

Efecto de la ingesta de *Plukenetia volubilis* Linneo, Sacha inchi sobre la lipidemia en adultos

AN Dr. Juan Jorge Huamán Saavedra

Resumen

Introducción: La obesidad y el síndrome metabólico tienen alta frecuencia en la población y se acompañan de dislipidemia. La *Plukenetia volubilis* Linneo, Sacha inchi es una fuente importante de omega 3.

Objetivo: Revisar los estudios sobre la composición, el efecto de *Plukenetia volubilis* Linneo, Sacha inchi, en los lípidos sanguíneos y la lipidemia postprandial, su toxicidad y su mecanismo de acción.

Metodología: Revisar el aporte de la Facultad de Medicina de la UNT, y la literatura nacional e internacional con fuentes como Pubmed, Science direct, Google académico, sobre el Sacha inchi.

Resultados: el Sacha inchi es una fuente vegetal muy importante de ALA (omega 3). Se han reportado los aportes de la medicina UNT a su estudio en la disminución de la hipertrigliceridemia postprandial, lipemia en ratas y en personas aparentemente sanas. Asimismo, se refieren estudios nacionales e internacionales sobre su composición, efecto hipolipemiante, ausencia de toxicidad y propuesta de futuras investigaciones.

Conclusión: *Plukenetia volubilis* Linneo, Sacha inchi por su riqueza en omega 3 es un buen sustituto del omega 3 de pescado. Por su efecto hipolipemiante debe ser considerado como alternativa o suplemento en el tratamiento de la hiperlipidemia.

Introducción

En el mundo y el Perú no es la excepción, se presenta un incremento de la frecuencia de obesidad, dislipidemias y síndrome metabólicos que se asocian al mayor riesgo cardiovascular y de diabetes. Desde 1975, la obesidad casi se ha triplicado en todo el mundo. En 2016, más de 1,900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos. En 2016, el 39% de las personas adultas de 18 o más años tenían sobrepeso, y el 13% eran obesas. La mayoría de la población mundial vive en países donde el sobrepeso y la obesidad se cobran más vidas de personas que la insuficiencia ponderal. En 2016, 41 millones de niños menores de cinco años tenían sobrepeso o eran obesos. En 2016 había más de 340 millones de niños y adolescentes (de 5 a 19 años) con sobrepeso u obesidad ^{1,2}

En el Perú, según ENDES 2017, 36,9% de las personas de 15 y más años presentan sobrepeso, con un incremento en 1.4 puntos porcentuales respecto al año 2016. El 37,5% de los hombres y el 36,3% de las mujeres tenían sobrepeso ³. La Costa es la más afectada con 39,3%, luego la Selva con 35,2% y la Sierra con 33,7%. Asimismo, el 21,0% de las personas de 15 y más años sufren de obesidad, número superior al 2016 cuya prevalencia fue de 18,3%, afectando el 24,7% y el 17,2% de los hombres. Según área de residencia, en el área urbana el 23,6% padece de obesidad, en la rural el 11, %. En Trujillo se ha reportado que el

sobrepeso alcanza el 43.26 % y la obesidad 13.48 % en la población total; de varones el 52.73 y 16; en mujeres, 34 % y 11 % respectivamente ⁴. La obesidad central la expresión más aterogénica también tiene una gran prevalencia.

La dislipidemia sea como hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia, solas o combinadas y HDL disminuido aislado o asociado a ambas ha alcanzado frecuencias muy altas en el país ^{5,6} y en Trujillo ⁷. El síndrome metabólico asociación de 3 de 5 factores de riesgo⁸ que incluye obesidad central, aumento de la presión arterial, alteración de la glicemia basal, aumento de triglicéridos y HDL disminuido duplica el riesgo de tener enfermedad cardiovascular en los próximos 5 a 10 años y quintuplica el de diabetes mellitus. La prevalencia de SM (ATP III) fluctúa entre 10% y 45%. Es más prevalente en mujeres, adultos mayores y en aquellos que viven en zonas urbanas y en altitudes bajas en el país ^{5,9}

En Trujillo, alrededor del 16.1% ¹⁰. La diabetes alcanza el 7% de la población y cada vez hay más casos de presentación temprana. La alteración de la glicemia basal 22 % ¹¹. En una revisión sistemática se señala que la prevalencia de diabetes ha aumentado y se registran aproximadamente dos casos nuevos por cada cien personas al año¹². La alteración de la glicemia basal tiene una frecuencia de 12.64 % en Trujillo¹³.

El enfoque terapéutico pasa primero por el cambio de estilo de vida: ejercicio, dieta antiaterogénica rica en frutas y verduras, con menos grasas saturadas, control de peso. Las medidas farmacológicas incluyen el uso de las estatinas ^{8,14} para la disminución del colesterol y LDL los fibratos para la hipertrigliceridemia, el ezetimibe para disminuir la absorción del colesterol, el ácido nicotínico para aumentar el HDL. Para la diabetes el tratamiento incluye insulina, hipoglicemiantes orales, inhibidores de la absorción de la glucosa¹⁵. Sin embargo, las medicaciones tienen problemas de costos, efectos secundarios y aceptación de la población, que busca una solución natural, a su alcance y con menos efectos tóxicos.

La medicina tradicional o complementaria, como también se le llama, tiene siglos de aplicación en el Perú, en

Latinoamérica y en todo el mundo, hace uso de plantas denominadas medicinales y alimentos funcionales que las comunidades emplean para el tratamiento de la diabetes y disminuir las grasas sanguíneas y mejorar la salud. En el Perú existe una cultura milenaria de empleo de plantas medicinales en la Amazonía, región andina y costa norte; de hecho, Bussman refiere que en el norte del país existen alrededor de 500 plantas medicinales¹⁶. Los pueblos indígenas, y principalmente aquellos originarios del Perú, poseen un enorme bagaje de conocimientos sobre plantas medicinales. "Este conocimiento ha sido transmitido a través de varias generaciones; es por ello que el estudio de estas plantas se convierte en una necesidad orientada a salvaguardar y proteger esos saberes tradicionales"¹⁷

