían referencia al tema de estudio a través del título. Esto permitió la consulta de 84 artículos, de los cuales 50 fueron referenciados.

**Resultados:** sacha inchi, emerge como una fuente importante para elaborar productos con un gran valor nutricional por sus propiedades nutraceuticas y funcionales, a partir de sus hojas, semillas y derivados de esta. Entre sus principales propiedades medicinales se describen sus efectos antidislipidémicos, antioxidantes, antiinflamatorios, anti proliferativos y de modulación antitumoral, lo cual hace posible su empleo como coadyuvante en el tratamiento de diversas enfermedades no transmisibles. Su consumo es ideal para suplementar o evitar el déficit nutricional en población vegana o vegetariana, niños, adultos mayores, en personas con enfermedad celíaca y deportistas.

**Conclusiones:** sacha inchi es una planta con un importante valor potencial en la nutrición del ser humano. Los efectos benéficos que desencadena su consumo producto de los multifacéticos mecanismos a través de los cuales actúa, hacen de ella un coadyuvante en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades.

**Palabras clave:** Efectos Secundarios; Contraindicaciones; Riesgo Cardiovascular.

## ABSTRACT

**Introduction:** sacha inchi is an oleaginous plant native to the Amazon region, which has different uses related to health.

**Objective:** describe the potential importance of the Sacha inchi plant in human health.

**Methods:** a bibliographic review was carried out; The Google Scholar, SciELO and PubMed databases were used. Review works, research and Web pages were included, which were generally published less than 10 years ago, in Spanish or English and that referred to the topic of study through the title. This allowed the consultation of 84 articles, of which 50 were referenced.

**Results:** sacha inchi emerges as an important source to produce products with great nutritional value due to its nutraceutical and functional properties, from its leaves, seeds and derivatives. Among its main medicinal properties are described its antidyslipidemic, antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antitumor modulation effects, which makes its use as an adjuvant in the treatment of various non-communicable diseases possible. Its consumption is ideal to supplement or avoid nutritional deficiency in the vegan or vegetarian population, children, older adults, people with celiac disease and athletes.

**Conclusions:** sacha inchi is a plant with significant potential value in human nutrition. The beneficial effects that its consumption triggers as a result of the multifaceted mechanisms through which it acts, make it an adjuvant in the prevention and treatment of various diseases.

**Keywords:** Side Effects; Contraindications; Cardiovascular Risk.

## INTRODUCCIÓN

La crisis sanitaria producida por la enfermedad por coronavirus de 2019, más conocida como COVID-19, mostró las grandes limitaciones de la capacidad de los sistemas de salud para afrontar esta pandemia y además puso en evidencia la falta de nutrientes y vitaminas en los organismos de la gran mayoría de la población. Esta situación estimuló la búsqueda de plantas y recursos naturales (por parte de investigadores y profesionales), con cualidades de concentrar nutrientes y vitaminas necesarias para mejorar la salud de la población, una de ellas la planta de Sacha inchi.<sup>(1)</sup>

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) es una planta oleaginosa, nativa de la región amazónica del Perú, que también crece en varios países latinoamericanos, entre ellos Colombia, Brasil, Venezuela y Ecuador,<sup>(2,3)</sup> aunque en la actualidad, su cultivo se extiende a otras regiones del mundo. En Cuba, se introduce en el año 2015. En este país, se demostró la factibilidad de su cultivo en las condiciones edafoclimáticas del mismo, de forma sostenible. Asimismo, se logró implementar una tecnología para la extracción del aceite de las semillas sin daños al medio ambiente.<sup>(3,4)</sup>

Sacha inchi es una planta que pertenece a la familia de las Euphorbiaceae (Euforbiáceas), que se caracteriza por ser silvestre, trepadora, bisexual, hermafrodita, autógena y sus frutos son en forma de estrella. A la par, en cada uno de los lóbulos del fruto, se encuentran las semillas, consumidas por los indígenas, desde épocas ancestrales.<sup>(2,3,5)</sup>

Su nombre proviene de dos palabras quechuas: 'sacha' que significa silvestre, e 'inchi', cuyo término se refiere al maní que produce y fue catalogada por vez primera, en 1753 por el naturalista Linneo en Perú. Del mismo modo, esta planta, se conoce como sacha o maní de montaña, del Inca, del monte o silvestre, Chikaksi inshi, tikasu, estrella tikasu, núse, Sacha yuchi, Sacha yuchiqui o Sacha inchik, entre otros nombres comunes.<sup>(6)</sup>

Sacha inchi es una planta aprovechable para elaborar productos con un gran valor nutricional y emerge como una posible fuente de proteínas, vitaminas, minerales y elementos con efectos antioxidantes, recomendables para la alimentación humana y animal, frente a otros productos (soya o maní, por ejemplo).<sup>(1,2,5)</sup> Además de ser un producto significativo entre los alimentos saludables, la semilla y el aceite de dicha planta, se emplea con éxito en la industria de los cosméticos y tiene diferentes usos en el cuidado de la salud.<sup>(7,8,9)</sup>

Aunque las diferentes especies del género *Plukenetia* (en total 19), presentan diferencias morfológicas y fisicoquímicas entre sí, Sacha inchi y *Plukenetia huayllabambana* son las más valoradas comercialmente.<sup>(10)</sup> Como consecuencia de esto, el mercado mundial de Sacha inchi ha crecido positivamente en el período de 2018-2023.<sup>(11)</sup>

De esta manera, en el período previsto de 2024-2032, se pronostica que se produzca un incremento (a una tasa compuesta anual del 4 %) en los mercados de países de América del Norte, Europa, Asia Pacífico, América Latina, Medio Oriente y África, para este producto.<sup>(11)</sup> También, el desarrollo de esta prometedora especie se considera de suma importancia regional, especialmente para poblaciones asentadas en territorios vulnerables.<sup>(1,5)</sup>

En este contexto, el conocimiento de los efectos benéficos del empleo de esta prometedora planta, en particular en la nutrición de las personas<sup>(1,3,6,12)</sup> por parte de los profesionales de la salud en Cuba, contribuiría a su indicación, con lo cual se podría beneficiar a un gran número de personas. Por esta causa, el objetivo del presente manuscrito es describir la importancia potencial de la planta de Sacha inchi en la salud del ser humano.

