

Monografía: Sacha Inchi

Plukenetia volúbilis L.



PROYECTO N°

Desarrollo de monografías para cinco cultivos peruanos del Proyecto Perubiodiverso

Autor : José Aranda Ventura

Revisión : Arilmi Gorriti

Coordinación : Diana Flores

Foto de la carátula : PBD-GTZ

Fecha : 30 de Junio del 2010

INDICE

I. PRESENTACION	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. NOMENCLATURA BOTANICA	7
2.1 Especie botánica.....	7
2.2 Sinonimia botánica.....	7
2.3 Nombres comunes	7
2.4 Distribución geográfica.....	7
3. DESCRIPCIÓN BOTANICA	8
3.1 Material vegetal	8
4. CONSTITUYENTES QUÍMICOS:	9
4.1 De la semilla	9
4.1.1 Proteínas.....	9
4.1.2 Minerales.....	9
4.1.3 Fibra	9
4.1.4 Otros compuestos Fitoquímicos	9
4.2 De la Torta:.....	9
4.3 Del aceite:	10
4.3.1 Ácidos grasos:	10
4.3.2 Tocoferoles:	10
4.3.3 Fitoesteroles.....	11
4.3.4 Tocotrienoles	11
4.3.5 Carotenos, fenoles y estanoles.....	12
5. PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS	12
5.1 Del aceite.....	12
6. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO	12
6.1 Del aceite	12
7. MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN.....	14
8. ACCIÓN FARMACOLÓGICA	15
9. TOXICIDAD	16
10. USO TRADICIONAL	16
10.1 Dosis	17
CONCLUSIONES.....	18
RECOMENDACIONES	19
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	20

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Composición química de la torta de sachá inchi.....	10
Tabla N° 2: Análisis físico – químico del aceite de Sachá Inchi	13

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alfa-linolénico (ácido graso esencial)	10
Figura 2. Acido Linoleico (ácido graso esencial)	10
Figura 3. Acido Oleico (ácido graso no esencial).....	10
Figura 4. Gamma-Tocoferol	11
Figura 5. Delta-Tocoferol.....	11
Figura 6. Beta-Sitosterol.....	11
Figura 7. Campesterol.....	11
Figura 8. Estigmasterol	11

PRESENTACIÓN

El Proyecto **Perubiodiverso (PBD)** es financiado por la Secretaría de Estado de Economía **SECO** de la Cooperación Suiza, la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit **GTZ** de la Cooperación Alemana y las contrapartes nacionales MINCETUR, PROMPERU y MINAM. Se desarrolla en el marco del Programa Nacional de Promoción del Biocomercio del Perú - **PNPB**, cuyo objetivo general es impulsar y apoyar la generación y consolidación de los bionegocios en el Perú, basados en la biodiversidad nativa, como incentivo para su conservación, aplicando criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica. La unidad ejecutora del Proyecto es el Programa de Desarrollo Rural sostenible (PDRS) de la GTZ

A través del **PBD**, se busca fortalecer y promover cadenas de valor de bienes de comercio y servicios de biocomercio relacionados con la biodiversidad nacional y el desarrollo rural sostenible para que la población de áreas rurales seleccionadas mejore su participación económica con orientación hacia el mercado, en condiciones de equidad.

En este contexto el proyecto ha generado información de los productos priorizados: Tara, Maca, Yacón, Sacha Inchi; y Camu camu; entre los cuales se destacan: Hojas botánicas, base de datos de información técnica, información producto de los talleres y en esta oportunidad monografías, con el objetivo de suplir la necesidad existente de elaborar un documento que contenga la información sobre las cadenas priorizadas.

El siguiente documento se presenta usando un lenguaje técnico de fácil comprensión, contiene la información procedente de las Universidades de Lima Metropolitana y de las Regiones; de las Universidades extranjeras, de los Institutos de Investigación y de las bases de datos utilizadas en el medio científico, con la finalidad de brindar conocimientos básicos a lo largo de la cadena productiva, que conjuntamente con las Normas Técnicas Peruanas sobre requisitos de los productos, BPM y BPA aprobadas, por aprobarse o en proceso de publicación ofrezcan la evidencia científica lograda hasta el momento para superar las barreras de calidad que permitan a los productos de la biodiversidad nativa acceder al mercado nacional e internacional.

Agradecemos a las instituciones académicas y de investigación que apoyaron en la elaboración de este documento.

Asimismo nuestro agradecimiento a los revisores: Dr. Olga Lock (Tara & Yacón), Dr. Gustavo Gonzales (Maca), Dra. Arilmi Gorriti (Sacha Inchi) y Dr Artemio Chang (Camu Camu).

Diana Flores
MBA/ Química Farmacéutica
Consultor PBD-Perubiodiverso

SACHA INCHI

Plukenetia volúbilis L.

1. INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales han acompañado la evolución del hombre e históricamente han estado ligadas a la forma de cura ancestral. Por ese motivo forman parte de lo que ahora se conoce como medicina tradicional. La Medicina Tradicional como parte esencial de la cultura de los pueblos, ha sido durante siglos, el único sistema guardián de las generaciones pasadas donde, según el cálculo de la Organización Mundial de la Salud (OMS), casi el 80% de los habitantes de la tierra confían en ella para resolver sus principales necesidades de salud. El Perú presenta una flora variada calculada aproximadamente en 80,000 especies, ya que posee 28 climas de los 32 existentes en el planeta, y 84 de las 103 zonas de vida reconocidas en la tierra⁽¹⁾. El Perú es un país con una gran biodiversidad y potencial para desarrollar nuevas líneas productivas derivadas de su megadiversidad biológica.

Ante el interés de la OMS, por el estudio de plantas medicinales y considerando que el Perú tiene una amplia cultura en el uso tradicional de plantas, especialmente en la Amazonia Peruana, donde una especie vegetal "sacha inchi" (*Plukenetia volúbilis* Linneo.) posee semillas de las que se obtiene aceite y harina de uso frecuente en la alimentación y la medicina tradicional de las comunidades nativas de la Amazonia; cuyo uso en la alimentación se ha extendido a casi todo el País.

A nivel mundial, el mercado de los productos naturales utilizados como alimentos funcionales o nutraceuticos ha crecido significativamente, por lo que es muy necesaria la información validada para incrementar el biocomercio. El uso y el manejo racional de los recursos naturales en nuestro país, ofrece grandes oportunidades para propiciar actividades económicas de significativo impacto sobre las exportaciones, la generación de empleo y la conservación del ambiente, especialmente porque los productos de exportación provienen aproximadamente del 25% de los recursos naturales y que el uso de los mismos es de gran importancia para satisfacer las necesidades básicas de la población.

Soukup (1970), identificó al "sacha inchi" y registró la ingesta de sus hojas crudas o cocidas. En 1980, el mismo investigador identifica una nueva muestra de sacha inchi, como *Plukenetia volúbilis* L., Euphorbiaceae. El Dr. Antúnez de Mayólo (1976), en un viaje de recuperación de plantas silvestres endémicas alimenticias, halló en la provincia de San

Martín (Perú) unas semillas denominadas “sacha inchic”, “maní del monte” y/o “maní silvestre”, que eran consumidas tostadas como “maní”, o hervidas como si fuera “mote” o descascaradas, eran utilizadas cual grasa en la preparación de las viandas⁽²⁾. Posteriormente en 1993 Mostacero⁽³⁾ presentó la sistemática de la especie de acuerdo al sistema de clasificación de Adolph Engler. Esta especie fue posiblemente cultivada por los pre incas desde hace 3,000 a 5,000 años, por haberse encontrado en tumbas pre incaicas (costa peruana) huacos fitomórficos que representan al fruto; la planta de sacha inchi fue llevada al antisuyo (selva) durante el Imperio Incaico⁽⁴⁾.

Dado que los productos derivados de la semilla de sacha inchi son usados en el consumo popular y considerando la tendencia a tener una gran aceptación en mercados internacionales, es necesario disponer de la información pertinente sobre su clasificación taxonómica, descripción botánica, composición química, farmacología y usos tradicionales. En la presente monografía se desarrollarán dichos temas.

2. NOMENCLATURA BOTANICA

2.1 Especie botánica.

Plukenetia volúbilis L.

Familia botánica: Euphorbiaceae

2.2 Sinonimia botánica

Plukenetia peruviana Muell. Arg.⁽⁵⁾

2.3 Nombres comunes

Amauebe, amui-o (v. huitoto), sacha inchic, maní del monte, sacha yachi, sacha yuchi, sacha yuchiqui, yuchi(v. cashibo), sampannankii, suwaa⁽⁵⁾; sacha inchik, kechua de San Martín⁽⁶⁾

2.4 Distribución geográfica

Especies de *Plukenetia*: El género *Plukenetia* está compuesto por 19 especies. El género tiene una distribución pantropical, 12 especies se encuentran en Sudamérica y Centroamérica y las otras siete sólo en el Viejo Mundo. En Perú se reconocen, aparte de *P. volubilis*, otras tres especies de *Plukenetia*: *P. polyandena* Muell., *P. lorentensis* Ule., *P. brachybotrya* Muell⁽⁷⁾; últimamente fue identificada la *P. huayllabambana* sp. nov.⁽⁸⁾.

Manco (2006), reportó que el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA), mantiene la colección más importante de sacha inchi, en donde se mantiene y evalúan 47 accesiones de sacha inchi, de los cuales se han

seleccionado ecotipos promisorios, principalmente por su rendimiento en grano seco⁽⁹⁾.

La *Plukenetia volúbilis* tiene como hábitat, áreas de vegetación alterada o márgenes de bosques tropicales húmedos o de tierras bajas, hasta una elevación de 900 m. La especie es una liana de crecimiento rápido. La colecta en poblaciones naturales debería estar muy restringida debido al bajo número de poblaciones y a su distribución muy dispersa. La *P. volúbilis* se extiende desde las Antillas menores, Surinam y el sector noroeste de la cuenca amazónica en Venezuela y Colombia hasta Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. En el Perú se han reportado en los departamentos de Amazonas, Cusco, Junín, Loreto, Pasco, San Martín y Madre de Dios⁽⁷⁾

3. DESCRIPCIÓN BOTANICA

3.1 Material vegetal

Parte usada: Se han realizado estudios del fruto.

