ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE *Plukenetia volubilis* Y SUS APLICACIONES EN LAS INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS, ALIMENTARIAS Y COSMÉTICAS. REVISIÓN DOCUMENTAL 2000-2021

JEIMMY GABRIELA MELO CONTRERAS
KEVIN ANDREY NIÑO YAÑES

UNIVERSIDAD DE SANTANDER, CAMPUS CÚCUTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
CÚCUTA
2021

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE *Plukenetia volubilis* Y SUS APLICACIONES EN LAS INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS, ALIMENTARIAS Y COSMÉTICAS. REVISIÓN DOCUMENTAL 2000-2021

JEIMMY GABRIELA MELO CONTRERAS

KEVIN ANDREY NIÑO YAÑES

Trabajo de grado para optar el título de
Bacteriólogo y Laboratorista clínico

Directora:
M.Sc. Karina Rios

Asesor metodológico:
M.Sc. Jael Contreras Rangel

UNIVERSIDAD DE SANTANDER CAMPUS CÚCUTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
2021

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE *Plukenetia volubilis* Y SUS APLICACIONES EN LAS INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS, ALIMENTARIAS Y COSMÉTICAS. REVISIÓN DOCUMENTAL 2000-2021

NOTA DE OBTENIDA: 4,0

NOTA OTORGADA: Aprobado

KAREN MARTINEZ
JURADO

ELENA PEÑARANNDA
JURADO

KARINA RIOS
Cédula ciudadanía: 1.090.374.156
DIRECTOR PROYECTO

JAEL CONTRERAS RANGEL
Cédula ciudadanía: 1.127.045.024
ASESOR METODOLÓGICO

CLAUDIA SOFÍA MONTEJO
COORDINADORA DEL PROGRAMA
BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO

Cúcuta, Norte de Santander **Fecha:** 18 de Junio de 2021

Avenida 4a. Esquina Calle 10 Norte
Urbanización El Bosque
Teléfonos: (7) 5791008 - 5792742
5783211 - 5790311 / Fax. (7) 5782977
www.udes.edu.co
Cúcuta - Colombia

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJOS DE GRADO FACULTAD DE SALUD

El Consejo Académico en uso de sus facultades que le otorga el Acuerdo 010 del 9 de abril de 2014, determina la calificación de Trabajos de Grado así:

Artículo cuarto: El trabajo de grado puede desarrollarse en diferentes modalidades las cuales son:

a. Participación en proyecto de investigación _X_
b. Pasantía social - comunitaria_____
c. Práctica Empresarial_____
d. Proyecto de emprendimiento_____

Articulo décimo cuarto: Los Trabajos de grado tendrán la siguiente escala de valoración según la calificación final en cualquiera de sus categorías: a. Aprobado laureado, b. Aprobado meritorio, c. Aprobado, d Aplazado, e. Rechazado.

APROBADO LAUREADO: Se considera cuando éste sea un aporte de conocimiento nuevo a la ciencia y tecnología dentro de la solución de problemas de la comunidad o de la Universidad de Santander. Valoración 4.9 – 5.0

APROBADO MERITORIO: Se considera cuando constituya un aporte importante al área específica de la disciplina dentro de la solución de problemas de la comunidad o de la institución. Valoración 4.7 – 4.8

APROBADO: Se considera cuando cumpla con los objetivos que fueron planteados en él y con todos los requisitos exigidos por cada comité en su propia reglamentación según la modalidad de la que se trate. Valoración 3.5 – 4.6

APLAZADO: Se considera por causas fortuitas, disciplinarias, o de índole personal debidamente justificadas que sean estudiadas y aprobadas por el respectivo comité de trabajo de grado. Valoración 3.0 – 3.4

RECHAZADO: Se considera cuando se demuestre que el (los) estudiante (s) ha (n) incurrido en plagio en su elaboración o en faltas al Reglamento Académico y Estudiantil de la Institución o contra terceros que hayan sido parte del proyecto. Valoración 2.9 – Menor calificación.

Universidad de Santander
Personería Jur. 810 de 12/03/96 Min.Educación UDES

Avenida 4a. Esquina Calle 10 Norte
Urbanización El Bosque
Teléfonos: (7) 5791008 - 5792742
5783211 - 5790311 / Fax. (7) 5782977
www.udes.edu.co
Cúcuta - Colombia

El Comité de Trabajos de Grado por Acta No.12 del día 3 del mes junio de 2021 designa Jurados Calificadores del Trabajo de Grado:

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE *Plukenetia volubilis* Y SUS APLICACIONES EN LAS INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS, ALIMENTARIAS Y COSMÉTICAS.
REVISIÓN DOCUMENTAL 2000-2021.

Presentado por el alumno:

KEVIN ANDREY NIÑO YANES
Código: 02160171021

Programa: **Bacteriología y Laboratorio Clínico**

Los Jurados Calificadores:

KAREN PIEDAD MARTÍNEZ MARCIALES

ELENA MARÍA PEÑARANDA LIZARAZO

Confirmando la siguiente calificación:

Categoría,	**Valoración,**
Aprobado	**4.0**

OBSERVACIONES:

_____
_____
_____
_____

En San José de Cúcuta a los 18 días del mes de junio de 2021.

En Constancia firman:

Jurado

Jurado

Avenida 4a. Esquina Calle 10 Norte
Urbanización El Bosque
Teléfonos: (7) 5791008 - 5792742
5783211 - 5790311 / Fax. (7) 5782977
www.udes.edu.co
Cúcuta - Colombia

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJOS DE GRADO FACULTAD DE SALUD

El Consejo Académico en uso de sus facultades que le otorga el Acuerdo 010 del 9 de abril de 2014, determina la calificación de Trabajos de Grado así:

Artículo cuarto: El trabajo de grado puede desarrollarse en diferentes modalidades las cuales son:

a. Participación en proyecto de investigación _X_
b. Pasantía social - comunitaria_____
c. Práctica Empresarial_____
d. Proyecto de emprendimiento_____

Articulo décimo cuarto: Los Trabajos de grado tendrán la siguiente escala de valoración según la calificación final en cualquiera de sus categorías: a. Aprobado laureado, b. Aprobado meritorio, c. Aprobado, d Aplazado, e. Rechazado.

APROBADO LAUREADO: Se considera cuando éste sea un aporte de conocimiento nuevo a la ciencia y tecnología dentro de la solución de problemas de la comunidad o de la Universidad de Santander. Valoración 4.9 – 5.0

APROBADO MERITORIO: Se considera cuando constituya un aporte importante al área específica de la disciplina dentro de la solución de problemas de la comunidad o de la institución. Valoración 4.7 – 4.8

APROBADO: Se considera cuando cumpla con los objetivos que fueron planteados en él y con todos los requisitos exigidos por cada comité en su propia reglamentación según la modalidad de la que se trate. Valoración 3.5 – 4.6

APLAZADO: Se considera por causas fortuitas, disciplinarias, o de índole personal debidamente justificadas que sean estudiadas y aprobadas por el respectivo comité de trabajo de grado. Valoración 3.0 – 3.4

RECHAZADO: Se considera cuando se demuestre que el (los) estudiante (s) ha (n) incurrido en plagio en su elaboración o en faltas al Reglamento Académico y Estudiantil de la Institución o contra terceros que hayan sido parte del proyecto. Valoración 2.9 – Menor calificación.