## MÉTODOS

El presente artículo es una revisión bibliográfica descriptiva. Se realizó la búsqueda bibliográfica acerca del tema a tratar, en el mes de febrero de 2024. Se utilizaron como buscadores de información científica a Scielo, Pubmed y Google Académico; fueron usadas como palabras clave: Sacha inchi; *Plukenetia volúbilis*; Efectos benéficos; Efectos secundarios; Contraindicaciones y Riesgo cardiovascular; en español e inglés.

Los operadores booleanos empleados fueron Y/AND, O/OR y NO/NOT, en diferentes combinaciones. Los artículos obtenidos, en general, debían tener menos de diez años de publicados, en idioma español o inglés y hacer referencia al tema de estudio a través del título. Se consideraron como criterios de elección, aquellos que examinaran el posible el empleo y utilidad de Sacha inchi para la salud de los seres humanos, independientemente que se abordara la temática a través de cualquier metodología de investigación. Fueron escogidos los artículos más importantes y adecuados según el criterio del autor. Fueron excluidos los artículos que no cumplieron con estas condiciones. Esto permitió el estudio de 84 referencias bibliográficas, de las cuales 50 fueron citadas.

## RESULTADOS

### Generalidades sobre la planta de Sacha inchi.

El cultivo de Sacha inchi, ha surgido como una opción prometedora en el marco de la economía circular y el cambio de matriz productiva. Además de presentar ventajas sostenibles, pues se adapta bien a diversos ecosistemas y requiere menos insumos agrícolas en comparación a otros cultivos convencionales.<sup>(13)</sup>

Si se garantizan las condiciones apropiadas para su desarrollo, las semillas de Sacha inchi tardan  $\pm$  dos semanas para germinar, produce sus flores a los seis meses y las cápsulas de sus frutos a los ocho meses. El fruto se describe como una "cápsula carinada" que tiene forma de estrella de 2,5 cm de diámetro, la cual inicialmente es de color verde, aunque a medida que va cambiando su grado de maduración se torna de un color marrón.<sup>(14)</sup>

Dicha cápsula una vez seca contienen de cuatro a seis semillas, con un peso que oscila entre 0,74-1,22 g/semilla, que presentan un diámetro 1,5-2,0 cm, y 7,74-8,92 mm de longitud. Al ser cosechada las cápsulas de este fruto seco puede tener un rendimiento de  $\pm$  150-750 kg/ha, aunque como sucede con otros cultivos, la cantidad cosechada dependerá de factores relacionados con las características del entorno donde fue plantada y cultivada (comportamiento de la temporada y condiciones del riego).<sup>(14)</sup>

Como ya se mencionó, el fruto seco de Sacha inchi, tiene una elevada proporción de proteínas y grasa, así como micronutrientes y metabolitos secundarios de interés, entre ellos compuestos antioxidantes, lo cual hacen de él un producto de utilidad para la industrias alimentaria y farmacéutica.<sup>(1,2,5)</sup> En este contexto, 100 g de la semilla Sacha inchi aporta una cantidad de energía equivalente a 572 Kcal (2,392 kJ), gracias a 54.4 g de grasa total, 9,9 g de carbohidratos totales (2,8 g de carbohidratos disponibles y 7,1 g fibra dietética) y 30,2 g de proteínas, aportando calcio (267 mg) y fósforo (420 mg), además de cantidades ínfimas de sodio (3 mg).<sup>(15)</sup>

El aceite que proviene de la semilla, es rico en ácidos grasos, en particular de la familia omega tres (Ej.: ácido  $\alpha$ -linolénico [C18:3,  $\omega$ -3]) y omega 6 (Ej.: ácido linoleico [C18:6,  $\omega$ -6]), de ahí la posibilidad de poder usarlo como una alternativa, en la sustitución de fuentes derivadas de los peces. Además, contiene ácidos grasos mono insaturados de la serie omega 3 (Ej.: ácido oleico [C18:6,  $\omega$ -9]), aunque en menor proporción.<sup>(1,2,5)</sup> En las hojas y en el aceite extraído de las semillas de la planta de Sacha inchi, es donde se encuentran la mayor cantidad de metabolitos secundarios de utilidad para el ser humano; entre los que se encuentran: Fito esteroides, taninos, flavonoides, esteroides, alcaloides, saponinas, lectinas y carotenoides.<sup>(16)</sup>

La composición y calidad nutricional de las semillas de Sacha inchi, destaca como una de las más importantes oleaginosas al compararla con otras semillas de uso tradicional, como sería el maní, el fruto de la palma, la soya, el maíz, la colza y el girasol.<sup>(3)</sup> Si bien, se insiste que sus componentes pueden presentar variaciones propias, que dependen de la región donde se cultiva y almacena, así como de las condiciones climáticas, del suelo y el tratamiento pos cosecha, entre otros elementos.<sup>(17,18,19)</sup> De esta manera, el potencial agroindustrial del cultivo de Sacha inchi, se fundamenta en la creciente aceptación en el mercado internacional del aceite virgen y en menor proporción, de su harina proteica.<sup>(17,18,19)</sup>

## Algunas características de interés a cerca de las diferentes partes de la planta y su potencial importancia en relación con la nutrición de las personas

La composición química de Sacha inchi depende de la porción de la planta que se analice. Investigadores como Kyaw y col.<sup>(20)</sup> al estudiar algunas características de la semilla de Sacha inchi encontraron valores de humedad de 3,30 %, 8,63 % de fibra, 24,80 % de proteína, 14,40 % de carbohidratos, 42,30 % de aceite y 4,20 % cenizas según la muestra seca que analizaron. Al realizar la investigación fitoquímica de una muestra de las semillas se reveló la presencia de alcaloides, flavonoides, glucósidos, compuestos fenólicos, poli fenoles, azúcares reductores, saponinas, esteroides y terpenos, mientras que no se detectó tanino.<sup>(20)</sup>

Las semillas, son ricas en lípidos que representan entre un 35 y un 60 % de su contenido en forma de ácidos grasos del tipo del  $\alpha$ -linolénico (12,8 - 47,04 %), linoleico (12,4 - 34,98 %), palmítico (1,6 - 2,1 %), oleico (3,5 - 4,7 %) y esteárico (1,1 - 1,3 %).<sup>(14)</sup> Lo que coincide de manera aproximada con lo que encontraron Sanaguano y col.<sup>(21)</sup>