a) Descripción macroscópica: Planta trepadora, monoica, decidua. Las hojas son opuestas y simples; la lámina foliar es obovado-triangular, 6-13(-20) cm de largo y 4-10(-12) cm de ancho, con base truncada o cordada; el margen es crenado o finamente aserrado; en la cara adaxial se presenta una protuberancia glandular en el ápice del pecíolo. Inflorescencia racemosa, alargada, monoica (bisexual), y de 5-18 cm de largo; flores pistiladas solitarias en nudos basales, la columna estilar es parcial o totalmente connada, 15-30mm de largo, flores masculinas numerosas, subglobosas, agrupadas en nudos distales; estambres de 16-30, con filamentos conspicuos, cónicos, 0,5mm de largo.⁽⁷⁾

Fruto: cápsulas tetra o pentámeras, glabras, 2,5-6(-7) cm de diámetro. Semillas lenticulares, comprimidas lateralmente y de color marrón con manchas irregulares más oscuras, 1,5-2 x 0,7-0,8 cm.⁽⁷⁾

b) Descripción microscópica: No se ha encontrado ninguna referencia bibliográfica sobre el tema.

Cabe resaltar que la fenología y el período vegetativo del cultivo de sachá Inchi fueron estudiados por la estación experimental agraria del INIA "El Porvenir", en Tarapoto⁽⁹⁾.

4. CONSTITUYENTES QUÍMICOS:

4.1 De la semilla

4.1.1 Proteínas

Contiene albúmina una proteína de almacenamiento, soluble en agua. Esta proteína representa el 25% del peso de la harina de la semilla desengrasada, que representa el 31% de él total de proteína de la semilla. La albúmina es una proteína compuesta de dos polipéptidos glicosilados, con pesos moleculares estimados de 32,800 y 34,800 Dalton (Da) respectivamente⁽¹⁰⁾. La albúmina de la semilla, es altamente digestible, y contiene todos los aminoácidos esenciales., cuando se compara con los patrones de recomendación para adultos y niños ≥ 1 año⁽¹¹⁾. Contiene todos los aminoácidos esenciales⁽¹⁰⁾: isoleucina, Leucina, lisina, metionina, cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina, triptófano, Valina.

4.1.2 Minerales

Para evidenciar su potencial nutricional, se evaluó la composición de minerales en 9 ecotipos de la semilla de sachá Inchi, hallándose una gran variabilidad en la concentración de minerales, destacando el ecotipo 5; perteneciente a la muestra colectada en la Región San Martín ⁽¹²⁾. 100 g de las semillas del ecotipo 5 contienen: cinc (15.95 mg) y magnesio (340.15 mg); sobrepasa la ingesta recomendada (RDI) de cinc (11mg para hombres y 8 mg para mujeres) y magnesio (300-400 mg)⁽¹¹⁾. Asimismo, 100g de estas semillas aportan 0.95 mg de cobre^(11,12) cantidad que cubre el requerimiento estimado de cobre (EAR= 0.9 mg) para adultos, también, se hallaron otros minerales como: sodio (83.35 mg), potasio (863.65 mg), calcio (95.14 mg), hierro (4.61 mg) y manganeso (0.83 mg)⁽¹²⁾.

4.1.3 Fibra

En un estudio se reportó que, 100 g de almendras de sachá inchi contiene 11.30% de fibra cruda en base húmeda y 12.07% en base seca⁽¹³⁾.

4.1.4 Otros compuestos Fitoquímicos

Hallados en la semilla fueron: saponinas, cumarinas y alcaloides ⁽¹⁴⁾.

4.2 De la Torta:

En la tabla N° 1, se muestra la composición de la torta de sachá inchi⁽¹³⁾.

Tabla N° 1: Composición química de la torta de sachá inchi

Componente	Base húmeda(%)	Base seca (%)
Humedad	0.695	0.0
Proteína total	58.7197	59.1307
Grasa cruda	6.8823	6.9305
Fibra cruda	17.1826	17.3029
Ceniza	8.6599	8.7205
Carbohidratos	7.8605	7.9155
TOTAL	100.00	100.00

Fuente: Pascual & Mejía, 2000.

4.3 Del aceite:

4.3.1 Ácidos grasos:

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 151.400:2009) para el aceite extraído de la semilla de sachá inchi del género *Plukenetia*⁽¹⁵⁾, el perfil de ácidos grasos del aceite de *Plukenetia volúbilis* L., debe contener como mínimo 8.9 % de ácido graso oleico, 32.1 % de ácido graso linoleico y 44.7 % de ácido graso linoléico. (figura 1,2 y 3).