Se estima que hay como 1,400 especies de plantas corrientemente usadas en la medicina tradicional peruana; sin embargo, sólo algunas tienen investigación científica¹⁸. La investigación científica identifica las plantas medicinales y alimentos funcionales, sus usos tradicionales, los confirma de manera científica, así como los principios activos responsables de sus efectos estableciendo las dosis adecuadas, estudiando y evitando los efectos tóxicos probables. La facultad de medicina de la Universidad Nacional de Trujillo viene realizando desde hace algunos años investigaciones sobre plantas y alimentos funcionales hipoglicemiantes, hipolipemiantes o con ambos efectos que han dado lugar a varias publicaciones, comunicaciones a congresos científicos. Entre ellos el estudio de los efectos hipolipemiantes del Sacha inchi o *Plukenetia volubilis* Linneo. El interés por esta planta ha traspasado las fronteras en el ámbito comercial y científico con publicaciones en varias partes del mundo. De hecho, las exportaciones del Sacha inchi se han multiplicado en los últimos años.

Objetivo: Revisar los estudios sobre Sacha inchi hechos en Trujillo, en el Perú y en otros países sobre su composición, efectos hipolipidémicos, dosis, mecanismos de acción y probable toxicidad.

Metodología: Se hace revisión de las publicaciones sobre Sacha inchi, tanto de la facultad de medicina UNT y de otras instituciones en revistas indexadas, en Science Direct, Pub med y Google académico de 2000 a 2019. Sacha inchi: *Plukenetia volubilis* Linneo.

Distribución, crecimiento, ubicación taxonómica

El Sacha inchi es una planta nativa de la Amazonía Peruana descrita por primera vez, como especie, en el año 1753 por el Naturalista Linneo; de ahí su nombre científico *Plukenetia volubilis* Linneo. El orden a que pertenece (Euphorbiceae) está distribuido en todo el mundo abarcando alrededor de 280 géneros con 8,000 especies. El género *Plukenetia* está integrado por 19 especies, tiene una distribución pantropical, hallándose 12 especies en Sudamérica y Centroamérica como *P. brachybotrya*, *P. polyadenia*, *P. lorentensis*, y *P. huayllabambana*, y las restantes en el viejo mundo, pudiendo existir otras especies actualmente no conocidas. En América, la presencia de Sacha inchi se da principalmente en Perú, Bolivia, Antillas Menores, Surinam, Venezuela, Colombia, Ecuador y Brasil, sitios que cumplen sus exigencias óptimas de crecimiento, que incluyen una altitud entre 30 y 2,000 m.s.n.m., clima tropical o sub-tropical, con temperaturas de 10 a 26°C y una humedad relativa del 78%¹⁹. En el Perú se le encuentra en estado silvestre en diversos lugares de San Martín, Ucayali, Huánuco, Amazonas, Madre de Dios y Loreto. Conocido como “maní del monte”, “sacha maní” o “maní del inca”. Su nombre de maní de los incas o, en inglés, inca peanut, responde a las evidencias que muestran que fue cultivada por los incas y preincas, hace más de 3,000 años²⁰.

El fruto de 3 a 5 cm tiene forma de una estrella cuyo color al madurar cambia de verde a marrón oscuro, en su interior contiene las semillas de 1 a 2 cm marrón (Fig 1)

Composición del Sacha inchi

La semilla de Sacha inchi, presenta alrededor de 48-50% de aceite y 27-28% de proteínas altamente digeribles y ricas en aminoácidos esenciales, excepto leucina y lisina. El aceite obtenido de su semilla está compuesto en su mayor parte por ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) que incluyen 42-48% de ácido linolénico (ALA) un omega 3 y 32-37% de ácido linoleico (LA) UN OMEGA 6, con 12 % de monoinsaturados (MUFA). Aun cuando se establecieron diferencias al comparar la composición química de las semillas de diferentes especies, en todas ellas fue apreciable un importante contenido de ALA y una baja relación w-6/w-3²⁰⁻²⁶. El aceite de Sacha inchi supone una fuente de precursores de Omega 3 (con una adecuada combinación de Omega 6 y de Omega 9) de origen vegetal y orgánico que permite al ser humano metabolizar

su propio Omega 3 y lo convierte en un producto muy superior para la salud en relación a otros aceites.

Tabla 1. Composición de ácidos grasos del aceite de Sacha inchi²¹

Ácido Graso	%
Palmítico C 16:0	3.65
Esteárico C 18:0	2.54
Oleico omega 9 C 18:1 w9	8.4
Linoleico omega 6 C 18:2 w6	36.8
Alfa Linolénico omega 3 C 18:3 w3	48.61
Total Saturados	6.19
Total Insaturados	93.81
ANTIOXIDANTES	
Vitamina A	681 ug
Vitamina E	17 mg/100gr



El Sacha inchi contiene antioxidantes como tocoferol de 78.6 a 137.0 mg/100 g de semilla, en el aceite de 239 a 279 mg/100 ml, carotenoides de 0.07 a 0.09 mg de equivalente de betacarotenos por 100 de semilla. Tiene fitosteroles de 73.5 a 89 mg/100 g de semilla, siendo el principal el Sitosterol (45.2–53.3 mg/100 g de semilla), stigmasterol (21.2–26.9 mg/100 g de semilla) y campesterol (7.1–8.8 mg/100 g de semilla). El contenido de polifenoles en los cultivos varía de 64 a 88 mg/100 g de semilla²⁶.

El aceite de pescado, azul característico en contenido de Omega 3, contiene menos porcentaje de omegas y más alto porcentaje de saturados en comparación con el Sacha inchi ²¹⁻²³

Efectos del Sacha inchi en la lipemia postprandial

Lipemia postprandial es el término dado a los eventos metabólicos que ocurren siguiendo la digestión y absorción de una comida que contiene grasa ²⁷. Incremento de lipoproteínas ricas en triglicéridos después de una ingesta de lípidos. Como generalmente siempre ingerimos lípidos, es una condición dinámica, no estacionaria, en la cual nos encontramos la mayoría del tiempo ²⁸. La trigliceridemia postprandial es el cambio lipídico más importante y la magnitud de los niveles viene determinada por la participación de la lipoproteína lipasa (LPL), la lipasa hepática (HL), el receptor de LDL (LDLr) y el receptor similar a LDLr (LRP). La mayoría de estudios sobre metabolismo lipídico y riesgo cardiovascular han sido realizados en situación de ayuno; la lipemia posprandial prolongada o alterada puede conducir a un estado aterogénico ²⁷. De ahí, la importancia de su estudio mediante la curva de tolerancia a los triglicéridos, empleando una carga de 50 a 100 g de triglicéridos ^{28,33}.