Taípe y col.,<sup>(22)</sup> revelan que las semillas de Sacha inchi cultivadas en Cuba, contienen una proporción de 31,7 % de proteínas; valores que son ligeramente superiores cuando se compara con la literatura actual (25-30 %) e incluyen en su contenido varios aminoácidos esenciales,<sup>(21)</sup> mientras Goyal y col.,<sup>(14)</sup> afirman que contiene todos los aminoácidos esenciales en diferentes proporciones. A su vez, se señala que las semillas de Sacha inchi tienen igual o mayor cantidad (mg de aminoácido/g de proteína) que la recomendada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para todos los grupos de edades exceptuando los lactantes.<sup>(14)</sup> Además, las cifras descritas de proteínas en las semillas de Sacha inchi, son comparables y en ocasiones mayores a las declaradas para otras semillas oleaginosas (soya [28 %], girasol [24 %], algodón [33 %] y maní [23 %]) y en algunos frutos secos (almendra [19,48 %], nuez [13,46 %], pistacho [19,80 %], macadamia [8,40 %] y avellana [14,08 %]).<sup>(14,23)</sup>

Mientras, se describe que el contenido de carbohidratos (incluyen azúcares, almidón y fibra) en las semillas de Sacha inchi oscila en un rango de 13,4-30,9 %, <sup>(23)</sup> lo cual coincide con lo que reporta Kyaw y col.,<sup>(20)</sup> Además, el contenido de fibra total se encuentra entre 6,59 y 13,86 %, valor equivalente al de las nueces (5-10 %) y superior al de las legumbres (3-6 %).<sup>(14)</sup>

Al mismo tiempo, diferentes investigadores,<sup>(3,14,17)</sup> encontraron en la composición de estas semillas varios minerales (todos en mg/100g), donde el más abundante es el potasio (489-775), seguido del fósforo (580,30), magnesio (321-344), calcio (126-297), hierro (4,20-10,35), zinc (4,10-5,90) y manganeso (1.00±0.0). Así como, ceniza ( $\pm$  2,7 - 2,9 %), poli fenoles y vitamina E, y oligoelementos como aluminio, cloro, titanio y vanadio, aunque en pequeñas cantidades.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que el consumo en proporciones elevadas en la dieta de la semilla de sachá inchi y sus derivados, puede resultar poco conveniente pues algunos de los compuestos contenidos en su semilla actúan como anti nutrientes (saponinas, taninos, lectinas, glucosinolatos, fitatos, oxalatos, entre otros). Este aspecto se debe considerar porque puede disminuir el valor nutritivo del alimento, aunque paradójicamente algunos de estos compuestos podrían tener efectos beneficiosos en determinadas condiciones.<sup>(23,24,25)</sup>

Las semillas de Sacha inchi, cuando están crudas tienen un sabor astringente (por su contenido en Fito toxinas) y tienen un perfil sensorial fuerte, como olores y sabores poco agradables que puede provocar un bajo consumo por parte de la población. Para hacerlas comestibles deben ser sometidas a ciertos tratamientos empleados para su procesamiento, entre las que se incluyen el tostado, secado y hervido, con los que mejora su sabor.<sup>(14,26)</sup>

Al mismo tiempo, estos métodos de pre tratamientos para el procesamiento de las semillas de Sacha Inchi, previo a la extracción del aceite, mejoraría la aceptación en el consumidor final. No obstante, dichos procedimientos pueden alterar su composición nutricional, al causar lixiviación o degradación de algunos compuestos o por el contrario aumentar su biodisponibilidad; de ahí, la necesidad de la aplicación de tratamientos térmicos con temperaturas adecuadas.<sup>(14,26)</sup>

Los tratamientos realizados a las semillas influyen también en los minerales. En un estudio de Kim y Joo,<sup>(27)</sup> se comparó el efecto del tostado (160°C durante seis minutos) y el hervido con agua (100°C durante trece minutos) efectuado en semillas de Sacha inchi (como tratamiento previo para su consumo). A continuación, describimos lo observado por dichos autores:<sup>(27)</sup>

- ❖ Después del tostado se observó un aumento en la cantidad de calcio en las semillas. Este tratamiento también aumentó, aunque en menor proporción las cantidades del hierro, magnesio, manganeso, fósforo y zinc, y una pequeña reducción del potasio.
- ❖ Cuando se aplicó el tratamiento de hervido, se obtuvo un ligero aumento en la cantidad de calcio y una reducción de los demás minerales, posiblemente debido a la lixiviación de los minerales en el agua que se ocasionan durante la ebullición. Estos resultados sugieren preferir el método del tostado como tratamiento a las semillas.

La cascarilla y la cáscara de Sacha inchi constituyen un subproducto de la semilla los que pueden ser de interés para la salud por sus valores antioxidantes, su contenido en fenólicos y las actividades in vitro relacionadas con la salud. Kittibunchakul y col.,<sup>(28)</sup> detectaron un mayor contenido de proteínas ( $59,97 \pm 0,06$  vs  $43,12 \pm 0,36$  g/100g), carbohidratos ( $20,10 \pm 0,07$  vs  $9,90 \pm 0,47$  g/100g) y fibra dietética total ( $16,14 \pm 0,16$  vs  $6,47 \pm 0,27$  g/100g) en la cascarilla, mientras que en la cáscara se encontró un mayor contenido de grasa ( $4,66 \pm 0,04$  vs  $3,01 \pm 0,01$  g/100g) y energía. El contenido fenólico total era 1,6 veces mayor en la cáscara que en la cascarilla ( $503,96 \pm 5,16$  vs  $323,74 \pm 2,25$  mg/100g bh), lo que se traduce en una actividad antioxidante 1,8-2,7 veces mayor y una actividad anti glicación 1,2 veces superior.<sup>(28)</sup>

Por tanto, la cascarilla y cáscara de Sacha inchi, se describen como futuras fuentes de fenólicos y omega 3 y 6 con potenciales beneficios para la salud.<sup>(23,28)</sup> Criterio que coincide con algunos resultados publicados por Thuanthong y col.<sup>(29)</sup> al referirse a las propiedades del extracto acuoso de las cáscaras de Sacha inchi. Sin embargo, por su alto contenido de fibra, su digestibilidad, valor energético bajo, hace que se considere como un subproducto con un escaso valor alimenticio, por lo cual su uso se limita, casi solamente a la alimentación animal.