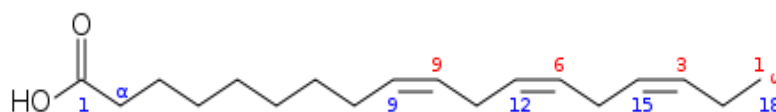


Figura 1. Alfa-linolénico (ácido graso esencial)

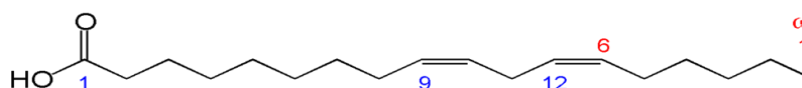


Figura 2. Acido Linoleico (ácido graso esencial)

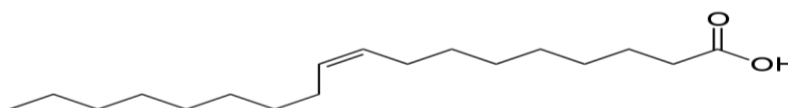


Figura 3. Acido Oleico (ácido graso no esencial)

4.3.2 Tocoferoles:

Son vitaminas con capacidad antioxidante. Según la Norma Técnica Peruana (NTP 151.400:2009) el aceite extraído de la semilla de sachá inchi del género

Plukenetia debe contener como mínimo 1900 mg/kg de gamma y delta-tocoferol (figuras 4,5).

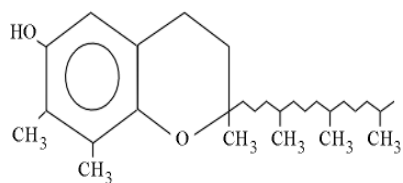


Figura 4. Gamma-Tocoferol

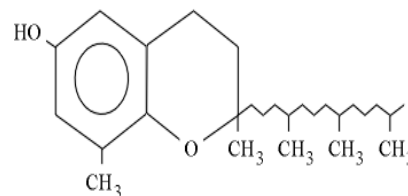


Figura 5. Delta-Tocoferol

4.3.3 Fitoesteroles

Son esteroides vegetales, el aceite de sacha inchi contiene 247.2 mg/100g, siendo los componentes mayoritarios: sitosterol, estigmasterol y el campesterol⁽¹⁶⁾. (figura 6,7 y 8)

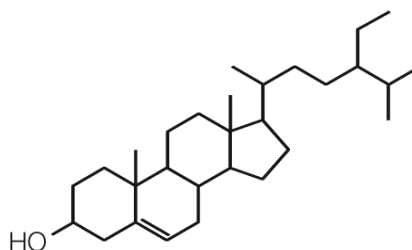


Figura 6. Beta-Sitosterol

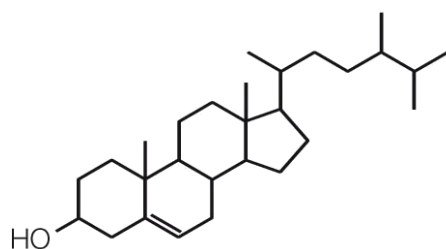


Figura 7. Campesterol

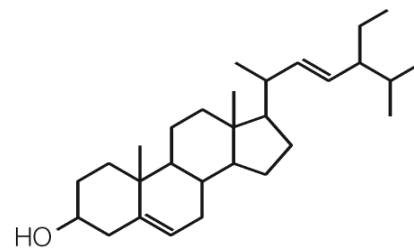


Figura 8. Estigmasterol

4.3.4 Tocotrienoles

Otro antioxidante encontrado en el aceite de sacha inchi es el delta tocotrienol (δ - T3) en cantidades de 14 mg/100g y 17 mg/100g en muestras de aceite

extraídas por CO₂ supercrítico a 300 bar/60°C y a 400 bar/60°C respectivamente⁽¹⁷⁾; en otros estudios no se detectó tocotrienoles^(16,18).

4.3.5 Carotenos, fenoles y estanoles

De acuerdo a los estudios presentados por el proyecto N° 905 como insumos para el desarrollo de la Región Loreto y reportados en Bioprocessing Solutions-POS Pilot Plant (4/15/09)⁽¹⁹⁾, el IMET de EsSalud, determinó carotenos (< 10 ppm), fenoles (0.96 mg/100g) y estanoles libres (< 0.5 mg/g) en el aceite de sacha inchi extraído de semillas de la Región Loreto.

Con una dieta occidental la cantidad absorbida de estanoles a nivel intestinal es baja; menor al 0,5% a partir de la ingesta de 20 a 50 mg de estanoles vegetales aproximadamente.

5. PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS

5.1 Del aceite

Las propiedades organolépticas según la Norma Técnica Peruana (NTP 151.400:2009) son⁽¹⁵⁾

- Color: característico del producto designado.
- Olor y sabor: característicos del producto designado, deberá estar exento de olores y sabores extraños o rancios.

6. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO

6.1 Del aceite

En la tabla N° 2, se muestra el resultado del análisis físico-químico del aceite crudo de sacha inchi, estas semillas procedieron del cultivo de la estación experimental del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria del Perú (INIA), Pucallpa⁽¹³⁾.

Tabla N° 2: Análisis físico – químico del aceite de Sacha Inchi

Constantes	Métodos	Aceite crudo
Peso específico (g/cc) a 15°C	---	0.9290852
Color (U. Rojo Iovibond)	AOCS-94 Td 2a-64	2.86783
Índice de refracción a 25°C	AOAC-90 921-08-c	1.480125
Viscosidad a 37°C (centistokes)	AOCS-94 Tq 1a-64	44.7795
Índice de yodo (g de I/100g grasa)	AOAC-90 920-159	189
Índice de peróxido (meq. Oxígeno activo / 1000g grasa)	AOAC-10 965-33	4.139
M. insaponificable (g insaponificables / 100g grasa)	AOAC-90 933-08	0.242
I. de saponificación (mg KOH/g grasa)	AOAC-90 920-160	229.583
Índice de acidez (mg KOH/g grasa)	AOCS-94 Cd 3a-63	1.277
Ceniza (%)	---	0.241
Humedad (%)	AOAC-90 965-33	0.024

Fuente: Pascual & Mejía, 2000.