Para el estudio de la lipemia postprandial se diseñó un procedimiento que consistió administrar 75 de aceite de oliva después de un ayuno de 12 horas y obtener muestras basales, a las 2, 4, 6 y 9 horas. Se hizo la determinación inicial en 15 jóvenes universitarios y se observó un pico a las 4 horas y normalización a las 9 horas. Luego se estudió el efecto del carragenato, una fibra extraída de *Gigartina chamissoi* "mococho" sobre la trigliceridemia postprandial como una curva de tolerancia a los triglicéridos, con 82 gramos de aceite de oliva y muestras basales, 1,5, 3, 5 y 7 horas, encontrando que el mococho en una dosis de 2 gramos administrada junto al aceite de oliva disminuía la lipemia postprandial a las 3 y 5 horas en un 88 % ²⁹, resaltando la importancia de la ingesta de fibra. Posteriormente se aplicó un procedimiento similar junto con la ingesta de carambola encontrando que esta disminuye 30 % la lipemia post-prandial en mujeres postmenopáusicas ³⁰.

Considerando las implicancias clínicas de la lipemia posprandial, principalmente la trigliceridemia como factor de riesgo cardiovascular, así como el alto contenido

en omega-3 de *Plukenetia volubilis* Linneo (Sacha inchi), se determinó el efecto de la ingesta de semillas de *Plukenetia volubilis* Linneo (Sacha inchi) sobre la trigliceridemia posprandial, en adultos jóvenes³¹. Los criterios de inclusión fueron: estudiantes de medicina de ambos sexos del tercer año de la escuela de medicina, aparentemente sanos (sin ninguna patología en la anamnesis y examen clínico), de 18 a 25 años . A doce estudiantes de medicina seleccionados al azar se les aplicó la prueba de tolerancia a triglicéridos, en dos fases: en la primera, después de la ingesta de 82 gramos de aceite de oliva y, en la segunda, adicionando 50 gramos de semilla de Sacha inchi. En la primera fase, los triglicéridos basales fueron 99,67 mg/dL en promedio y luego se incrementaron en promedio 32 a la 1½ h, 74 a las 3 h, 89 a las 4½ h y 54 a las 6 h. En la segunda fase, el promedio basal fue 100,92 mg/dL, incrementándose 15 a la 1½ h, 52 a las 3 h, 40 a las 4½h y 43 a las 6 h, en promedio, siendo significativa la reducción a la 1½ h (p=0,0232) y a las 4½ h (p=0,0496). Al graficar la prueba de tolerancia a triglicéridos, se evidenció significancia estadística al comparar el área bajo la curva de ambas fases y se observó una disminución de 40,6% al comparar las áreas de las gráficas (p= 0,008). (p=0,0080). Se concluyó que el consumo de la *Plukenetia volubilis* Linneo disminuye la trigliceridemia posprandial en adultos jóvenes.

Se empleó una carga a base de sólo triglicéridos, para evitar la interferencia de otros nutrientes, y se eligió el aceite de oliva por la experiencia en investigaciones anteriores ^{29,30}, su facilidad de administración y disponibilidad. En las curvas de tolerancia a TG, el nivel basal representa a TG en las lipoproteínas de muy baja densidad o VLDL. Los niveles obtenidos horas después representan los TG basales más los TG absorbidos en los quilomicrones procedentes de la ingesta de aceite de oliva. Esta fase ascendente o absorptiva es sucedida por una fase descendente o de acción de la lipasa lipoproteica del endotelio vascular (presente especialmente en tejido muscular y adiposo, además de intestino, riñón y tejido adrenal).

El efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo en la trigliceridemia postprandial se basa en su contenido rico en omega 3. De acuerdo a la composición de la *Plukenetia volubilis* Linneo, en los 50 g de la misma, cada paciente recibió 11 g de omega 3. Parka³² y Smith ³³ han señalado el efecto benéfico del ácido graso

omega 3 sobre la lipemia postprandial. La reducción de 38,17% en el área bajo la curva del incremento de los triglicéridos es comparable al descrito por Smith y sus colaboradores, en el que después de la administración de 4 g diarios de omega 3 por 5 semanas encontraron una reducción de incremento de los triglicéridos de 42% del área bajo la curva, y mayor al señalado por Parka, después de una ingesta de 4 g diarios por 4 semanas. La cantidad utilizada se encuentra dentro del rango utilizado terapéuticamente, se considera 4 g de omega 3 para conseguir un efecto reductor de los triglicéridos³⁴. Se revisa más adelante los mecanismos de acción de los omega 3.

Efectos del Sacha inchi sobre la trigliceridemia en animales de experimentación

Se estudió posteriormente el efecto del aceite de Sacha inchi sobre la trigliceridemia en *Rattus rattus* var *albinus* comparándolo con el gemfibrozilo, un fármaco usado en el tratamiento de la hipertrigliceridemia³⁵. Se utilizaron 36 especímenes, de 8 semanas de nacidos y con un peso mayor de 160 gr, provenientes del Bioterio de la Universidad Agraria de La Molina (Lima – Perú) y que cumplieron con el régimen alimenticio establecido, fueron divididos al azar en 2 grupos experimentales (GE1 y GE2) y un grupo control (GC). Sometidos a etapa de acondicionamiento por 2 semanas, luego recibieron alimentación rica en grasa por 2 semanas (grasa fundida de pollo ,1,5ml/día). Posteriormente se les administró aceite de Sacha Inchi. En el GE1, según la media del peso (188,3g), se administró 12,96 ul de AGn-3/día (6,88 ul /100g de peso/día): 27 ul de aceite de Sacha Inchi una vez al día, por 2 semanas y en GE2 gemfibrozilo 3,24 mg en 50 ul en 1 toma (1,71mg/100g de peso/día), media hora antes de la ingesta de comida . Se determinaron los niveles de triglicéridos séricos en etapa basal, post-alimentación rica en grasa y tratamiento a una y dos semanas. Se obtuvieron muestras de la vena coccígea de la cola de los especímenes en capilares con heparina, para la determinación de niveles de triglicéridos séricos utilizando el método enzimático.