Una de las formas en que puede ser utilizada la semilla de Sacha inchi es a través de su conversión en tortas posterior a la extracción de su aceite por el método de prensado,<sup>(14)</sup> para ser utilizada sobre todo en la alimentación animal en reemplazo de la torta de soya. No obstante, por su alto valor proteico, aporte importante de ácidos grasos poliinsaturados y fibra, niveles aceptables de factores anti nutricionales, adecuados niveles de ceniza y fito compuestos (los que pueden repercutir positivamente en la salud), hacen ciertas sus potencialidades como fuente alimentaria alternativa, incluso para el ser humano a través de su conversión en harina.<sup>(22,30,31)</sup>

La harina contiene 52,7 %, 33,8 %, 3,2 %, 3,1 % y 7,1 % de proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas y humedad respectivamente.<sup>(30)</sup> Autores como Alvarez y col.,<sup>(32)</sup> también reportan proporciones elevadas de contenido proteico (mayor al 50 %) con una cantidad de aminoácidos esenciales de 48,2 %, proporciones estas discretamente inferiores a las encontradas en el suero lácteo, donde los aminoácidos esenciales representan el 56,2 %.

Los péptidos derivados de la harina de Sacha inchi muestran una potente actividad de inhibición de la enzima dipeptidil peptidasa IV (DPP-IV) y podrían usarse en la industria de alimentos saludables y como compuestos principales para la terapia de la diabetes mellitus tipo 2 (DM 2).<sup>(33)</sup> Asimismo, se ha diseñado con este subproducto, una bebida proteica con cápsulas de sabor, lista para el consumo, que considera en su formulación la composición adecuada para recuperación y crecimiento muscular.<sup>(32,34)</sup>

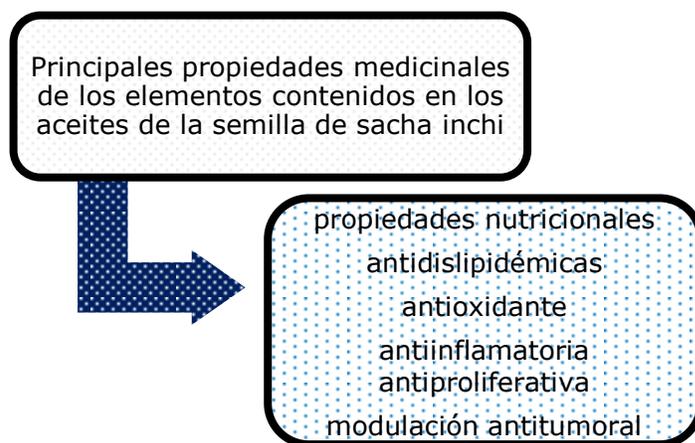
También, las hojas de Sacha inchi poseen propiedades antioxidantes, por sus ingredientes bioactivos, por lo cual podrían servir como fuente de saponinas, terpenoides y compuestos fenólicos, específicamente flavonoides. Las hojas, han sido ampliamente procesadas en forma de té de hierbas, con beneficios para la salud humana<sup>(23,27,29)</sup> y en una concentración de 15,625 µg/mL, se describe que los extractos de té negro, oolong y verde de dichas hojas, presentan efectos inhibidores más fuertes sobre las enzimas α-glucosidasas (95 %, 95 %, 92 %, respectivamente) que la acarbosa (90 %); lo cual, pudiera ser de utilidad (como coadyuvante) para el tratamiento de personas con DM2.<sup>(23,29)</sup>

Las semillas de Sacha inchi son consumidas de varias formas, principalmente como alimentos y en forma de suplementos dietéticos.<sup>(3)</sup> Igualmente, las semillas y la harina de la torta prensada en frío podría usarse para la elaboración de aperitivos y productos de panadería, así como en bebidas similares a las "coladas".<sup>(35,36,37)</sup> También se puede usar añadiendo semillas confitadas al yogurt. Por tanto, se emplea para mejorar la nutrición y a su vez mejora la hipertrigliceridemia, reduciéndola hasta el umbral límite alto.<sup>(38)</sup>

### **Aceite de la semilla de sacha inchi, un importante subproducto**

Entre los métodos para la extracción del aceite de la semilla de Sacha inchi se encuentra el método de prensado mecánico en frío (método de compresión por extrusión). No obstante, también se recomienda la extracción del aceite con CO<sub>2</sub> supercrítico, que es un método seguro y respetuoso con el medio ambiente que produce un aceite libre de tóxicos y cuando se compara con el método de extracción Soxhlet (extracción con solventes orgánicos), se observa como ventaja el aumento del contenido de omega 3 (46,08 %) en el aceite extraído y en un tiempo de extracción más corto.<sup>(39)</sup>

El aceite de Sacha inchi es un aceite vegetal como el aceite de oliva, aguacate, germen de trigo, salvado de arroz y argán, y es valorado por sus ventajosas propiedades fisicoquímicas y buenos atributos sensoriales y se usa como un ingrediente para alcanzar una alimentación funcional por su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados.<sup>(17)</sup> En este caso, la utilidad de los aceites provenientes de la semilla de Sacha inchi se relacionan no solo con sus efectos benéficos en el campo de la nutrición, sino también con los concernientes a sus propiedades medicinales que determinan su importancia, empleo y utilidad para la salud del ser humano (Fig. 1),<sup>(12)</sup> aunque también puede tener otros fines.<sup>(7,13)</sup>



Confecionada por el autor. Fuente:<sup>(12)</sup>

**Fig. 1** Propiedades medicinales de los elementos contenidos en los aceites de la semilla de sachá inchi

Muchos de los impactos potenciales de la planta de Sacha inchi en la salud están relacionados con los compuestos bioactivos presentes en el aceite, particularmente los ácidos grasos esenciales, proteínas y fitoquímicos, lo que también ha permitido su empleo en dermatología.<sup>(12)</sup> A continuación, se refieren los aspectos de mayor interés, en relación con la utilidad del aceite de sachá inchi para la salud del ser humano.