Si analizamos los datos de la tabla N° 2, según la Norma Técnica Peruana (NTP 151.400:2009) para el aceite extraído de la semilla de sachá inchi del género *Plukenetia*, observamos que el peso específico o densidad está dentro del rango 0.926 – 0.931, aunque estos valores se obtuvieron a 25 °C. También cumple con los rangos establecidos para el índice de refracción a 25 °C (1.478 – 1.481) y el índice de yodo (183 -199); pero sobrepasa los valores establecidos para el índice de saponificación (192 – 196). Además, la tabla N°2, presenta valores inferiores al valor máximo aceptable para la materia insaponificable (0.36%) y el índice de peróxido (10 meq/kg aceite). La Norma también establece que cuando la acidez libre, expresada en ácido oleico, es como máximo de 1 g/ 100 g, se le cataloga como aceite extravirgen y cuando la acidez libre es como máximo de 2 g/ 100g, es un aceite virgen. Otros requisitos de calidad son la humedad y materia volátiles e impurezas insolubles, los cuales no deben exceder de 0.14 % y 0.02 % respectivamente.

El índice de yodo está en relación directa con el grado de instauración de un aceite, en este caso es bien conocido que el aceite de sachá inchi contiene una alta cantidad de ácidos grasos insaturados. Por otro lado, el índice de peróxido es de gran importancia y de interés práctico para el reconocimiento del comienzo y progreso de la descomposición autooxidativa y con ello, las posibilidades de tratamiento y predecir la capacidad de conservación o estabilidad de las grasas ⁽¹³⁾.

7. MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN

Los métodos utilizados hasta el momento para las determinaciones efectuadas han sido adaptados a la muestra pero aún no son validados.

El rendimiento total del aceite extraído de las semillas ha sido determinado por los investigadores mediante diversos métodos: método de Soxhlet (rinde 54.3%), el método de CO₂ Supercrítico (rinde 50.1%, pero a 60°C y 400 bar), el método de Prensado en frío (rinde 38.4%)⁽¹⁷⁾. También se reportó otro método de extracción, que consistió en aplicar tratamiento térmico a las semillas, previo a la presión logrando un rendimiento de 51.4% en base húmeda ⁽¹³⁾.

Con el fin de determinar el perfil de ácidos grasos en el aceite: Un estudio utilizó cromatografía de gases, según metodología planteada por Harman & Lago 1973⁽¹²⁾, mientras que otro estudio utilizó cromatografía de gas: ISO 5508:1990⁽¹⁶⁾.

Para determinar el alfa-tocoferol se usaron: método de Cortesi y Rovellini por HPLC reversa⁽¹⁶⁾, modificación del método de Castlé y Cookel (1985)⁽²⁰⁾, AACC: Método 86-06. 10th Edición 2000. Vitamina E en alimentos por HPLC⁽²¹⁾. Para la determinación de el gamma y delta-tocoferol se usó AOCs método Ce8-89⁽¹⁷⁾. Además el método NGD C71-1989 y NGD C72-1989⁽¹⁶⁾ fue utilizado para determinar esteroides en el aceite.

La proteína y aminoácidos en la semilla; albúmina y proteína soluble, fueron determinados de acuerdo al método de Lowry et al., usando albúmina de suero bovino como proteína estándar. Para la composición de aminoácidos, la electroforesis del gel de poliacrilamida fue hecho de acuerdo al método de Fling y Gregerson. La secuencia de aminoácidos N-terminal fue determinada usando un Biosistema aplicado para secuenciar aminoácidos⁽¹⁰⁾.

El análisis de minerales se determinó por el método de espectrofotometría de absorción atómica⁽²²⁾ Asimismo fueron encontrados otros compuestos fitoquímicos en la semilla, mediante la determinación cualitativa ⁽¹⁴⁾.

Saponinas: positiva a la reacción de Salkowsky y reacción de Liebermann-Buchard.

Cumarinas: se determinó cumarina fija.

Alcaloides: la prueba fue positiva a los reactivos de: Dragendorff, Mayer, Wagner y Sonneschein

8. ACCIÓN FARMACOLÓGICA

Los ácidos grasos poliinsaturados (omega 3 y omega 6), llamados también ácidos grasos esenciales, desempeñan un papel fundamental en el organismo humano. El ácido graso poliinsaturado omega 6 (linoleico), sirve como un precursor de eicosanoides. Una carencia de este ácido graso en la dieta se caracteriza por piel áspera y escamosa, dermatitis, y una elevada proporción de ácido eicosatrienoico/ácido araquidónico. La AI (ingesta adecuada) para ácido linoleico es 17 g/d para hombres jóvenes y 12 g/d para mujeres jóvenes⁽²³⁾.