Se obtuvo disminución de niveles de triglicéridos séricos en GE1, GE2 y GC a dos semanas de tratamiento, de 45,57 %, 44,83 % y 27,24 % respectivamente. Diferencia de medias para GE1 y GE2 a una y dos semanas de tratamiento en relación a medias de valores

post- alimentación rica en grasa, fue muy altamente significativa; y diferencia entre grupos experimentales y GC a dos semanas de tratamiento fue significativa, con homogeneidad entre GE1 y GE2 ($p=0,600$). (Fig 2) Se concluye que el aceite de Sacha inchi tiene efecto hipotrigliceridemiante, con eficacia similar al gemfibrozilo, en *Rattus rattus* var *albinus*, a una y dos semanas de tratamiento.

El tratamiento de elección de la hipertrigliceridemia (HTG) son los fibratos y si estos se sustituyen por ácidos grasos omega-3, puede esperarse una eficacia similar en la regulación lipídica, como lo demuestran dos estudios clínicos que compararon gemfibrozilo (1 200 mg/día) con AGn-3 derivados del aceite de pescado (4 g/día) en pacientes con HTG primaria grave^{36,37}. En el trabajo la disminución de niveles de triglicéridos fue similar en ambos grupos experimentales, empleando como fuente de AGn-3 al aceite de Sacha Inchi.

Gorriti ,en ratas a dosis de 0.5 ml/kg por 60 días, encontró disminución de los triglicéridos, del colesterol y LDL y aumento de HDL³⁸.

Efectos del Sacha inchi sobre el perfil lipídico en adultos. Se reconoce al aceite de Sacha inchi como una fuente alternativa y natural de origen vegetal de AGn-3 para el tratamiento de la HTG, sin los efectos adversos ni las interacciones medicamentosas propias del Gemfibrozilo. Así mismo, tendría la ventaja de su fácil administración en una sola toma al día; con mayores porcentajes de ácidos grasos esenciales e insaturados, menor porcentaje de grasas saturadas y sin colesterol, en comparación con aceites de origen animal (pescado), además de tener mejor digestibilidad y no causar acidez e irritación.

Para evidenciar este hecho se estudió el efecto de ingesta de *Plukenetia volubilis* Linneo o “Sacha inchi” en el perfil lipídico de adultos jóvenes³⁹. El método fue un diseño experimental que constó de 28 participantes, estudiantes de Medicina entre 18 y 25 años divididos aleatoriamente en 2 grupos: control y experimental; el segundo recibió 30 gramos diarios de *Plukenetia volubilis* Linneo o Sacha inchi durante 6 semanas (equivalente a 6 gramos de omega 3). Se determinó el perfil lipídico por métodos enzimáticos, así como el peso y la ingesta calórica: al inicio, a las 3 y 6 semanas de tratamiento.

Los resultados obtenidos en el grupo control al inicio: colesterol 175,09 mg/dl, triglicéridos 130,73 mg/dl, HDL 36,78 mg/dl, LDL 112,16 mg/dl; a las 6 semanas de tratamiento: colesterol 184,87 mg/dl, triglicéridos 123,21 mg/dl, HDL 42,04 mg/dl, LDL 118,19 mg/dl. Grupo experimental al inicio: colesterol 179,31 mg/dl, triglicéridos 123,68 mg/dl, HDL 41,64 mg/dl, LDL 112,94 mg/dl; a las 6 semanas: colesterol 155,22 mg/dl, triglicéridos 78,69 mg/dl, HDL 49,54 mg/dl, LDL 89,95 mg/dl. El grupo experimental tuvo una disminución significativa de colesterol de 14,02 %, LDL 20,48 % y de triglicéridos 36,37 % respecto a los valores iniciales y los cambios fueron también significativos respecto al grupo control. No se observaron cambios significativos en el peso ni en la ingesta calórica. Se concluyó que el consumo de *Plukenetia volubilis* Linneo o "Sacha inchi" disminuye los niveles de Triglicéridos, colesterol, LDL y aumenta los niveles de HDL en aproximadamente el 10% de adultos jóvenes.

Diversos estudios han evaluado el efecto del Sacha inchi. Garmendia⁴⁰ en 24 pacientes de 35 a 75 años, determinó los valores sanguíneos de colesterol total (CT), HDL, triglicéridos (Tg), glucosa, ácidos grasos no esterificados (AGNE) e insulina. Se aleatorizó a los participantes para recibir 5 ml o 10 ml de una suspensión conteniendo 2gr de omega 3 /5ml de aceite de Sacha inchi, durante cuatro meses. La ingesta del aceite produjo caída en los valores promedio del CT, y AGNE con elevación del c-HDL en ambos grupos. La dosis de 10 ml se asoció a mayores niveles de insulina. Concluyó que el aceite de Sacha inchi, en la suspensión administrada a la dosis de 2 g de omega-3, mostró el efecto de disminuir las concentraciones de las fracciones aterógenas de la sangre y, al mismo tiempo, de incrementar los niveles de HDL-c en sujetos con hiperlipoproteinemia, por lo que podría constituir una alternativa efectiva que, hasta el momento, ha demostrado ser segura para el tratamiento de las dislipoproteinemias, para lo cual se requiere de ensayos clínicos aleatorizados y controlados para evaluar apropiadamente la eficacia y seguridad del aceite de Sacha inchi para el tratamiento de dislipidemias.

Gonzales⁴¹, en un estudio en adultos, administró 10 o 15 ml de aceite de Sacha inchi o de girasol por 4 meses a adultos sanos y encontró disminución del colesterol en 13 %, el LDL en 23 %, aumenta el HDL en 10 % pero sin afectar los triglicéridos.