Universidad de Santander
Personería Jur. 810 de 12/03/96 Min.Educación UDES

Avenida 4a. Esquina Calle 10 Norte
Urbanización El Bosque
Teléfonos: (7) 5791008 - 5792742
5783211 - 5790311 / Fax. (7) 5782977
www.udes.edu.co
Cúcuta - Colombia

El Comité de Trabajos de Grado por Acta No.12 del día 3 del mes junio de 2021 designa Jurados Calificadores del Trabajo de Grado:

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE *Plukenetia volubilis* Y SUS APLICACIONES EN LAS INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS, ALIMENTARIAS Y COSMÉTICAS.
REVISIÓN DOCUMENTAL 2000-2021.

Presentado por la alumna:

JEIMMY GABRIELA MELO CONTRERAS
Código: 02160171046

Programa: **Bacteriología y Laboratorio Clínico**

Los Jurados Calificadores:

KAREN PIEDAD MARTÍNEZ MARCIALES

ELENA MARÍA PEÑARANDA LIZARAZO

Confirmando la siguiente calificación:

Categoría,	**Valoración,**
Aprobado	**4.0**

OBSERVACIONES:

_____
_____
_____
_____

En San José de Cúcuta a los 18 días del mes de junio de 2021.

En Constancia firman:

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

Le dedicamos este proyecto primero que todo a Dios, por darnos sabiduría, paciencia e inteligencia, por este logro. A nuestros familiares quienes nos apoyaron incondicionalmente en todo nuestro proceso, que siempre fueron ese impulso para seguir adelante con lo que hacíamos hasta lograrlo.

A nuestros docentes por el gran apoyo, profesionalismo y dedicación, que desempeñaron durante el proceso de este proyecto de grado. A nuestros compañeros muchas gracias por ser ese grupo motivador a nuestra Universidad de Santander por ser una excelente institución.

Debemos tener en cuenta que seguir adelante empieza por ti mismo, por creértelo y recordártelo especialmente en los momentos más difíciles. Cuando comiences a pensar que el reto te viene grande o dudas en tus capacidades para conseguirlo recuerda que siempre lo podrás lograr.

AGRADECIMIENTO

De: Jeimmy Gabriela Melo Contreras:

Principalmente agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este punto de mi vida, un momento muy especial en el cual culmino y se ve el resultado de tantos años de esfuerzo porque realmente sin él y sus bendiciones esto no se podría hacer realidad. Agradezco también a mis padres Zulay Contreras y Oscar Melo por ser ese apoyo y ese sostén día a día para enfrentar cada obstáculo que se ha presentado, sin duda merecen lo mejor de esta nueva etapa, Por otro lado, agradezco a mis hermanos Valentina y Oscar Andrés por creer ciegamente en mí y ser su ejemplo a seguir, prometo nunca faltarles y estar siempre para ustedes. Agradezco a personas muy importantes en mi vida que no están presentes de cuerpo, pero aun de alma, mente y en mi corazón las cuales siempre creyeron en mí y quisieron estar presentes en este momento importante en mi vida, pero sé que desde el cielo lo están (camilo, mis abuelos y mi gran amor Aldair) todo esto también es por ustedes. Agradezco a mis amistades sinceras y reales que han creído y confiado en mí que sienten esta meta como suyas también, por siempre estar ahí y no dejarme desfallecer.

Agradezco al profesor Jael Contreras Rangel, asesor metodológico por guiarnos y ser parte esencial de este proceso, a nuestra directora que ha sido un pilar fundamental en la investigación, gracias por tanta paciencia, dedicación y profesionalismo. Un agradecimiento a la coordinadora de la carrera la Doc. Claudia Montejo por su entrega, inteligencia y sacrificio que hace día a día para formarnos como excelentes profesionales de la salud.

Un especial Agradecimiento a mi compañero Kevin Andrey Niño Yanes por su acompañamiento y amistad por estos largos años en el cual hemos vivido cosas buenas y malas, pero siempre hemos estado de pie siguiendo adelante y más que todo unidos, siempre estando el uno para el otro. Sin él nada de esto hubiese sido posible ya que admiro cada uno de los valores que tiene como personas y hombre, espero que recordemos siempre esta linda etapa con orgullo en la cual llegamos y culminamos juntos, siempre será una persona especial

en mi vida, Gracias por todo. Por último, agradezco a la universidad de Santander campus Cúcuta por tantos años de formación y contar con las mejores instalaciones para nuestra preparación.

De: Kevin Andrey Niño Yanes:

Agradezco primeramente a Dios, por permitirme llegar tan lejos con esta carrera; seguido de mi Madre Yaneth Yanes y mis abuelos Irene y Luis los cuales fueron un gran apoyo para mí y estuvieron incondicionalmente para mí, a mis Familiares más cercanos los cuales fueron un pilar también en cumplir mis sueños.

Agradezco a mi compañera y gran amiga Gabriela Melo por ser ese apoyo mutuo y esa gran amistad que me brindó tanto académica, como personalmente durante todos estos años y a la cual le tengo gran cariño y aprecio, así mismo a la Universidad de Santander campus Cúcuta, porque nos dio esa confianza y disponibilidad de ejercer este trabajo.

A nuestra directora Karina Rios y al semillero CUDLAVI le doy las gracias por abrirnos una puerta y guiarnos en nuestro trabajo académico, dando siempre lo mejor de sí mismos. A nuestro asesor metodológico el Dr. Jael Contreras Rangel que se ganó nuestro cariño por ser ese gran ser humano, por estar siempre dispuesto a darnos las sugerencias y ayudas necesarias para obtener este trabajo. A la Dra. Claudia Sofía Montejo coordinadora de la carrera que es una excelente persona, líder, consejera una gran mujer, un ser humano magnifico, que con gran profesionalismo lleva nuestra carrera en alto y con orgullo, gracias por ser esa persona en quien podemos confiar.

Finalmente, a mis compañeros de clase y a los docentes que tuve la oportunidad de conocerlos, que por una u otra razón trabajaron en este proceso.