Como ya se mencionó, el porcentaje nutricional de cada componente químico, varía según factores como el suelo, clima, cosecha y post cosecha que alteran la composición nutricional y el contenido de los macronutrientes de la semilla y por tanto en su aceite.<sup>(37,40)</sup> El aceite está compuesto mayoritariamente por lípidos neutros (97,2 %), ácidos grasos libres (1,2 %) y fosfolípidos (0,8 %).<sup>(19)</sup> Su alto contenido de lípidos fluctúa de la siguiente manera: total de ácidos grasos poliinsaturados  $\pm$  82,3-84,1 %, con una mayor proporción el ácido graso  $\alpha$ -linolénico (47,7-50,8 %), seguido del linoleico (33,4-35,78 %). Mientras los ácidos grasos mono insaturados están en un rango de 8,9 -9,39 % y los saturados en una menor proporción, que oscila entre 6,86-8,00 %).<sup>(35,36)</sup>

El aceite de Sacha inchi de origen cubano cumple en general con los requisitos de la Norma Técnica Peruana, por lo que tiene unas proporciones de grasa similar (no igual) al de otros orígenes, lo cual se pone en evidencia en una investigación de González y col.<sup>(19)</sup> que al caracterizar dicho aceite hallaron un contenido total de aceites grasos que superó el 94 %, donde predominaron el linolénico (42,10 - 45,90 %), el linoleico (32,63 - 36,20 %) y el oleico (8,50-12,03 %). Los minoritarios fueron el palmítico (3,97-4,50 %), el esteárico (2,27-3,07 %), el eicosaenoico (0,27-0,47 %) y el araquídico (0,10-0,33 %). Lo anterior valida su empleo como aceite comestible y materia prima en las industrias alimenticia, farmacéutica y cosmética.<sup>(19)</sup>

Diferentes autores reportan,<sup>(40,41,42)</sup> que la cantidad de proteínas contenidas en el aceite de sachá inchi oscila entre el 24,22 y 31,7 %, proporción esta que pueden garantizar al organismo el aporte de aminoácidos esenciales (leucina, isoleucina, valina, metionina, fenilalanina, lisina, cisteína, tirosina, treonina y triptófano); asimismo, los carbohidratos contenidos en el aceite se encuentran en una proporción que puede oscilar entre 6,59 a 30,9 %.

Chasquibol y col.,<sup>(37)</sup> hacen mención de un aspecto importante relacionado con la naturaleza química de los aceites de Sacha inchi y que se relaciona con la alta susceptibilidad a la oxidación. Esto pudiera limitar su vida útil y ocasionar una pérdida en su valor nutricional, así como la formación de compuestos indeseables. No obstante, la micro encapsulación, sería una solución para mejorar su vida útil y la conservación de su composición química, así como de sus propiedades funcionales.<sup>(43,44)</sup> Empero, en una investigación realizada por Aranda y col.,<sup>(40)</sup> se halló que la estabilidad oxidativa del aceite de Sacha inchi, se mantiene a los seis y doce meses de almacenamiento (no indicios cualitativos [olor o sabor rancio] ni cuantitativos de oxidación).

### **Situaciones especiales donde sería importante el empleo de Sacha inchi**

La semilla y sus subproductos (aceite, torta y harina) de Sacha inchi, tiene una composición excepcional por lo cual, puede tener efectos positivos en la seguridad alimentaria y ser un paliativo para prevenir enfermedades y constituir un coadyuvante en el tratamiento de estas, una de ellas la malnutrición.<sup>(20,32,38)</sup> Por sus propiedades, el aceite vegetal se revela como un activo seguro y eficaz para atenuar los efectos del envejecimiento, gracias a sus componentes bioactivos.<sup>(45)</sup>

Las personas que siguen dietas restrictivas de cualquier tipo, como son las dietas basadas en vegetales, deben recibir apoyo de personal especializado para conseguir que sean variadas y equilibradas, como es deseable. Aspectos negativos de alguna de estas dietas, sería el bajo contenido de micronutrientes esenciales (hierro, zinc, vitamina B12, vitamina D, ácidos grasos omega 3, calcio y yodo).<sup>(46)</sup> Asimismo, por las cualidades descritas, el consumo de Sacha inchi sería ideal para suplementar o evitar el déficit de proteína, principalmente en población vegana o vegetariana, niños, adultos mayores y deportistas;<sup>(32,46)</sup> de esta forma se podría prevenir o suplir alguno de los déficits que pudieran estar presentes.

La enfermedad celíaca es una afección autoinmune producida por intolerancia alimentaria permanente al gluten y pro láminas con carácter genético. Como tratamiento se recomienda la adherencia a una dieta libre de gluten (exclusión de cuatro cereales: trigo, avena, cebada y centeno, sus derivados y productos que los contengan, de por vida).<sup>(47)</sup> Sacha inchi, no contiene gluten por lo cual su consumo debe ser seguro para pacientes celíacos y otros trastornos relacionados y por esta vía convertirse en un alimento que actúe como coadyuvante para la nutrición de estas personas.

Por su composición nutricional y sus efectos protectores contra diversas enfermedades no transmisibles, en particular las enfermedades cardiovasculares (ECV), el empleo de Sacha inchi se han convertido en un tema de interés y de investigación en muchos países. Esta excepcional planta, demostró efectos positivos para atenuar la dislipidemia (mejoría de los niveles de colesterol total, colesterol LDL (Lipoproteína de baja densidad), triglicéridos, aumento de colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad), la obesidad, la DM2 y la hipertensión arterial, a través de mecanismos multifacéticos responsables de los efectos protectores contra los factores de riesgo de ECV (propiedades antioxidantes y antiinflamatorias).<sup>(48,49)</sup>

### Recomendaciones para consumir Sacha inchi

- ❖ Una cucharada sopera del aceite con las ensaladas en el almuerzo. No se sugiere su uso para freír pues el calor puede alterar su composición química.<sup>(50)</sup>
- ❖ siete a diez unidades de las semillas tostadas.<sup>(50)</sup>
- ❖ Cápsula Blanda: tomar dos cápsulas (500 mg) antes de cada comida (contenido: omega-tres-seis-nueve).<sup>(50)</sup>
- ❖ La harina puede ser usada en diversos platos (aperitivos y productos de panadería, así como en bebidas).<sup>(35,36,37)</sup>
- ❖ También se puede consumir en forma de infusión (té).<sup>(23,29)</sup>

### Evaluación de la seguridad y toxicidad de Sacha inchi

Las semillas de Sacha inchi, cuando están crudas no deben ser consumidas por su contenido en fito toxinas.<sup>(14,26)</sup> En humanos el tratamiento con diez o quince ml de aceite de Sacha inchi no se asocia a cambios en las enzimas hepáticas y renales y los efectos secundarios que se pueden ver en los pacientes, (nauseas, eructos, constipación) tienden a desaparecer después de la primera semana de consumo, y no es tóxico.<sup>(49)</sup>

### Algunos comentarios de interés

La semilla de Sacha inchi, contiene ácidos grasos insaturados que son de gran importancia desde el punto de vista dietético para la salud humana. Las cantidades más altas de omega-3 y omega 6 y ciertas cantidades de ácido oleico ayudan a equilibrar el sistema nervioso y reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Además, tiene excelente cantidad de proteínas, lo que resulta esencial para la salud humana, pues estas son necesarias para desarrollar y mantener la salud de los diferentes tejidos y órganos del cuerpo.<sup>(20)</sup>