Estudios de toxicidad

Se han hecho diversos estudios de toxicidad en animales de experimentación. Gorriti³⁸ en ratas, Holtzman en dosis repetidas por 60 días con 0.5 ml/kg de peso no evidenció toxicidad y en ratones macho cepa Balb, la dosis L50 fue mayor a 37 g/kg, es decir, no es tóxica. En humanos el tratamiento antes referido por 4 meses con 10 o 15 ml de aceite de Sacha inchi en 13 hombres y 17 mujeres no se encontraron cambios en las enzimas hepáticas y renales, y los efectos secundarios (37%) de náuseas principalmente, eructos, constipación en la primera semana desaparecieron en el transcurso del tratamiento, concluye que el aceite de Sacha inchi es aceptable después de la primera semana y no es tóxico⁴¹.

Mecanismo de acción

Los efectos hipolipemiantes del Sacha inchi se deben en primer lugar a su contenido de ácidos grasos, omega 3 y también a que puede contribuir la presencia de antioxidantes, fitoesteroles y fenoles.

El mecanismo de acción de los ácidos omega 3 para disminuir la cantidad de lípidos plasmáticos, al parecer, es múltiple: disminución de la síntesis de TG y de la secreción de VLDL y aumento de la beta oxidación de los ácidos grasos en el hígado, aumento de la depuración de los quilomicrones y triglicéridos por incremento de la actividad lipasa lipoproteica⁴²⁻⁴⁴. La unión de los ácidos omega 3 a los receptores activadores de la proliferación de los peroxisomas (PPAR) alfa o secundariamente gamma, que son reguladores de genes del metabolismo lipídico, sería el principal mecanismo que llevaría a aumento en la síntesis de la lipasa lipoproteica, disminución de su inhibidor apo CIII, disminución de la síntesis de triglicéridos hepáticos y aumento en la betaoxidación de ácidos grasos. La reducción de la hipertrigliceridemia será mayor cuanto mayor sea el nivel basal de triglicéridos, tanto cuando se administra dosis bajas de omega 3 durante largo tiempo como cuando se ofrece una dosis única muy alta⁴⁴. El efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo sobre la trigliceridemia es coherente con el efecto demostrado del omega 3. El efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo podría mejorarse si se complementara con el ejercicio, como lo refieren trabajos de Smith³³, que consiguió subir a 50% la reducción de lípidos plasmáticos.

Valenzuela y col.⁴⁵, evaluaron el acúmulo de ALA, EPA y DHA hacia los fosfolípidos extraídos de eritrocitos, hígado, riñón, intestino delgado, corazón, cuádriceps y cerebro, en ratas en grupos de 12 alimentadas por 21 días con aceites de diversas concentraciones de ALA, entre ellos el Sacha inchi y la Chía. Sacha inchi y Chía permitieron mayor concentración de ALA en todos los tejidos menos el cerebro. EPA fue incrementado en todos los tejidos menos el cerebro. DHA fue incrementado en el hígado, intestino delgado y cerebro. Los resultados mostraron que la ingesta de alta cantidad de ALA se convierte en DHA especialmente en hígado y cerebro. Esto justificaría su uso como alternativa a la fuente de omega 3 como pescado.

Recientemente Rincón y col.⁴⁶, evaluaron el incremento y biosíntesis hepática y epididimaria de omega 3, la actividad y expresión de las Δ -5 and Δ -6 enzimas desaturasas, la expresión de la actividad de unión al DNA y expresión de los PPAR- α and SREBP-1c, parámetros de stress oxidativo y la actividad de enzimas antioxidantes en ratas alimentadas con aceite de girasol (ALA 1%), de canela (ALA 10%), de rosa mosqueta (33% ALA), Sacha inchi (49%) y de chía (64 % ALA). Encontraron que, a mayor contenido de ALA, aumentaba la acumulación de ácidos grasos omega 3 de cadena larga, la actividad y expresión de las desaturasas, el estado antioxidante, la expresión y la unión al DNA de PPAR- α , la oxidación de ácidos grasos y la actividad de enzimas antioxidantes; mientras tanto, la expresión y actividad de unión al DNA de factores de transcripción de SREBP-1c y la biosíntesis de ácidos grasos disminuía. Con todo, como dice Wang, aún se requiere investigar a fondo los mecanismos moleculares de acción del Sacha inchi.

Los fitosteroles tienen efecto hipocolesterolemizante. Se ha postulado actúan a tres niveles diferentes: a) inhiben la absorción a nivel intestinal del colesterol, tanto aquel de origen dietario como biliar, b) inhiben la reesterificación del colesterol a nivel de la actividad de la ACAT, c) aumentan la actividad y la expresión del transportador tipo ABC, acelerando el flujo de colesterol desde las células intestinales al lumen intestinal. Debido a que los fitoesteroles son más lipofílicos que el propio colesterol, propiedad derivada de las características de mayor extensión y complejidad de la cadena lateral, los esteroides y los estanoles desplazarían competitivamente al colesterol desde la micela mixta formada por la acción

de los fosfolípidos y de las sales biliares en el lumen intestinal. El colesterol no emulsionado (desplazado de la micela) no puede ser absorbido y es eliminado con las deposiciones. Por su parte, los fitoesteroides y más particularmente los fitoestanoles, presentan escasa absorción a nivel intestinal, por lo cual, durante el proceso de transferencia de los ácidos grasos y monoglicéridos desde la micela a las células intestinales, y que produce el desensamblaje de la micela mixta, los esteroides y estanoles se liberarían acompañando al colesterol no absorbido, siendo finalmente excretados con las deposiciones. Este constituiría el primer nivel de acción de los esteroides. La absorción intestinal de los fitoesteroides es extremadamente baja (menos del 0,5%-1%) y la de los fitoestanoles, menor aún. Sin embargo, cuando estos esteroides (y estanoles) son absorbidos, ejercerían una inhibición de la ACAT (segundo nivel de acción), con lo cual el colesterol no sería eficientemente reesterificado e incorporado a los quilomicrones, estimulado así el flujo hacia el lumen intestinal del colesterol no esterificado. Los esteroides producirían una sobreexpresión de los genes que codifican las proteínas de la estructura del transportador ABC, acelerando así el flujo de colesterol (tercer nivel de acción)⁴⁷.