El ácido graso poliinsaturado omega-3(alfa-linolénico), juega un rol importante en los lípidos estructurales de las membranas celulares, particularmente en el tejido nervioso y en la retina de los ojos. También son precursores para eicosanoides. Una carencia de ácido alfa-linolénico en la dieta, puede resultar en síntomas clínicos de deficiencia (ejemplo, la dermatitis escamosa). La AI para este ácido es 1.6 y 1.1 g/d para hombres y mujeres respectivamente⁽²³⁾.

Actualmente, se conoce que altos niveles de ácido graso poliinsaturados y alfa-linolénico no son suficientes para asegurar el mantenimiento de una buena salud; investigaciones actuales dan mayor importancia al balance entre ácido linoleico(AL) y ácido alfa-linolénico(ALA). Sin embargo no existe un valor óptimo porque puede variar con la condición del individuo⁽²⁴⁾.

El alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados en el aceite de sacha inchi^(12,13,16,17,20) podría incrementar su susceptibilidad a la peroxidación⁽¹⁷⁾. Sin embargo estudios han mostrado que el aceite de sacha inchi no refinado almacenado en condiciones adecuadas es bastante estable; indicando que podría deberse a la presencia de alfa-tocoferol y caroteno⁽²⁰⁾. Estudios recientes no han reportado la presencia de esta última molécula, pero demostraron alto contenido de gamma y delta-tocoferol⁽¹⁷⁾ y moderadas cantidades de alfa-tocoferol^(16,21) las cuales podrían ser los responsables del incremento de la resistencia contra la oxidación del aceite de sacha inchi. Se ha demostrado también que los isómeros gamma y delta-tocoferol son más estables frente al proceso oxidativo⁽²⁵⁾ y asimismo actúan como antioxidantes activos en lípidos⁽²⁶⁾.

Con respecto a los fitoesteroles, la actividad farmacológica más importante es la hipolipemiente, actúan inhibiendo la absorción tanto del colesterol de la dieta como el endógeno. Se calcula que una cantidad mínima de 1.5-3 g/día puede disminuir cerca del 50% de la absorción del colesterol intestinal, consiguiendo un descenso del LDL - colesterol cercano al 10-15%⁽²⁷⁾.

Se realizó una investigación para determinar la relación entre la ingesta de sachá inchi con el aumento del número de neuronas granulares normales en el dentate gyrus de ratas Holtzman jóvenes desnutridas durante el período de recuperación. El estado de desnutrición aguda se logró mediante la administración de una dieta hipoproteica con 2% de caseína (n=24) por 17 días. El daño neurológico fue evaluado a través del conteo de neuronas necróticas. Luego, se formaron 3 grupos (n=5), que recibieron una dieta isocalórica con 0%, 3% y 6% de lípido de sachá inchi por 17 días. Al finalizar, los encéfalos fueron extraídos y se procedió al conteo neuronal a través del programa JMicrovisión 1.2.6. Los resultados mostraron que las ratas que recibieron dietas con sachá inchi no presentaron un mayor número de neuronas granulares normales en los 17 días de este ensayo⁽²⁸⁾.

Además, mediante estudios farmacológicos realizados por el Instituto de medicina tradicional – IMET, del Seguro de Salud, utilizando muestras de aceite de sachá inchi con un contenido de: 48,3% de alfa- linoléico, 33,8% de linoleico, 9,7% de oleico y 26mg/100g de acetato de alfa-tocoferol; el aceite de sachá Inchi tiene efecto inmunoestimulante, gastroprotector, antioxidante e hipocolesterolémico⁽²⁹⁾

Huamán et al⁽³⁰⁾, realizó un estudio cuyo objetivo fue determinar el efecto de la ingesta de la semilla tostada de sachá inchi sobre la trigliceridemia posprandial en adultos jóvenes. A 12 estudiantes de medicina seleccionados al azar se les aplicó la prueba de tolerancia a triglicéridos, en dos fases: la primera, después de la ingesta de 82 g de aceite de oliva y, en la segunda, adicionado 50g de semilla de sachá inchi. Los resultados fueron: La primera fase, los triglicéridos basales fueron 99,67 mg/dL, en promedio y luego se incrementaron en promedio 32 a la 1 ½ h, 74 a las 3 h, 89 a las 4 ½ h, y 54 a las 6h. En la segunda fase el promedio basal fue 100,92mg/dL incrementándose 15 a la 1 ½ h, 52 a las 3h, 40 a las 4 ½ h y 43 a las 6h, en promedio, siendo significativa la reducción a la 1 ½ h y a las 4 ½ h. en conclusión el consumo de las semillas tostadas de sachá inchi, disminuye la trigliceridemia posprandial en adultos jóvenes.

9. TOXICIDAD

Los estudios están en desarrollo.