Los carbohidratos que contiene esta semilla, incluyen azúcares, almidón y fibra, pero por las proporciones incluidas en la ella, pueden ser consumidas en cantidades adecuadas por la mayoría de las personas. Sin dudas, los macronutrientes (grasas, carbohidratos y proteínas) contenidos en la semilla de Sacha inchi constituyen una excelente fuente de energía alimentaria y su aceite es adecuado para la salud humana.<sup>(20)</sup>

De hecho, se señala que la proteína de Sacha inchi hidrolizada ha mostrado actividades antiinflamatorias, antioxidantes, antihipertensivas e inmunomoduladoras, así como la existencia de una correlación positiva entre el consumo de semillas/aceite de dicha planta y un riesgo reducido de enfermedades inflamatorias crónicas.<sup>(14)</sup> Al mismo tiempo, la adición de aceite de Sacha inchi a una comida rica en grasas mejora la sensibilidad a la insulina en personas con trigliceridemia basal y respuestas glucémicas, después de una carga de este macronutriente.<sup>(33)</sup>

El autor coincide con Abd Rahman y col.,<sup>(48)</sup> en recomendar la realización de ensayos clínicos aleatorios a gran escala, bien diseñados, para establecer la eficacia Sacha inchi y determinar su dosis óptima, posibles interacciones entre medicamentos y alimentos, y su integración práctica en estrategias preventivas e intervenciones dietéticas para las poblaciones de alto riesgo.

## CONCLUSIONES

Sacha inchi es una planta con un importante valor potencial en la nutrición del ser humano. Los efectos benéficos que desencadena su consumo producto de los multifacéticos mecanismos a través de los cuales actúa, hacen de ella un coadyuvante en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades.

### conflictos de intereses

El autor no presenta conflictos de intereses que impidan la publicación del presente manuscrito.

### Aporte Científico

Esta revisión proporciona una visión actualizada acerca de la importancia potencial que puede aportar el adecuado uso de una planta recientemente introducida en Cuba, pero de uso ancestral y con efectos benéficos en la nutrición y en general, en el campo de la salud del ser humano.

Este manuscrito es una obra original e inédita, no ha sido publicado total o parcialmente, ni está siendo evaluado por otra revista o cualquier otro medio de difusión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arévalo MF. Ácidos grasos omega 3-6 del sachá inchi y sus beneficios para la salud humana. DDigital – UMSS. [Internet]. 2022 [Citado 08/02/2024]. Disponible en: <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/28429>
2. Bohórquez V, Cancino E, Quevedo E. Agroecological characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) crop production system in Arauquita, Colombia. Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia [Internet]. 2022 [Citado 8/02/2024]; 39(4): e223948. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/38891>
3. Rengifo FJ, Ortiz DP. Estado del arte de las propiedades nutricionales del Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*). Nagonotas Docentes [Internet]. 2022 [Citado 8/02/2024]; (20): 66-78. Disponible en: <https://revistas.cun.edu.co/index.php/nagonotas/article/view/958/667>
4. Pérez M del C, González JL, González M, Villanueva M, Montero K, Adames Y, et al. Contribuciones científicas al cultivo y procesamiento industrial de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en Cuba. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba [Internet]. 2023 [Citado 8/02/2024]; 13(4): 1480. Disponible en: <https://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1480/1846>
5. Núñez JJ, Carvajal JC, Ramírez LL, Zuniga CA. Influencia de las variaciones climáticas en la producción de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Rev Iberoam de Bioecon y Cambio Clim [Internet]. 2021 [Citado 8/02/2024]; 7(13). Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941760007/html/index.html>
6. Alayón AN, Echeverri JI. Sacha Inchi (*plukenetia volubilis* Hnneo): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. Rev. chil. Nutr [Internet]. 2016 [Citado 15/02/2024]; 43(2): 167-71. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182016000200009&lng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000200009&lng=es).

7. Rodríguez D, Ascencio L. Desarrollo de una mayonesa funcional a partir de aceite de semilla de Sacha Inchi [Internet]. Universidad de los Andes; 2022 [Citado 15/02/2024]: 19p. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/e4d8c55f-1541-4980-9017-f8e1bc154362/content>
8. Rodzi, NARM, Lee LK. Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.): recent insight on phytochemistry, pharmacology, organoleptic, safety and toxicity perspectives. *Heliyon* [Internet]. 2022 [Citado 15/02/2024]; 8: e10572. Disponible en: [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(22\)01860-6.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(22)01860-6.pdf)
9. Lourith N, Kanlayavattanakul M, Chaikul P. Sacha Inchi: The Promising Source of Functional Oil for Anti-Aging Product. *Journal of Oleo Science* [Internet]. 2024 [Citado 08/02/2024]; S/V. Disponible en: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jos/advpub/0/advpub\\_ess23147/pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jos/advpub/0/advpub_ess23147/pdf/-char/en)
10. Cornelio HP, Bodini RB, de Oliveira AL. Potential of Oilseeds Native to Amazon and Brazilian Cerrado Biomes: Benefits, Chemical and Functional Properties, and Extraction Methods. *JAOCS* [Internet]. 2021 [Citado 15/02/2024]; 98(1): 3-20. Disponible en: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aocs.12452>
11. Expert Market Research. Global Sacha Inchi Market Size, Share, Analysis, Report: By Type: Natural, Organic; By Form: Powder, Oil, Seeds, Others; By Application: Pharmaceuticals, Cosmetics, Personal Care, Food and Beverages, Dietary Supplements, Others; Regional Analysis; Market Dynamics: SWOT Analysis, Porter's Five Forces Analysis; Competitive Landscape; 2024-2032. *EMR, Reports* [Internet]. 2023 [Citado 18/02/2024]. Disponible en: <https://www.expertmarketresearch.com/reports/sacha-inchi-market>
12. Rodzi NAR, Lee LK. Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.): recent insight on phytochemistry, pharmacology, organoleptic, safety and toxicity perspectives." *Heliyon* [Internet]. 2022 [Citado 18/02/2024]; 8(9): e10572. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022018606>
13. Campaña JA, Preciado JD, Diez MA, Proaño EA. Economía circular y cambio de matriz productiva: Un análisis econométrico de los beneficios económicos y ambientales del cultivo de Sacha Inchi. *Dom. Cien.* [Internet]. 2023 [Citado 28/02/2024]; 9(3): 218-33. Disponible en: <https://dominodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3440/7700>
14. Goyal A, Tanwar B, Kumar Sihag M, Sharma V. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): An emerging source of nutrients, omega-3 fatty acid and phytochemicals. *Food Chemistry* [Internet]. 2022 [Citado 28/02/2024]; 373(PartB): 131459. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814621024651>
15. Reyes MM, Gómez I, Espinoza CM. Tablas peruanas de composición de alimentos. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud [Internet]. 2017 [Citado 28/02/2024]: 142 p. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
16. Núñez DA. *Plukenetia volubilis* L.: Usos tradicionales, metabolitos secundarios y efectos farmacológicos [Internet]. Universidad Técnica de Ambato; 2022 [Citado 15/02/2024]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34975/1/BQ%20316.pdf>