Finalmente conviene señalar que, aunque el pescado es la fuente tradicional de omega 3, este necesita ser consumido en cantidades elevadas en la dieta para poder suministrar la cantidad necesaria de omega 3 y lo mismo ocurre con otros alimentos, como la soya o el maní. En cambio, la *Plukenetia volubilis* Linneo representa una fuente accesible y que en menor consumo nos brinda el omega 3 deseado. Considerando que la elevación de TG a nivel plasmático es aterogénica, aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares, es recomendable el consumo de Sacha inchi, por ser económicamente bajo, de sabor agradable y originario de la Amazonía peruana.

El Sacha inchi tiene otras propiedades y se está evaluando su efecto antineoplásico y antioxidante, su uso en dermatología y como fuente nutricional de proteínas. El camino es prometedor. Por lo pronto se concluye que constituye una fuente importante de omega 3, con efecto hipolipemizante, pues disminuye triglicéridos, colesterol, LDL colesterol y aumenta el HDL colesterol, y sin efectos tóxicos. Se puede ingerir como semilla (maní) en dosis de 10 gramos o como aceite 5 a 15 ml diarios. Es importante seguir investigando.

Tabla 2. Efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo (sacha inchi) sobre la trigliceridemia posprandial en cada tiempo de observación.

Tiempo de observación*	Aceite de oliva (sin sacha inchi)		Aceite de oliva (más sacha inchi)		Significancia p
	Promedio	DE	Promedio	DE	
0 h	99,67	78,46	100,92	41,73	0,469
1½ h	131,25	88,40	115,75	43,30	0,0232†
3 h	173,62	111,14	152,50	72,69	0,206
4½ h	188,25	122,81	141,75	71,45	0,0496†
6 h	153,58	102,10	143,58	76,72	0,2766

* Variación posprandial de las concentraciones de triglicéridos como efecto del consumo de sacha inchi (mg/dL)
 DE=Desviación estándar.
 † estadísticamente significativo.

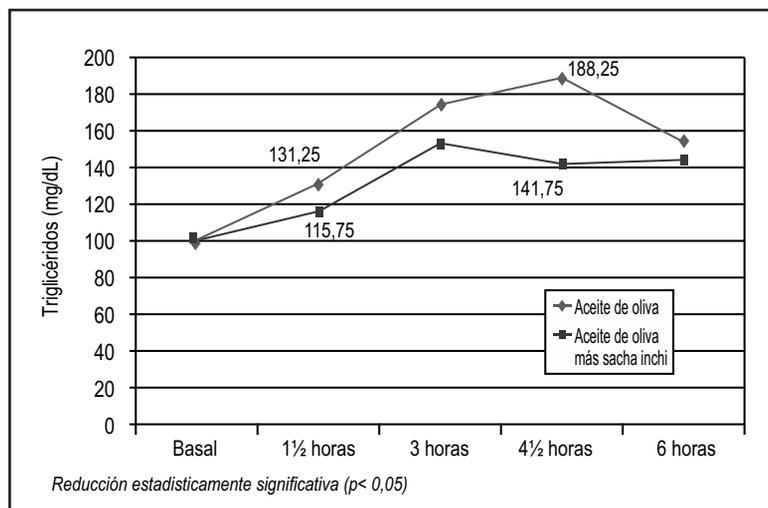


Fig 2. Efecto del *Plukenetia volubilis* L “Sacha inchi” en la hiperlipidemia postprandial. ³¹

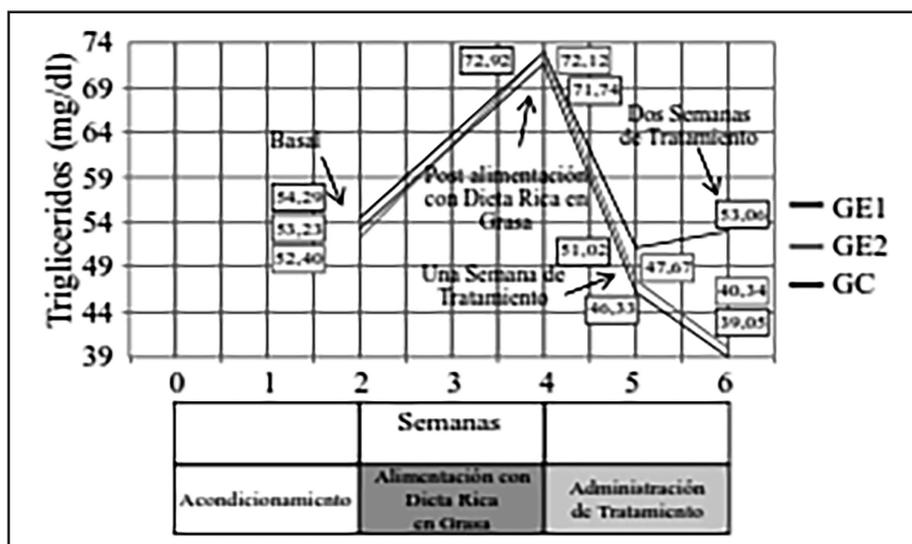


Fig 3. Efecto del aceite de *Plukenetia volubilis* L “Sacha inchi” sobre la trigliceridemia en *Rattus rattus*.