10. USO TRADICIONAL

Los adultos mayores de las comunidades Mayorunas, Chayuhuitas, Campas, Huitotas, Shipibas, Yaguas y Boras, mezclan el aceite de *Plukenetia volubilis* con harina de esta misma almendra y preparan una crema para revitalizar y rejuvenecer la piel⁽⁴⁾. También es utilizado por sus propiedades cicatrizantes⁽⁵⁾. En un encuentro de investigadores de

productos naturales realizados en Canadá, un representante de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú; refirió del uso tradicional como rejuvenecedor de la piel⁽³¹⁾. Los indígenas Secoyas, Candoshis, Amueshas, Cashibos, Dapanahuas y Boras, consumen las semillas tostadas de *Plukenetia volubilis* para recuperar fuerzas y como reconstituyente para el trabajo y con el aceite frotan sus cuerpos para curar dolores musculares y reumáticos⁽⁴⁾

Las sociedades indígenas; Sharanahua, Ameshua, Amahuaca, Aguaruna, Arabela, Chayahuita, Yagua, Shipibo, Huitoto, Murui, Campa del gran pajonal, Machiguenga, Asháninca campá, Mayoruna, Arabela, Quechua de San Martín, Quechua del Tigre, etc, extraen, artesanalmente, aceite de *Plukenetia volubilis* para uso alimentario, para combustible y también elaboran harina de la “torta”. Los Yaguas, Cocamas, Shipibos y Cayahuitas consumen hojas tiernas de *Plukenetia volubilis*, en forma de ensaladas como parte de su dieta⁽⁴⁾.

10.1 Dosis

Los estudios están en desarrollo, pero basados en recomendaciones nutricionales⁽²³⁾, y recomendaciones de la Asociación Americana del Corazón (AHA)⁽³²⁾, sobre el alfa-linolénico y considerando el contenido de alfa-linolénico en el aceite sacha inchi, se puede deducir una dosis diaria de 1 cucharadita (5 ml) en adultos sanos y 1 cucharada (10 ml) en personas en riesgo de enfermedad cardíaca coronaria.

CONCLUSIONES

Los resultados de los estudios relacionados con el impacto de la calidad de la grasa dietética sobre el riesgo de enfermedades cardiovasculares, apoyan la idea de que más que reducir la grasa total de la dieta lo más adecuado para la salud cardiovascular (y la salud en general) es sustituir la grasa saturada y trans (hidrogenada) por grasa poliinsaturada balanceada, y condicionada a un buen aporte de omega-3. Es importante señalar que para aprovechar mejor los beneficios del omega-3 alfa- linolénico, se aconseja disminuir el exceso de grasas omega-6, grasas trans, grasa saturada, el ácido graso oleico (abunda en el aceite de oliva) y el colesterol dietético por que interfieren la conversión del alfa-linolénico a EPA, y DHA.

El aceite de sacha inchi, es una fuente de ácidos grasos esenciales y tiene una proporción balanceada casi ideal de omega-6/omega-3 = 0.7-1/1 compatible con los requerimientos del hombre. Se conoce que la ingesta adecuada (AI) recomendada de los ácidos grasos esenciales para el alfa-linolénico es 1,6 g/d en hombres adultos sanos y 1.1 g/d en mujeres adultas sanas⁽²³⁾. En personas en riesgo de enfermedad cardíaca coronaria, la Asociación Americana del Corazón (AHA) recomienda de 1.5 a 3 g de alfa-linolénico diariamente⁽³²⁾.

RECOMENDACIONES

La semilla de sachá inchi, es fuente de proteínas (100 g de la harina de la semilla desengrasada proporciona 25g de proteína), se recomienda para niños ≥ 1 y adultos. Esta harina se puede usar en panes, galletas u otros productos para combatir la desnutrición. También se propone como un posible sustituto a la torta de soya, en el área avícola y pecuaria. Otra razón para ingerir las semillas es su bajo contenido en sodio y su contenido de zinc, magnesio y cobre.

Adicionalmente, se puede aprovechar la fibra procedente de la semilla por lo tanto se recomienda ampliar los estudios sobre el porcentaje de fibra soluble o insoluble y establecer cuanto de fibra dietética tiene esta semilla. También se recomienda profundizar la identificación de metabolitos secundarios.

Con la finalidad de extraer la mayor cantidad de aceite, sin restos de sustancias tóxicas y sin pérdida de nutrientes, se recomienda los métodos del prensado en frío y el CO₂ supercrítico.

Se recomienda ampliar estudios sobre la semilla de sachá inchi del ecotipo 5 (Región San Martín) por su contenido de minerales. También se recomienda ampliar los estudios de las semillas de los ecotipos 2 (Loreto) y 4 (San Martín), debido a que se reportó alto contenido de sodio⁽¹²⁾. Asimismo se recomienda realizar estudios para conocer el contenido de gluten de las proteínas del sachá inchi.

Es necesario incentivar la investigación en el campo de los estudios toxicológicos del aceite de sachá inchi tanto en animales como en humanos.

Asimismo se recomienda cumplir con los requisitos de calidad e inocuidad para el aceite, según la Norma Técnica Peruana (NTP 151.400:2009) para el aceite extraído de la semilla de Sachá inchi del género *Plukenetia*⁽¹⁾