17. Torres JJ. Estudio preliminar sobre compuestos bioactivos del Sacha Inchi: actividad biológica, métodos de extracción y su potencial en la industria de alimentos y farmacológico [Internet]. UNAD; 2022 [Citado 15/02/2024]: 63 p. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/57440/jdatorresc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Rengifo FJ, Ortiz DP. Estado del arte de las propiedades nutricionales del Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*). Meganotas Docentes [Internet]. 2022 [Citado 15/02/2024]; 20: 66-78. Disponible en: <https://doi.org/10.52143/2346-1357.958>
19. González L, Rodríguez EA, Vicente R, González V, Díaz Y. Caracterización preliminar del aceite de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha Inchi) cultivada en Cuba. Revista Cubana de Plantas Medicinales [Internet]. 2022 [Citado 15/02/2024]; 27(1): e1227. Disponible en: <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/1227/490>
20. Kyaw T, New T, Khaing M, San P, Kyaing K, Thet T, et al. Studies on Nutritional Compositions of Sacha Inchi Seed and Physicochemical Characteristics of Sacha Inchi Oil. International European Extended Enablement in Science, Engineering & Management (IEEESEM) [Internet]. 2019 [Citado 14/02/2024]; 7(8). Disponible en: <https://www.ieeesem.com/researchpaper/Studies on Nutritional Compositions of Sacha Inchi Seed and Physicochemical Characteristics of Sacha inchi Oil.pdf>
21. Sanaguano H, Allo DP, Quille ML. Aprovechamiento de la semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la extracción de aceite y obtención de harina a partir de la torta residual. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ingeniería Agroindustrial [Internet]. 2024 [Citado 08/02/2024]. Disponible en: <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6733/1/Proyecto de Investigaci%c3%b3n A llo Quille 2024.pdf>
22. Taípe R, Fernández M, Villanueva M, Gómez C. Composición nutricional y digestibilidad de semilla, torta y cáscara de dos especies de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). Ciencia y Tecnología Agropecuaria [Internet]. 2022 [Citado 14/02/2024]; 23(2): 1-8. Disponible en: <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/2355>
23. Wang S, Zhu F, Kakuda Y. Sacha Inchi (*plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. Food Chemistry [Internet]. 2018 [Citado 12/02/2024]; 265: 316-28. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814618308525>
24. Scull I, García Y, Ortega D, Albelo N, Sosa D, Valiño EC, et al. Caracterización química de la torta de *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) cultivada en Cuba. Cuban Journal of Agricultural Science [Internet]. 2022 [Citado 12/02/2024]; 56(4): 1-6. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6537/653774895008/html/>
25. López M, Garcés M, Miguel M. Antinutrients: Lectins, goitrogens, phytates and oxalates, friends or foe?. Journal of Functional Foods [Internet]. 2022 [Citado 15/02/2024]; 89: 104938. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464622000081>

26. Rivero H. Estrategias tecnológicas para la eliminación de los sabores amargos y astringentes del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) y evaluación del impacto en la calidad fisicoquímica, estabilidad oxidativa y perfil sensorial [Internet]. Universidad Nacional de Colombia; 2021 [Citado 12/02/2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83484/91506645-2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
27. Kim DS, Joo N. Nutritional composition of Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) as affected by different cooking methods. *International Journal of Food Properties* [Internet]. 2019 [Citado 14/02/2024]; 22(1): 1235-41. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2019.1640247>
28. Kittibunchakul S, Hudthagosol C, Sanporkha P, Sapwarobol S, Temviriyankul P, Suttisansanee U. Evaluation of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) By-Products as Valuable and Sustainable Sources of Health Benefits. *Horticulturae* [Internet]. 2022 [Citado 15/02/2024]; 8(4): 1-12. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2311-7524/8/4/344>
29. Thuanthon, A, Klomklao S, Panyo J, Zhang Y. In-Vitro Screenings for Biological and Antioxidant Activities of Aqueous Extract from Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Husks. *Trends in Sciences* [Internet]. 2023 [Citado 25/02/2024]; 20(11): 6815. Disponible en: <https://tis.wu.ac.th/index.php/tis/article/view/6815/674>
30. Alcívar JL, Martínez M, Lezcano P, Scull I, Valverde A. Nota técnica sobre la composición físico-química de la torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). *Cuban Journal of Agricultural Science* [Internet]. 2020 [Citado 18/02/2024]; 54(1): 19-23. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v54n1/2079-3480-cjas-54-01-19.pdf>
31. Fernández RE. Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para su uso en pastelería en Pucallpa [Internet]. Universidad Nacional de Ucayali; 2023 [Citado 08/02/2024]: 95p. Disponible en: [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6686/B10\\_2023\\_UNU\\_AGROINDUSTRIAS\\_2023\\_T\\_RAFAEL-FERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6686/B10_2023_UNU_AGROINDUSTRIAS_2023_T_RAFAEL-FERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
32. Alvarez CL, Ardila JF, Vega LJ. Desarrollo de productos alimenticios a partir de la torta de Sacha Inchi como materia prima de alto valor nutricional [Internet]. Universidad Nacional de Colombia; 2023 [Citado 08/02/2024]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/84121/Proyecto%20de%20grado%20ED DP%20Sacha%20Inchi.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
33. Zhang A, Wang K, Liu X, Zhang X. Isolation and identification of dipeptidyl peptidase-IV inhibitory peptides from Sacha inchi meal. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [Internet]. 2023 [Citado 08/02/2024]; 103(6): 2926-38. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jsfa.12464>
34. Fernández RE. Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) para su uso en pastelería en Pucallpa [Internet]. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de ciencias Agropecuarias. Ingeniería Agroindustrial; 2023 [Citado 08/02/2024]. Disponible en: [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6686/B10\\_2023\\_UNU\\_AGROINDUSTRIAS\\_2023\\_T\\_RAFAEL-FERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/6686/B10_2023_UNU_AGROINDUSTRIAS_2023_T_RAFAEL-FERNANDEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