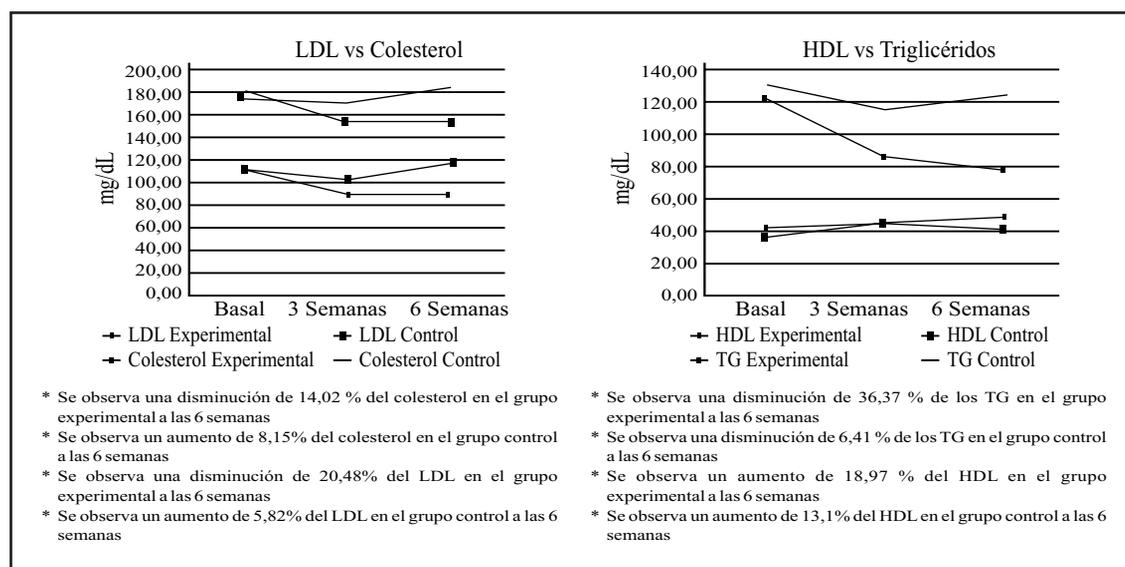


Fig 4. Efecto del Sacha inchi, sobre el perfil en adultos jóvenes³⁹

Referencias bibliográficas

- Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud [Internet]. Who.int. [citado 1 mayo 2019]. Disponible en: https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/es/
- Organización Mundial de la Salud. Obesidad y sobrepeso [Internet]. Who.int. 2018 [citado 1 Abr 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles, 2017 [Internet]. Inei.gob.pe. 2017 [citado 1 mayo 2019]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1526/index.html.
- Ríos A, Huamán J. Prevalencia de sobrepeso y obesidad según edad y género en adultos de Trujillo – Perú. Rev Med Tru 2013; 9 (1): 1-19.
- Adams KJ, Chirinos JL. Prevalencia de factores de riesgo para síndrome metabólico y sus componentes en usuarios de comedores populares en un distrito de Lima, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2018;35(1):39-45. 10.17843/rpmesp.2018.351.3598.
- Gómez-Avellaneda G, Tarqui-Mamani C. Prevalencia de sobrepeso, obesidad y dislipidemia en trabajadores de salud del nivel primario. Revista Duazary 2017; 14 (2): 141-148
- Huaman J, Castillo S. Dislipidemia en Trujillo según su IMC. Rev med Tru 2014; 10 (2):1-23
- Executive Summary of the third report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of high Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA. 2001;283(19):2486–90.
- Villena J. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el Perú. Rev Peru Ginecol Obstet. 2017 ;63 (4)
- Gallareta C, Donet J, Huamán J. Síndrome metabólico en la población adulta de Trujillo de acuerdo a diferentes definiciones. Acta Med Per 2009; 26 (4): 217-225.
- Seclen SN, Rosas ME, Arias AJ, Medina CA. Elevated incidence rates of diabetes in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population-based longitudinal study. BMJ Open Diabetes Res Care. 2017;5(1):e000401. doi: 10.1136/bmjdr-2017-000401.
- Carrillo-Larco R, Bernabé-Ortiz A. Diabetes mellitus tipo 2 en Perú: una revisión sistemática sobre la prevalencia e incidencia en población general, Rev Perú Med Salud Pública 2019; 36 (19): <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2019.361.4027>.

13. Castillo K, Ríos A, Huamán J. Frecuencia y características de la glicemia basal alterada en adultos de Trujillo según criterios diagnósticos, *Acta Med Per* 2011; 28(3):132-145.
14. Stone N, Robinson J, Lichtenstein A, Bairey C, Blum C, Eckkel et al. 2013 ACC/AHA. Guideline on the treatment of Blood Cholesterol to Reduce Atherosclerotic Cardiovascular Risk in adults: A Report of the American College of Cradiology and American Heart Asocciation. Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2014; 129, S1-S45.
15. American Diabetes Asocciation. Summary of Revisions: Standards of Medical Care in Diabetes—2019, *Diabetes Care* 2019 Jan; 42(Supplement 1): S4-S6. <https://doi.org/10.2337/dc19-Srev01>.
16. Bussman R, Douglas S., Plantas medicinales de los Andes y Amazonía. La flora mágica y medicinal del norte del Perú. Trujillo, Perú. 2015.
17. Santiváñez R, Cabrera J. MINSA .INS. Centro Nacional de Salud intercultural. Catálogo florístico de plantas medicinales peruanas. Lima, 2013.
18. Lock O, Perez E, Villar M, Flores D, Rojas R Bioactive Compounds from Plants Used in Peruvian Traditional Medicine. *Natural product communications* 2016 ; 11 (3): 315-337
19. Alayón N, Echeverri J. Sacha Inchi (*plukenetia volubilis* lineo): ¿Una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. *Rev chil nutr* 2016; 43 (2).
20. Flores D, Lock O. Reassessing the ancient use of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L) for nutrition, health and cosmetics. *Rev Fitoterapia* 2013; 13(1): 23-30.
21. Hazen D, Stoewesand Y. Resultados de análisis del aceite y proteína del cultivo de Sacha inchi. Ithaca, New York: Universidad de Cornell; 1980.
22. Programa para el Desarrollo de la Amazonía. Proyecto omega [monografía en Internet]. Plan de comercialización: Aceite y harina proteica de inca inchi. Lima: Proamazonia; 2003. Disponible en: http://proamazonia.minag.gob.pe/cultivos/sachainchi/proyecto_omega.pdf
23. Rossignol-Castera A. El omega-3 del mañana: Ejemplo de las noticias Aceites vegetales. Conferencia Ingredientes nutricionales y funcionales: Jornada de Alimentación y Salud. Rochelle, Francia. - el 14 y 15 de junio de 2006. Disponible en: <http://www.iterg.com/IMG/pdf/Journeesalimentessante.pdf>
24. Gutiérrez, L. F., Segura, Y. Q., Sanchez-Reinoso, Z., Díaz, D. L., & Abril, J. I. (2017). Physicochemical properties of oils extracted from γ -irradiated Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds. *Food Chemistry*, 237, 581–587.
25. Wang S, Zhub F, Kakudac Y. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses. *Food Chemistry* 2018; 265: 316–328.
26. Chirinos R, Zuloeta G, Pedreschi R, Mignolet E, Larondelle Y, Campos D. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): A seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phy-tosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity, *Food Chem* 2013; 141:1732-9.
27. Hyson DC, Rutlege JC, Berglude. Postprandial Lipemia and Cardiovascular Disease. *Current Arterosclerosis Report* 2003;5:437-444.
28. Garmendia F, Pando R, Torres W, Valqui W, Jameson C, Blufstein N. Metabolismo postprandial en adultos mayores normales de nivel del mar. *An Fac med*. 2003;64:107-11.
29. Soriano G, Romero K, Sánchez MR, Huamán SJ. Efecto del carragenato extraído de Gigartina chamiso "Mococho" sobre la tolerancia a triglicéridos en adultos jóvenes. *Esculapio* 2004;3:36-9.
30. Huamán J, Ruiz M, Timaná D, Ruiz S, Solórzano J. Influencia de la *Averrhoa carambola* "Carambola" sobre la lipemia posprandial en mujeres posmenopáusicas. *Rev Méd Trujillo*. 2007;6:45–9.
31. Huamán J, Chávez K, Castañeda E, Carranza S, Chávez T, Beltrán Y, Caffo C, Cadillo R, Cadenillas J, "Efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo (Sacha inchi) en la trigliceridemia posprandial *An Fac med* 2008; 69(4):263-6.
32. Parka Y, Harris W. Omega-3 fatty acid supplementation accelerates chylomicron triglyceride clearance. *J Lipid Res*. 2003;44:455-63.
33. Smith BK, Sun GY, Donahue OM, Thomas TR. Exercise plus n-3 fatty acids: additive effect on postprandial lipemia. *Metabolism*. 2004;53(10):1365-71.