CONTENIDO

1. PROBLEMA 19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 19
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 20
1.3 OBJETIVOS 20
1.3.1 Objetivo general 20
1.3.2 Objetivos específicos. 20
1.4 JUSTIFICACIÓN 21
2. MARCO DE REFERENCIA 23
2.1 ANTECEDENTES 23
2.2 MARCO TEORICO 31
2.2.1 Plukenetia volubilis 31
2.2.2 Aplicación en la industria 33
2.3 MARCO CONCEPTUAL 36
2.4 MARCO CONTEXTUAL 37
3. MARCO METODOLÓGICO 38
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN 38
3.1.1 Nivel de la investigación 38
3.1.2 Diseño de investigación 38
3.2 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS 39
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA 39
3.3.1 Población 39
3.3.2 Muestra 40
3.3.3 Criterios de inclusión y exclusión 40

3.4 MATRIZ OPERATIVA DE CATEGORÍAS 41

3.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD..... 41

3.6 TECNICAS Y ANALISIS DE PROCESAMIENTO DE DATOS..... 42

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... 43

4.1 RESULTADOS E INTERPRETACION 43

4.1.1 Identificar moléculas bioactivas de uso potencial para la industria farmacéutica mediante matriz de análisis de artículos científicos..... 43

4.1.2 Determinar moléculas bioactivas de uso potencial para la industria alimentaria mediante matriz de análisis de artículos científicos..... 45

4.1.3 Establecer moléculas bioactivas de uso potencial para la industria cosmética mediante matriz de análisis de artículos científicos..... 50

4.2 DISCUSION..... 566

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 608

5.1 CONCLUSIONES..... 608

5.2 RECOMENDACIONES 619

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros bioquímicos séricos de los animales a los 30 y 60 días 43
Tabla 2: Efecto de prueba Rancimat (110°C, aire 15 L/h x 50 min) en la modificación de ácidos grasos 44
Tabla 3: Efecto antioxidante in vitro mediante el método DPPH y ABTS..... 45
Tabla 4: Composición proximal de la cáscara de Sacha inchi 46
Tabla 5: Rendimiento de extracción y características fisicoquímicas del aceite de Sacha Inchi..... 47
Tabla 6: Resultados de análisis y de micotoxinas a la harina 48
Tabla 7: Porcentaje de humedad y rendimiento de las microcápsulas de los aceites de Sacha inchi 49
Tabla 8: Caracterización fisicoquímica de la Torta de Sacha inchi 49
Tabla 9: Ensayo de solubilidad del aceite de Sacha inchi..... 50
Tabla 10: Resultados de análisis fisicoquímico del champú de Sacha inchi 51
Tabla 11: Resultados de análisis fisicoquímico del protector solar de Sacha inchi..... 51
Tabla 12: Resultados de análisis fisicoquímico de la crema corporal de Sacha inchi 51
Tabla 13: Porcentajes de humedad y rendimiento de las microcápsulas de los aceites de Sacha inchi 54
Tabla 14: Resultados prueba de irritabilidad 55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evaluación clínica de la crema con aceite de sacha inchi (28 días). 52
Figura 2: Evaluación clínica de la crema con aceite de Sacha inchi (0 días) 53
Figura 3: Evaluación clínica de la crema con aceite de sacha inchi (28 Días 53

ACTIVIDAD BIOLÓGICA DE *Plukenetia volubilis* Y SUS APLICACIONES EN LAS INDUSTRIAS FARMACÉUTICAS, ALIMENTARIAS Y COSMÉTICAS. REVISIÓN DOCUMENTAL 2000-2021

J. GABRIELA MELO* y KEVIN A. NIÑO**

Email: cuc16171046@mail.udes.edu.co – cuc16171021@mail.udes.edu.co

RESUMEN

Sacha Inchi *(Plukenetia volubilis)* es una planta oleaginosa trepadora que crece en países como Perú, Bolivia y Colombia (1). Esta es una fuente rica en ácidos grasos insaturados especialmente alfa linolénico y linoleico también conocidos como Omega 3 y Omega 6, la cual ha sido utilizada por indígenas desde hace mucho tiempo como medio de alimentación, entre otras utilidades, debido a esto hoy en día es visto como un cultivo prometedor en la industria gracias a los beneficios que puede aportar (17) (18). Por lo tanto, esto llevó a plantear como objetivo de este estudio el determinar la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* y sus aplicaciones en distintas industrias como lo es la cosmética, farmacéutica y alimentaria por medio de una revisión documental basada en la búsqueda de artículos científicos que demostraron la efectividad de la planta de interés en las diversas industrias gracias a su composición en ácidos grasos, antioxidantes, fitoesteroles y tocoferoles, donde la mayor efectividad clínica de Sacha Inchi está relacionada con su capacidad para mejorar el estado de los perfiles lipídicos y reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular (4), también puede ser utilizada en métodos de prevención y tratamiento de enfermedades de la piel, demostrando que las moléculas bioactivas presentes en esta planta tienen muchas utilidades y aplicaciones potenciales en las industrias farmacéuticas, alimentarias y cosméticas.

Palabras clave: Ácidos grasos; Antioxidantes; Industria alimentaria; Industria cosmética; Industria farmacéutica; Moléculas bioactivas; Plukenetia volubilis; Sacha inchi.

ABSTRACT

Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) is a climbing oleaginous plant that grows in countries such as Perú, Bolivia and Colombia (1). This is a rich source of unsaturated fatty acids especially alpha linolenic and linoleic also known as Omega 3 and Omega 6, which has been used by indigenous people for a long time as a means of food, among other utilities, because of this today is seen as a promising crop in the industry thanks to the benefits it can provide (17) (18). Therefore, the objective of this study was to determine the biological activity of Plukenetia volubilis and its applications in different industries such as cosmetics, pharmaceuticals and food by means of a documentary review based on the search for scientific articles that demonstrated the effectiveness of the plant of interest in various industries thanks to its composition in fatty acids, antioxidants, phytosterols and tocopherols, where the greatest clinical effectiveness of Sacha Inchi is related to its ability to improve the state of lipid profiles and reduce the risk of cardiovascular disease (4), it can also be used in methods of prevention and treatment of skin diseases, demonstrating that the bioactive molecules present in this plant have many utilities and potential applications in the pharmaceutical, food and cosmetic industries.

Keywords: Fatty acids; Antioxidants; Food industry; Cosmetic industry; Pharmaceutical industry; Bioactive molecules; Plukenetia volubilis; Sacha inchi.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal, determinar la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* y sus aplicaciones en las industrias farmacéuticas, alimentarias y cosméticas, debido a que el aceite de sacha inchi es un producto de alta calidad con potencialidad en el mercado y una gran cantidad de compuestos bioactivos beneficiosos para la alimentación y la salud.

La importancia de seguir investigando sobre este tema surgió gracias a estudios realizados en los últimos años sobre esta planta donde se demuestra que cuenta con una gran variedad de aplicaciones tanto a nivel industrial como investigativo por los beneficios que esta planta puede aportar una excelente fuente de ácidos grasos insaturados, fundamentalmente alfa linolénico y linoleico. También teniendo en cuenta su alto contenido en tocoferoles y antioxidantes (1).