35. Zakaria Z, Shah NHM, Alwi A, Anwar NZR, Shahidan N, Huda N. Phenolic Compounds, Free Radical Scavenging Activity and  $\alpha$ -Glucosidase Inhibition Properties of Green, Oolong and Black Sacha Inchi Tea Extract. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal* [Internet]. 2023 [Citado 08/02/2024]; 11(3). Disponible en: <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.11.3.18>
36. Jiapong S, Ruttarattanamongkol K. Development of Direct Expanded High Protein Snack Products Fortified With Sacha Inchi Seed Meal. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* [Internet]. 2021 [Citado 15/02/2024]; 10(4): 680-4. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/363466281\\_DEVELOPMENT\\_OF\\_DIRECT\\_EXPANDED\\_HIGH\\_PROTEIN\\_SNACK\\_PRODUCTS\\_FORTIFIED\\_WITH\\_SACHA\\_INCHI\\_SEED\\_MEAL](https://www.researchgate.net/publication/363466281_DEVELOPMENT_OF_DIRECT_EXPANDED_HIGH_PROTEIN_SNACK_PRODUCTS_FORTIFIED_WITH_SACHA_INCHI_SEED_MEAL)
37. Chasquibol N, Iparraguirre K, Huamán J, y Alarcón R. Estabilidad oxidativa de los aceites de sachá inchi (*Plukenetia huayllabambana* y *Plukenetia volubilis*) y su importancia en la industria alimentaria. *Ingeniería Industrial* [Internet]. 2020 [Citado 25/02/2024]; 39(039): 207-24. Disponible en: [https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/4922/4797](https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/4922/4797)
38. Huaccho CF, Alejandro FS. Yogurt enriquecido con semillas confitadas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y su efecto dietético en personas con Hipertrigliceridemia [Internet]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Facultad de Bromatología y nutrición; 2023 [Citado 25/02/2024]. Disponible en: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/8244>
39. Jitpinit S, Siraworakun C, Sookklay Y, Nuithitikul K. Enhancement of omega-3 content in sachá inchi seed oil extracted with supercritical carbon dioxide in semi-continuous process. *Heliyon* [Internet]. 2022 [Citado 05/02/2024]; 8(1): e08780. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844022000688>
40. Aranda J, Villacrés J. Estabilidad del aceite de *Plukenetia volubilis*(sachá inchi) en base al perfil de ácidos grasos y características físico-químicas. *Rev Peru Med Integrativa* [Internet]. 2023 [Citado 05/02/2024]; 8(1): 3-10. Disponible en: <https://doi.org/10.26722/rpmi.2023.v8n1.707>
41. García LJ, Gallego MC. Análisis del uso integral del Sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en la industria de alimentos. Universidad del Valle Facultad de Ingeniería Ingeniería de Alimentos (Cali - Colombia). [Internet]. 2022 [Citado 08/02/2024]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/b1216983-1bb0-40c5-8b4d-77f544f0639b/content>
42. Romero L, Valdiviezo C, Bonilla S. Caracterización del aceite de la semilla de Sachá Inchi (*plukenetia volubilis*) del cantón San Vicente, Manabí, Ecuador, obtenida mediante procesos no térmicos de extrusión. *La Granja. Revista de ciencias de la vida.* [Internet]. 2019 [Citado 25/02/2024]; 30(2): 77-87. Disponible en: <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/30.2019.07>
43. Betancourt López CF, Rodríguez-Stouvenel A, Millán-Cruz P. Estabilidad oxidativa de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) microencapsulado enriquecido con compuestos fenólicos extraídos de su cascarilla. *inycomp.* [Internet]. 2023 [Citado 9/02/2024]; 25(Suplemento): e-20513164. Disponible en: [https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria\\_y\\_competitividad/article/view/13169/16215](https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/13169/16215)

44. Pardo GA. Evaluación de la estabilidad oxidativa de una mezcla de aceites de sachá inchi (*P. volubilis*) y chíá (*S. hispanica*) en polvo. [Internet]. Universidad Técnica de Ambato; 2023 [Citado 9/1/2024]; 57 p. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/39307/1/CAL%20074.pdf>
45. Lourith N, Kanlayavattanakul M, Chaikul, P. Sachá Inchi: The Promising Source of Functional Oil for Anti-Aging Product. *Journal of Oleo Science*. [Internet]. 2023 [Citado 18/02/2024]; 7 pág. Disponible en: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jos/advpub/0/advpub\\_ess23147/\\_pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jos/advpub/0/advpub_ess23147/_pdf/-char/en)
46. Jiménez AI, Martínez RM, Salas MD, Cervera A, Lozano MC. Problemática nutricional de los niños vegetarianos y veganos. *Nutr. Hosp.* [Internet]. 2023 [Citado 18/02/2024]; 40(spe2): 20-3. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112023000700006&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112023000700006&lng=es).
47. Brizuela O, Villadoniga C, Santisteban HN, Soler JA. Enfermedad Celíaca en el adulto. Un reto en el nuevo milenio. *Multimed.* [Internet]. 2020 [Citado 18/02/2024]; 24(4): 949-68. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-48182020000400949&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-48182020000400949&lng=es).
48. Abd Rahman IZ, Nor Hisam NS, Aminuddin A, Hamid AA, Kumar J, Ugusman, A. Evaluating the Potential of *Plukenetia volubilis* Linneo (Sachá Inchi) in Alleviating Cardiovascular Disease Risk Factors: A Mini Review. *Pharmaceuticals*. [Internet]. 2023 [Citado 8/02/2024]; 16(11): 1588. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8247/16/11/1588>
49. González G, González C. A randomized double blind-placebo-controlled study on acceptability, safety and efficacy of oral administration of sachá inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) on adult human subjects. *Food and chemical toxicology*. [Internet]. 2014 [Citado 08/02/2024]; 65: 168-76. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278691513008612?via%3Dihub>
50. Guerrero JV. Preguntas y respuestas sobre Sachá inchi. Mega sachá. [Internet]. 2022 [Citado 18/02/2024]. Disponible en: <https://www.megasacha.com/mas-sobre-el-sacha-inchi/aceite/>