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Villar M, Villavicencio O. Manual de Fitoterapia. Lima: EsSalud - Organización Panamericana de la Salud. 2001: 7,9.
2. Antúnez de Mayólo S. Amui-o: sumo entre semillas oleo-proteicas. Boletín de Lima. 1981; (11): 11-15.
3. Mostacero L, Mejía C. Taxonomía de fanerógamas peruanas. Trujillo: CONCYTEC, 1993: 219.
4. Correo J, Yesid H. Secretaria Ejecutiva del Convenio Andrés Bello- SECAB; Ministerio de Educación y Ciencia de España. Corporación Andina de Fomento-CAE. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello: *Plukenetia volubilis*. T- VII, 582, Colombia. 1998.
5. Brack A. Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. Cuzco: Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las Casas". 1999: 400.
6. Doherty Vonah J., et al. Diccionario del quechua de San Martín, 2007. p. 318.
7. Dostert N, Roque J, Brokamp G, Cano A, La Torre M, et al. Datos botánicos de sachá inchi. Lima: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH: Programa Desarrollo Rural Sostenible-PDRS. 2009: 3-5.
8. Bussman R, Téllez C y Glenn A. *Plukenetia* Huayllabambana sp. nov. (Euphorbiaceae) from the upper Amazon of Perú. Nordic Journal of Botanic. 2009; 27:313 - 315.
9. Manco E. Cultivo de Sachá inchi. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria(INIEA). San Martín. 2006: 2-3.
10. Sathe S, Hamaker B, Sze-Tao K, 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): 4906-4908.
11. Hernández M. Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización. Rev Cubana Invest Biomed. 2004; 23(4):266-92.

12. Merino C. Caracterización de ácidos grasos y aminoácidos de diez ecotipos de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha Inchi) de los departamentos de Loreto, San Martín y Amazonas. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana – UNAP, Facultad de Industrias Alimentarias. 2009.
13. Pascual G, Mejía M. Extracción y caracterización de aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Anales Científicos UNALM. 2000; 42: 146-160.
14. Pariona N. Obtención de ácidos grasos del aceite de la *Plukenetia volubilis* L. “sacha inchi” para la utilización en la industria y estudio fitoquímico cualitativo de la almendra. Tesis para obtener el título profesional de Químico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM, Facultad de Química e Ingeniería Química. 2008.
15. 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.
16. 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): 120-123.
17. Follegatti-Romero L; Piantino C; Grimaldi R; Cabral F. Supercritical CO₂ extraction of Omega-3 rich Oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. The Journal of Supercritical Fluids. 2009; 49 (3): 323-329..
18. Instituto de Medicina Tradicional-IMET. POS Pilot Plant Corp. Canada. Bioprocessing solutions: Analytical report to tocotrienols. Sample description: brand name: Nutraceute Omega 3 De IMET, common name: Aceite de Sacha inchi, scientific name: *Plukenetia volubilis* L. Project N° 905. Report date: 7/06/09. Lab Group ID: 090619105918. Lab Number: AA21118.
19. Instituto de Medicina Tradicional-IMET. POS Pilot Plant Corp. Canada. Bioprocessing solutions: Analytical report to carotenes profile, stanols (free), total phenols. Sample description: brand name: Nutraceute Omega 3 De IMET , common name: Aceite de Sacha inchi, scientific name: *Plukenetia volubilis* L. Project N° 905. Report date: 4/15/09. Lab Group ID: 090324094440. Lab Number: AA19520.

20. Hamaker B, Vafles C, Gilman R, Hardmeier R, Clark D, et al. Amino Acid and Fatty Acid Profiles of the Inca Peanut (*Plukenetia volubilis*). *Cereal Chem.* 1992; 69(4): 461-463.
21. Seguro Social de Salud - EsSalud. CERPER. Ensayo: Vitamina E. Nombre del producto: Nutraceute Omega3 de IMET[®]. Reporte de ensayo N° 3-11709/08 S. 2008.
22. Osborne D, Vgogt P. Análisis de los nutrientes de los alimentos. Zaragoza: Acribia S. A. 1986; p. 258.
23. A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary fats: total fat and fatty acids In: Food and Nutrition Board. National Academy of Sciences editors. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients). Washington: The National Academies Press. 2005; p. 422-541.
24. Simopoulos A. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomedicine & Pharmacotherapy.* 2006; 60:502-507.
25. Sayago A, Marín M, Aparicio R, Morales M. Vitamina E y aceites vegetales. *Grasa y Aceites.* 2007; 58(1): 74-86.
26. Schmidt S, Pokorny J. Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids-a review. *Czech J Food Sci.* 2005; 23: 93-102.
27. Silveira M, Monereo S, Molina B. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos?. *Rev Esp Salud Pública.* 2003; 77(3): 317-331.
28. Carrera L, Meléndez M, Chumpitaz A, León J, Rosales M. Efecto de la *Plukenetia volubilis* en la recuperación neuronal del dentate gyrus de ratas Holtzman desnutridas. *An Fac Med.* 2008; 69(Supl 1): S41.
29. EsSalud. Nutraceute Omega 3 de IMET[®]: Alimento funcional. *Bol Med Complem.* 2009; 1(7): 1-4.

30. Huamán J, Chávez K, Castañeda E, Carranza S, Chávez T, et al. Efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo (sacha inchi) en la trigliceridemia posprandial. An Fac med. 2008; 69(4): 263-6
31. Muhammad Nabeel Ghayur. Meeting Report. Science across borders: 5th annual natural health product research conference – march 26 – 29, 2008, Toronto, Canada. eCAM. 2008: 1-5.
32. Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ, for the AHA Nutrition Committee. Omega-3 Fatty acids and Cardiovascular Disease: New Recommendations from the American Heart Association. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2003; 23:151-152.