En diversos países se han realizado investigaciones referentes a esta planta, debido a que la forma de abordar este tema es muy variada gracias a los distintos beneficios que *Plukenetia volubilis* puede aportar, todo esto con la finalidad de determinar qué áreas se pueden beneficiar (1).

Este trabajo se centra en la determinación de la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* y sus aportes en las industrias farmacéuticas, alimentarias y cosméticas por medio de una revisión documental donde se recopiló información de diversos artículos científicos los cuales abordaron el tema de interés y cumplieron con los criterios de inclusión.

En el capítulo 1 se abordaron las cuestiones teóricas que sustentan el planteamiento del problema. Se hizo un breve repaso sobre *Plukenetia volubilis* su origen, distribución geográfica, propiedades, entre otros. El segundo capítulo abarca los antecedentes que permitieron construir el estado del arte y recopilar información relevante para la discusión de resultados. El siguiente capítulo se explica le metodología usada junto con los criterios de

inclusión y exclusión aplicados a la selección de los artículos científicos de los cuales se extrajeron los resultados que fueran de utilidad. En el capítulo 4 se presentan los resultados obtenidos de diversos autores y la discusión. Por último, se hace una pequeña recomendación para aquellas personas que estén interesadas en seguir investigando sobre este tema en un futuro.

1. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Flores, entre otros autores, Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) es una planta oleaginosa trepadora que crece en países como Perú, Bolivia y Colombia. Es una excelente fuente de ácidos grasos insaturados, fundamentalmente alfa linolénico y linoleico (1).

El género *Plukenetia* pertenece a la familia Euforbiáceas y está integrado por 19 especies. Tiene una distribución pan tropical, hallándose 12 especies en Sudamérica y centro-américa y las restantes en el viejo mundo, pudiendo existir otras especies actualmente no conocidas. En América, su presencia 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 2000 m.s.n.m., clima tropical o subtropical, con temperaturas de 10 a 26°C y una humedad relativa del 78% (2) (3).

Según Norma Alayon, Alicia (2), entre otros autores, afirman que Sacha Inchi ha sido parte de la dieta de indígenas desde la antigüedad y es visto en la actualidad como un cultivo prometedor. Por su composición en ácidos grasos esenciales y su alto contenido en tocoferoles y antioxidantes.

Teniendo en cuenta su composición en ácidos grasos y la evidencia existente, se considera que la mayor efectividad clínica del Sacha Inchi está relacionada con su capacidad para mejorar el estado de los perfiles lipídicos y reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular. También que puede ser utilizada en métodos de prevención y tratamiento de enfermedades de la piel, demostrando que la planta tiene muchas aplicaciones posibles. (4).

Dado que de las semillas de esta planta se extraen aceites ricos en antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados, tiene un alto potencial agro tecnológico, por lo cual esta planta posee grandes aplicaciones en diversos campos como en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Aplicando el desarrollo de tecnologías innovadoras donde se

aproveche al máximo la actividad biológica de la planta Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y los beneficios que esta contiene. (1) (2) (5) (6) (7).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* y sus aplicaciones en las industrias farmacéuticas, alimentarias y cosméticas. Revisión documental 2000-2021?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Determinar la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* y sus aplicaciones en las industrias farmacéuticas, alimentarias y cosméticas. Revisión documental 2000-2021

1.3.2 Objetivos específicos.

- Identificar moléculas bioactivas de uso potencial para la industria farmacéutica mediante matriz de análisis de artículos científicos.
- Identificar moléculas bioactivas de uso potencial para la industria alimentaria mediante matriz de análisis de artículos científicos.
- Establecer moléculas bioactivas de uso potencial para la industria cosmética mediante matriz de análisis de artículos científicos.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Existe una alta incidencia en enfermedades crónicas y degenerativas, la cual hace que haya una demanda de la población para incrementar el consumo y utilización de productos que contengan componentes antioxidantes. Por lo tanto, todo esto ha llevado a las industrias a investigar, formular y desarrollar productos dermocosméticos y/ farmacéuticos a partir de aceites de plantas naturales. El aceite de Sacha inchi o *Plukenetia volublis* es una de las plantas con recursos naturales potenciales ya que tienen una composición nutricional debido al alto porcentaje de omega 3 y 6 los cuales ayudan a las propiedades benéficas por consumo directo; además de los fitoesteroles, tocoferoles, carotenos y compuestos fenólicos que tienen propiedad importante en el uso industrial ya sea farmacéutico, cosmético o alimentaria (8).

Según Castaño DL entre otros autores, afirman que los ácidos grasos contribuyen no sólo ayudan al material graso sino también a su capacidad gastronómica y culinaria, estos se encargan del transporte de vitaminas liposolubles, otros en el movimiento de las proteínas e interviene en diversas funcionales biológicas entre ellas la antioxidante, sistema nervioso y visual. Los estudios realizados con Sacha inchi (*Plukenetia volubilis)* muestra que de esta plata se extrae una fuente importante de aceite, el cual se puede comparar con aceites reconocidos en la industria alimentaria. Por otro lado, también se habla que en estudios realizados sobre el aceite de esta planta ha generado su gran competitividad en esta industria con aceites de grandes marcas que tienen mayor demanda comercial ya que en el aceite extraído de *Plukenetia volubilis* se pueden encontrar ácidos grasos funcionales que actúan de manera positiva en algunas actividades del organismo humano (9).

Línea de investigación: Basado en la Resolución 333 de 2011 donde se establecen los requisitos nutricionales que deben tener los alimentos aptos para el consumo humano, *Plukenetia volubilis* cumple principalmente con una buena fuente de proteínas, calcio y ácidos grasos omega. De igual importancia, la Resolución 3774 de 2004 rige la norma de

buenas prácticas de manufactura cosmética y farmacéutica con la guía de verificación de estas muestra que la planta de interés está dentro de las aceptaciones indicadas en ella. En última instancia este proyecto se ajusta a las dos líneas de investigación del grupo CRISALIDA, las cuales son Biotecnología industrial y alimentaria, Calidad e inocuidad alimentaria (10) (11).

Este estudio se centra en la búsqueda de la actividad biología de *Plukenetia Volubilis* y sus distintas aplicaciones en varias industrias. El enfoque de interés son las áreas farmacéutica, cosmética y alimentaria ya que esta planta posee una alta demanda en el mercado debido a sus grandes beneficios para poder obtener una buena alimentación debido a ser rica en ácidos grasos y ésta también posee un gran aporte para tener buena salud. Debido a las características de esta planta, se quiso indagar acerca de la utilidad que posee Sacha inchi y sus aplicaciones a las industrias mencionadas (12).

Octavio Chirinos y colaboradores determinaron algunos objetivos a largo plazo basado en estudios realizados sobre sacha inchi en el cual se encaminaron a la búsqueda de nuevas formas y uso de esta planta para el consumo humano, también su aplicación en industrias importantes como lo son la cosmética, farmacéutica y alimentaria. Todo esto es en busca de beneficios que provengan de *Plukenetia volubilis* debido a que sus consumidores cada vez son más conscientes de la necesidad de una alimentación basada en nutrientes para evitar problemas de salud y a su vez mantener su funcionalidad como antioxidante (13).