34. Rader D, Hobbs H. Trastornos del metabolismo de lipoproteínas. En Kasper D, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson L, Loscalzo J. Ed, Harrison, Principios de Medicina Interna, 19 ed, 2016, Mc Graw Hill Interamericana Ed, México, pg 2435-2449.
35. Vicuña A, Izquierdo J, Huamán-Saavedra J. Gemfibrozilo versus aceite de Sacha Inchi en la reducción de niveles de triglicéridos séricos en *Rattus rattus var albinus* Acta Med Per 2012; 29 (2):85-88.
36. Stalenhoef AFH, De Graaf J, Wittekoek ME, Bredie SJH, Demacker PNM, Kastelein JJP. The effect of concentrated n-3 fatty acids versus gemfibrozil on plasma lipoproteins, low density lipoprotein heterogeneity and oxidizability in patients with hypertriglyceridemia. *Atherosclerosis*. 2000; 153(1): 129-136.
37. Van Dam M, Stalenhoef AFH, Wittekoek J et al. Efficacy of concentrated n-3 fatty acids in hypertriglyceridaemia; a comparison with gemfibrozil. *Clin Drug Invest*. 2001; 21(3):175-181.
38. Gorriti A. Arroyo, J., Quispe, F., Cisneros, B., Condorhuamán, M., Almora, Y., et al. (2010). Oral toxicity at 60-days of sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) and linseed (*Linum usitatissimum* L.), and determination of lethal dose 50 in rodents. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27, 352-360.
39. Huamán-Saavedra J, Fogel B, Escobar P, Castillo K. Efectos de la ingesta de *Plukenetia volubilis* Linneo o "Sacha inchi" en el perfil lipídico de adultos jóvenes. *Acta Med Per* 2012; 29(3): 155-160.
40. Garmendia F, Pando R, Ronceros G. Efecto del aceite de sacha inchi (*plukenetia volúbilis* l) sobre el perfil lipídico en pacientes con hiperlipoproteinemia. *Rev Per Med Exp Salud Publica* 2011; 28 (4).
41. González G, González C. A randomized double blind-placebo-controlled study on acceptability, safety and efficacy of oral administration of sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.) on adult human subjects. *Food and chemical toxicology* 2014 ; 65: 168-176.
42. Jacobson T. Role of n-3 fatty acids in the treatment of hypertriglyceridemia and cardiovascular disease. *Am J Nut*. 2008;87(6):1981S-1990S.
43. Shyang T, Corella D, Demissie S, Cupples LA, Coltrel O, Shaefer J, et al. Polyunsaturated fatty acids interact with PPARA-L1626 Polymorphism to affect plasma tryglicerids and apolipoproteina CUU concentration in the Framingham Heart Study. *J Nut*. 2005; 135:397-403.
44. Neschen S, Morio K, Don J, Wang-Fischer Y, Cline GW et al. N-3 Fatty acids preserve insulin sensitivity in vivo in a peroxisome proliferator-activated receptor-dependent manner. *Diabetes*. 2007;56:1034-41.
45. Valenzuela B, Barrera R C, González-Astorga M, Sanhueza C J, Valenzuela B A. Alpha linolenic acid (ALA) from *Rosa canina*, sacha inchi and chia oils may increase ALA accretion and its conversion into n-3 LCPUFA in diverse tissues of the rat. *Food Funct*. 2014 Jul 25;5(7):1564-72. doi: 10.1039/c3fo60688k.
46. Rincón-Cervera M, Valenzuela R, Hernández-Rodas M, Barrera C, Espinosa A, Marambio M et al. Vegetable oils rich in alpha linolenic acid increment hepatic n-3 LCPUFA, modulating the fatty acid metabolism and antioxidant response in rats. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2016 ;111:25-35. doi: 10.1016/j.plefa.2016.02.002. Epub 2016 Feb 17.
47. Valenzuela A, Ronco A. Fitoesteroles y fitoesteranos: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular. *Rev Chil Nutr*. 2004;21(1):161-9.