Las poblaciones beneficiadas con este estudio son diversas comunidades, especialmente la comunidad académica, las personas e instituciones que tengan el interés en investigar más sobre *Plukenetia volubilis,* sus aplicaciones, propiedades y beneficios que esta planta posee en diversas áreas.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 ANTECEDENTES

2010, Gorriti Gutierrez A., Quispe Jacobo F. Química, farmacología y toxicología del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) destinado al mercado de alimentos funcionales. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El estudio que plantea Gorriti, y Quispe (14), realizaron la investigación morfológica y química de muestras de semillas y aceites de sacha inchi, recolectados en los departamentos de Amazonas, Huanuco, Junín Loreto, San Martín y Ucayali. Los resultados del análisis morfológico indican que las muestras M-10 y M-11 del departamento de Amazonas presentan los mayores valores en diámetro mayor, diámetro menor, espesor, peso de semilla, peso de cáscara y peso de almendra.

Metodología: Evaluación morfológica de las semillas de sacha inchi
Las semillas se eligieron al azar en cantidades representativas de lotes de producción se procedieron a evaluar en semillas individuales: diámetro mayor, diámetro menor, espesor, peso de semilla, peso de cáscara y peso de almendra; y en 100 semillas se evaluaron: peso de 100 semillas, peso de cáscara de 100 semillas y peso de almendras de 100 semillas (14).

Obtención del aceite crudo: Entre 150 y 250g de almendras convenientemente seleccionadas se colocaron en el cilindro de acero inoxidable de la prensa hidráulica (marca nacional) y se procedieron a prensar hasta alcanzar la presión de 3000 PSI. Los aceites crudos obtenidos se decantaron y posteriormente se filtraron a través de papel filtro (Whatman No. 1) con la ayuda de una bomba de vacío (Copelametic, USA), y los volúmenes filtrados, se almacenaron a temperaturas bajas en frascos de vidrio color ámbar (14).

Resultado de interés: Extracción del aceite crudo de sacha inchi Los rendimientos de

extracción de aceite crudo descrito en la tabla 2, indican que las muestras M-10 y M-11 de Amazonas y M-3 de San Martín sobrepasaron rendimientos del 37% cuando se sometieron hasta una presión de 3000 PSI. De manera contradictoria se observa que la muestra que presentó el mayor rendimiento de 100 almendras M-23 presentó el rendimiento más bajo de extracción de aceite crudo (14).

Conclusiones: Existen diferencias significativas entre las diferentes muestras de semillas de sacha inchi que fueron recolectadas en los departamentos de Junín, Huanuco, San Martín, Amazonas, Ucayali y Loreto (14).

Las muestras M-10 y M-11 de Amazonas sobresalieron en diámetro menor, diámetro mayor, espesor de semilla, así como en peso de semilla, peso de almendra y peso de cáscara tanto para semillas individuales como para 100 semillas (14).

2012, Mosquera, Tatiana; Noriega, Paco; Tapia, Wilson; Pérez, Silvia H. Evaluación de la eficacia cosmética de cremas elaboradas con aceites extraídos de especies vegetales amazónicas: *Mauritia flexuosa* (MORETE), *Plukenetia volubilis* (SACHA INCHI) Y *Oenocarpus bataua* (UNGURAHUA) LA GRANJA. Revista de Ciencias, Universidad Politécnica Salesiana Cuenca, Ecuador.

Según investigaciones que plantea Mosquera y Noriega (15) en el estudio, llama la atención la importancia de la afirmación que brinda un grupo entre otros, Mosquera, Noriega, Tapia, Pérez afirman que el mundo vegetal es la fuente más importante de antioxidantes que conozca el ser humano. De ahí la gran cantidad de productos que suelen estar presentes en las formulaciones anti-age o antiarrugas.

Los principios activos a los que se les atribuye esta actividad suelen ser los flavonoides, compuestos polifenólicos y antocinidinas, principalmente. Sin embargo, existen números trabajos de materiales vegetales con alto contenido de ácidos grasos que demuestran que no solo son una fuente alimenticia, sino también representan un potencial de materia prima para

la industria (15).

Metodología: fórmula de las cremas faciales: La fórmula cosmética elegida pertenece a las emulsiones, una emulsión es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera más o menos homogénea, los cuales están unidos por un emulsificante, emulsionante o emulgente. (15).

Muestras: Se hicieron 3 tipos de formulaciones, agregando a cada una de estas un activo diferente (aceite vegetal de una especie amazónica en estudio). Se formula, además, una crema con la misma base sin activo considerado testigo (15).

Resultado de interés: Se observa que en el examen que se realizó luego de 28 días de tratamiento se registró un decrecimiento notorio en el parámetro R0 y un incremento notorio en el parámetro R5. Los resultados obtenidos muestran que después de los 28 días de tratamiento con la crema TM003 hubo un incremento de la firmeza y la elasticidad de la piel de las voluntarias participantes. Por otro lado, luego de 28 días de tratamiento no se observaron resultados representativos, estos corresponden a aquellos en los cuales el tratamiento provoco cambios significativos para un nivel de confianza del 99,9 %. Los parámetros indicados los cuales no corresponden a aquellos en los que no existieron diferencias significativas desde el inicio del tratamiento, genero un nivel de confianza del 95 % (15).

Conclusiones: Los resultados que se obtuvieron del estudio señalaron que los tratamientos de 28 días con las cremas TM001, TM003 y TM004 generaron una mejorara en el estado de la piel del rostro de las voluntarias. De acuerdo con la evaluación clínica estas cremas lograron mejorar notoriamente la luminosidad y suavidad de la piel del rostro de las voluntarias, mientras que la evaluación instrumental indicó que se produjo una mejora en la firmeza y elasticidad de la piel (15).

2015, Ricardo Alejandro Miranda-Gelvez, Camilo Ernesto Guerrero-Alvarado. Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.), Catatumbo, Norte de Santander.

Estudios realizados en la actualidad, llama la atención la importancia los aportes que brinda Miranda y Guerrero (16) consolidan acerca del cultivo de Sacha Inchi (*P. volubilis*) viene siendo desarrollado en la selva amazónica peruana y en Colombia se cultiva principalmente en el departamento del Putumayo. Hoy en día existen propuestas de su implementación en la región del Catatumbo Norte Santandereano.

Metodología: Se prepararon 4 dietas experimentales en las cuales se incluyó la TSI, como sustituto parcial de la harina de pescado en los siguientes porcentajes 0%, 5%, 10% y 20%. Se utilizaron 144 juveniles de tilapia con pesos de 5,8 ± 0,9 g, los cuales fueron alimentados con 8 raciones al dia por un periodo de 55 días para evaluar la ganancia de peso, conversión alimenticia, tasa específica de crecimiento, tasa de eficiencia proteica, índice hepatosomático y porcentaje de sobrevivencia (16).

Resultado de interés: Los resultados no evidenciaron diferencias significativas en ninguna de las dietas establecidas previamente. Sin embargo, los parámetros esperados a evaluar presentaron valores significativamente elevados para inclusiones de 0, 5 y 10%, difiriendo estadísticamente del nivel inclusión de 20% (16).

Conclusión: Se concluye que *P. volubilis* puede sustituir la harina de pescado hasta en un nivel de 10% de inclusión (16).

2016, Alayón, AN., Echeverri, I. Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis Hnneo*): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. Grupo de Investigaciones Biomédicas. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de San Buenaventura, Cartagena, Colombia y Grupo de Investigación Biomédica, Depto. Ciencias Básicas Médicas. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad ICESI,

Cali, Colombia.

Según las investigaciones realizadas por Alayón y Echeverri (17) consolidan acerca del género *Plukenetia* pertenece a la familia Euforbiáceas y está integrado por 19 especies. Tiene una distribución pan tropical, hallándose 12 especies en Sudamérica y centro-américa y las restantes en el viejo mundo, pudiendo existir otras especies actualmente no conocidas. En América, su presencia 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 2000 m.s.n.m., clima tropical o subtropical, con temperaturas de 10 a 26°C y una humedad relativa del 78%.

De la semilla de esta planta se puede extraer un aceite rico en antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados con elevado potencial agro tecnológico y aplicaciones en las industrias alimentarias humanas y animales, así como cosméticas (17).

Teniendo en cuenta su composición en ácidos grasos y la evidencia existente, es esperable que la mayor efectividad clínica de Sacha Inchi se asocie con su capacidad para mejorar los perfiles lipídicos y disminuir el riesgo cardiovascular, aunque hay experiencias que sugieren que podría también ser efectivo en tratamientos preventivos y curativos de enfermedades de la piel, lo que demuestra la amplia variedad de aplicaciones posibles (17).

Metodología: Se revisaron las bases de datos Elsevier Scopus, EBSCO y Journal Science Direct y se buscaron artículos publicados en el periodo 2000-2015 utilizando como palabras clave Sacha Inchi, *Plukenetia volubilis L.*, maní del Inca e inca peanut en título, resumen y palabras claves, en revistas arbitradas (17).

Los ácidos grasos y la salud cardiovascular El auge del impacto positivo en la salud cardiovascular derivado de la adopción de dietas como la mediterránea, fue puesto en evidencia por los resultados de estudios multicéntricos extensos como el de Prevención con dieta Mediterránea. En promedio, este tipo de dieta provee entre 33 y 42 % de la ingesta calórica total de los individuos en forma de lípidos, 15% en forma de proteínas y el resto en

forma de carbohidratos, lo que la convierte en una dieta relativamente rica en grasa de origen vegetal y otorga un importante papel a los lípidos, implicándolos en los beneficios hallados (17).

Resultado de interés: debido al evidente aumento en el número y variedad de publicaciones con resultados de investigaciones sobre el cultivo de las plantas de Sacha Inchi y la caracterización de sus partes y derivados, no son igual de abundantes las investigaciones orientadas a evaluar cambios metabólicos derivados de su consumo. Sin importar, que las evidencias estén en menor cantidad, las presentes actualmente muestran un camino prometedor y permiten estimar en las semillas y en los derivados de Sacha Inchi un interesante potencial agroindustrial (17).

Conclusiones: El consumir el maní de Sacha Inchi o alguno de sus derivados, los cuales son caracterizados por tener un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados Omega 3 y 6, todo esto se aporta a que haya una reducción en el perfil bioquímico para evitar un riesgo cardiovascular, lo que permite que haya beneficios a mediano y largo plazo, como medida de acción preventiva de distintos niveles (17).

Su acción, esta basada en el mejoramiento de los perfiles lipídicos tanto en ayunas como postprandiales, lo cual brinda una oportunidad sin precedentes de hacer frente, utilizando un producto natural, a los índices de morbimortalidad por estas causas, especialmente teniendo en cuenta el fracaso de estrategias basadas en la disminución de la ingesta de grasas, y en los intentos ineficaces para incrementar las concentraciones de lipoproteínas de alta densidad, que ha sido uno de los descubrimientos en las intervenciones con Sacha Inchi (17).

2017, **Diana Vásquez-Osorio, Gustavo A. Hincapié Llanos, Mónica Cardona; Diana Isabel Jaramillo, Lina Velez Acosta. Formulación de una colada empleando harina de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) proveniente del proceso de obtención de aceite. Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.**

Estudios planteados entre otros Vásquez, Hicapié, Cardona (18) aseguran que el aceite

proveniente de la semilla de sacha inchi la cual se cataloga como de alta calidad, debido a su perfil lipídico, y se destacan los omegas 3, 6 y 9, además de su composición farmacológica y toxicológica, lo que ha incrementado el interés de los consumidores por este producto y consecuentemente su explotación comercial. La extracción puede realizarse mediante presión, incremento de la temperatura, uso de disolventes o combinación.

Materiales y métodos: se realizó en dos etapas: la 1 fue la obtención y caracterización fisicoquímica y microbiológica de la harina de sacha inchi producida a partir de la torta residual de la extracción del aceite; la 2 comprendió la elaboración y caracterización de coladas desarrolladas con sustitución parcial de almidón de maíz por la harina de sacha inchi generada en la 1 etapa. La interpretación fue de tipo fisicoquímico, microbiológico y sensorial (18).

Resultados: Los contenidos de proteína y cenizas de la harina de sacha inchi que se encontraron en este estudio fueron mayores a los obtenidos por Jagersbergger, el cual reportó 56,6 % y 5,9 % respectivamente, por otro lado el contenido de grasa fue menor, ya que el autor reportó 8,6 %. Por tanto estos resultados están estrechamente relacionados con el proceso de acondicionamiento de la materia prima, pues, al retirar el aceite residual de la torta, se obtiene un producto con menor cantidad de grasa y en consecuencia los demás compuestos se aumentan porcentualmente (18).

Conclusiones: La harina de sacha inchi producida a partir de la torta residual de la extracción del aceite puede ser considerada como buena fuente de proteína, calcio y ácidos grasos omega 3, normalmente libre de colesterol, baja en grasa saturada y en carbohidratos. Teniendo en cuenta los resultados del contenido graso, la humedad, el pH y la Aw de la harina de sacha inchi, se determina que esta es un subproducto de estabilidad intermedia y, no requeriría estar en refrigeración para su conservación. La colada elaborada empleando como ingrediente la harina de sacha inchi obtenida en este estudio es un producto con un elevado contenido de proteína de alta digestibilidad y esta puede llegar a ser incluida en la dieta como complemento nutricional (18).

2018, Camacho C., Fanny I., Contreras C., Evelyn R. Diseño y formulación de una línea dermocosmética a base del aceite de Sacha Inchi "*Plukenetia volubilis L*" para su aplicación antioxidante para el cuidado del cabello y la piel. Facultad de farmacia y bioquímica escuela académico profesional de farmacia y bioquímica

Según las investigaciones que plantean los estudios que brinda entre otros, Camacho, y Chamorro (19) afirman desde hace mucho tiempo atrás cuentan con plantas medicinales para todos los tipos de malestares o dolencias leves e incluso para algunas enfermedades graves o crónicas. Este conocimiento está siendo aprovechada también por grandes industrias farmacéuticas y cosméticas nacionales e internacionales, donde las investigaciones van en creciente aumento año tras año. El Perú busca ubicarse en la categoría de cosmética natural para el cuidado de la piel, por lo cual dentro de la lista de los recursos más empleados tenemos a la quinua, el sacha inchi, la uña de gato, entre otras joyas en bruto, ya que la demanda de una comercialización de visión ecológica a nivel mundial está en crecimiento exponencial.

El aceite proveniente de sacha inchi se caracteriza por su gran contenido de ácidos grasos poliinsaturados como lo son α-linolénico (omega 3) y linoleico (omega 6), donde estos acido grasos representan el 82% del contenido total del aceite, el 18% restante lo conforman otros componentes como fitoesteroles, tocoferoles, carotenos y compuestos fenólicos que tienen función de antioxidante, propiedad de captar radicales libres, un tema que ha sido investigado últimamente debido a los altos índices de radiación ultravioleta registrados por el deterioro que este ha causado en la capa de ozono, lo cual trae como consecuencia el aumento de casos alarmantes de cáncer de piel (19).

Metodología: Obtención del aceite natural de *Plukenetia volubilis L*. El aceite natural de *Plukenetia volubilis* Linneo "Sacha Inchi" se obtivieron por medio de la compra a los proveedores a una empresa llamada Omnichem, la cual garantizaba la calidad, seguridad y eficacia de su producto, siendo esta certificada (19).

Resultado de interés: Crear una formulación de una línea dermocosmética a base del aceite

de sacha inchi obteniendo como resultado teniendo el color característico de la base con que se elaboran, todos tuvieron brillo y buena fluidez (19).

Análisis fisicoquímico de los productos dermocosméticos Se obtuvo como resultados en cuanto al pH del champú, crema corporal y protector solar que estos se encuentran en el rango de 5,0 a 7,5, lo cual indica que se encuentran en condiciones óptimas para ser usada en la piel humana (19).

Análisis microbiológico de los productos dermocosméticos: Estos productos fueron fabricados en condiciones óptimas de asepsia, aplicando las buenas prácticas de laboratorio y buenas prácticas de manufactura arrojando como resultados la ausencia de *S. aureus*, *P. aeruginosa* y *E. coli* (19).

Conclusiones: Se logró diseñar la línea dermocosmética a base de aceite de *Plukenetia volubilis* Linneo "sacha inchi", cumpliendo con los aspectos fisicoquímicos, microbiológicos establecidos y evidenció estabilidad de acuerdo con todos los estudios mencionados anteriormente como el pH siendo este óptimo para ser aplicado en la piel humana, la ausencia de microorganismos, entre otros (19).

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 *Plukenetia volubilis*

2.2.1.1 Generalidades

Según un estudio de viabilidad económica del cultivo de *Plukenetia volubilis linneo* "Sacha Inchi" Realizado en el Instituto de investigaciones de la Amazonía peruana, Sacha inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*) es una planta que pertenece a la familia de la Euphorbiaceae, originaria de la Amazonía, conocida como, sacha inchi, amui, sacha yuchi, sacha yuchiqui, sampannankii, suwaa, maní del monte, sacha maní, maní del inca, maní jibaro o inca peanuts (20).

2.2.1.2 Características del género y la especie

Según Martínez M y otros investigadores (21) (22) este género pertenece a la familia de la Euphorbiacea, se caracteriza porque presenta plantas con una importancia económica ya que se obtienen productos tales como el caucho, la tapioca, ceras y aceites. Este género comprende 17 especies, 12 en América, 3 en África, una en Madagascar y una en Asia.

2.2.1.3 Morfología

Es una planta trepadora, voluble, semileñosa con hábito de crecimiento indeterminado; en cuanto a sus hojas, son alternas de forma acorazonada de 10 a 12 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho, elípticos, aserrados y con pecíolos de 2 a 6 cm de largo. Las nervaduras nacen en la base de la nervadura central orientándose al ápice (23).

En cuanto al fruto, tiene forma de estrella, con número variable de lóbulos que pueden ir desde cuatro hasta ocho, predominando aquellos que tienen cuatro o cinco lóbulos. Estos frutos se dividen cuando esté madura y se diferencia, endureciendo sus paredes. Cuando el fruto se encuentra maduro, dentro del fruto se hallan las semillas que son de color marrón oscuro, corrugadas y venadas, de forma lenticular y con 1.5 a 2 cm de diámetro (24).

Es una planta hermafrodita y las flores presentan una polinización cruzada, lo que indica que se trata de una especie alógama. El conocimiento del tipo de reproducción es fundamental para futuros trabajos que consistan en la mejora genética de esta especie. En Sacha Inchi existen 2 tipos de flores, las flores masculinas las cuales son pequeñas, blanquecinas, se encuentran en racimos y las femeninas que se encuentran en la base del racimo y ubicadas lateralmente de una a dos flores (25).

2.2.1.4 Distribución geográfica

La planta de sacha inchi se ha encontrado desde América Central hasta Bolivia, en América del Sur se ha registrado en la Amazonía peruana, boliviana y en las Antillas. En el Perú están

distribuidos principalmente en las zonas selváticas de los departamentos de San Martín, Ucayali y Loreto. Cabe destacar que en Colombia se encuentra en estado silvestre en diversos lugares de la Orino-Amazonia y en el pacífico y como cultivo establecido se ha reportado en el departamento del Chocó, en el Putumayo, Caquetá y en el Amazonas; se han registrado cultivos de sacha inchi en Fresno Tolima y Tibacuy Cundinamarca. Así mismo, los mayores productores de *P. volubilis* son Putumayo y Choco. Putumayo con un área de 33 hectáreas y Chocó con una hectárea. Cada departamento presentó un rendimiento de 0,5 toneladas de semilla hectárea año (23).

2.2.2 Aplicación en la industria

2.2.2.1 Industria farmacéutica

Según investigaciones planteadas por Camacho y Chamorro (19) consideran que, en las últimas décadas, la industria cosmética ha sufrido una revolución que marcó el inicio de un aumento de conocimiento de la fisiología de la piel humana, como también el avance del desarrollo de técnicas innovadoras para su aplicación. Tradicionalmente, los cosméticos han sido considerados preparaciones, como polvos o cremas, elaboradas para el mejoramiento de la apariencia en las personas aplicándola directamente sobre la piel. Sin embargo, los avances científicos y tecnológicos han cambiado nuestro entendimiento de la fisiología de la piel normal por el cual los cosméticos han mejorado en la aplicación para la modificación física y la actividad biológica.

La gran diversidad de técnicas disponibles actualmente para investigar la respuesta de la piel a una variedad de estímulos, sus variaciones y sus respuestas a comúnmente encontrados agresiones ambientales. En la actualidad, la diversidad biológica del Perú. Sin embargo, este recurso está siendo subutilizado y no se está aprovechando el verdadero potencial de esta planta para el desarrollo económico y social del país. Esto es de gran importante, porque le abre las puertas al Perú como proveedor de insumos cosméticos en la industria mundial, lo cual representa, una vez más, la gran oportunidad de diversificación productiva y exportadora dentro del enfoque de sostenibilidad y sustentabilidad, debido a la aceptación del mercado internacional del aceite por sus propiedades benéficas. El valor comercial del aceite de sacha

inchi (*P. volubilis L.*) no sólo se debe a la alimentación, cultural y aspectos históricos, sino a su estabilidad y enormes posibilidades de aplicación para su industrialización, como por ejemplo la Empresa Rais Vida, la cual es una empresa que se dedica a la investigación y fabricación de productos naturales, que actualmente ya posee en el mercado una línea de productos con el nombre Sayhsy (que contiene maca, hierba santa, sacha inchi, entre otros) o la Empresa Sederma Paris, dedicada a la industria cosmética (19).

2.2.2.2 Industria Alimentaria

Según Benítez, Coronel, Hurtado, Martín (26) afirman acerca, *Plukenetia volubilis*, también conocida como Sacha Inchi es una semilla rica en ácidos grasos poliinsaturados en comparación con todas las semillas oleaginosas utilizadas en el mundo. La semilla de sacha inchi ha sido de gran importancia en distintos campos principalmente la parte de alimentos, principalmente en la obtención de aceite.

"La mayoría de producción de esta semilla es destinada a la elaboración de aceites, también para torta mediante la cáscara los cuales son dos subproductos agroindustriales" (26).

Al evaluar la composición química de estos subproductos, se infiere que constituyen una fuente potencial de nutrientes por tal motivo es una alternativa agroambiental, al disponer de ellos adecuadamente, empleándolos en la agroindustria como fertilizante, sustrato para la producción de setas comestibles o como suplemento alimenticio para el consumo humano y también el consumo animal. Hasta el momento, el único autor que ha reportado subproductos en la extracción de aceite del sacha inchi ha sido Mondragón (2009), quien realizó el análisis farmacognóstico y bromatológico de la torta, el cual muestra y confirma que este subproducto tiene altos niveles nutritivos, ni tóxicos en cuanto a la vida de cualquier ser humano, este es utilizado en la formulación de mezclas nutritivas y en la industria alimentaria; además, este autor mencionó sus posibles aplicaciones en procesos tecnológicos para la industria cosmética y farmacéutica. Dicho estudio se enfoca más en la torta, dejando de lado la cáscara, que también puede ser aprovechada, a pesar de sus propiedades físicas como la dureza que tiene esta, empleando las cenizas (26).

Es importante destacar que las investigaciones realizadas con residuos vegetales incinerados han demostrado que su aplicación en suelos agrícolas resulta eficiente para corregir su acidez y recuperar nutrientes esenciales para las plantas. Considerando lo anterior, como objeto del presente estudio, se determinó la composición proximal y el contenido de algunos metales en la cáscara de sacha inchi cultivada en el Putumayo; igualmente, se evaluó la solubilidad de sus cenizas en agua en tres valores de pH, teniendo en cuenta posibles empleos en suelos agrícolas (26).

2.2.2.3 Industria Cosmética

Investigaciones anteriores realizadas por Mosquera, Noriega y Tapia (15) demuestran la actividad antioxidante de los aceites de *Mauritua flexuosa* (Morete), *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) y *Oenocarpus bataua* (Ungurahua), se realizaron formulaciones de cremas de aplicación cosmética y emulsiones básicas, evitando que el uso de demasiados ingredientes pueda interferir en lo que se consideran como “activos” dentro de la formulación cosmética (aceites con potencial antioxidante).

Las muestras fueron evaluadas en un estudio in vivo no invasivo, utilizando una muestra de 30 mujeres que presentaban cierto grado de foto envejecimiento. Se realizó una evaluación clínica dermatológica y una evaluación instrumental utilizando el Cutometer MPA580, equipo que permite visualizar las modificaciones en la elasticidad y firmeza cutánea. La evaluación se la hizo al inicio y luego de cuatro semanas de utilizar el producto y los datos fueron sometidos al análisis de varianza. Los resultados del estudio demuestran que, a los 28 días de tratamiento, la evaluación clínica las cremas muestran una mejorara significativa en la luminosidad y suavidad de la piel, y la evaluación instrumental indica que se logró una mejoría en la firmeza y elasticidad de la piel (15).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

ACTIVIDAD BIOLOGICA: "Expresión que se emplea para describir los efectos benéficos o adversos que produce una droga sobre la materia viva" (27).

INDUSTRIA: "Actividad económica y técnica que consiste en transformar las materias primas hasta convertirlas en productos adecuados para satisfacer las necesidades del hombre" (28) (29).

INDUSTRIA ALIMENTARIA: "Este sector de la producción industrial tiene como fin la transformación y conservación de materiales y productos que están destinados a la alimentación humana" (30).

INDUSTRIA COSMETICA: Este es uno de los sectores que tiene mayor crecimiento anual en la economía ya que la mejora de la belleza física especialmente en las mujeres tiene una necesidad de consumo que logra que estas empresas tengan ventas inalcanzables en muchos sectores (31).

INDUSTRIA FARMACEUTICA: Esta es importante en los sistemas sanitarios; está organizado por numerosas entidades tanto públicas como privadas que se dedican al descubrimiento, desarrollo, fabricación y comercialización de medicamentos para la salud humana y animal. En igual forma han creado un gran impacto en el desarrollo y descubrimiento de productos farmacéuticos innovadores, por lo cual esto hace que tengan un mejor proceso terapéutico y que haya menos efectos secundarios (32) (33).

MEDICAMENTOS: Cualquier sustancia que no sea alimento, y que se usa para prevenir, diagnosticar, tratar o aliviar los síntomas de una enfermedad o afección. A veces, alteran el funcionamiento del encéfalo o del resto del cuerpo, y producen cambios en el estado de ánimo, la conciencia, los pensamientos, los sentimientos o el comportamiento. Es posible abusar del consumo de algunos medicamentos, como los opioides, y a veces producen dependencia o adicción (34).

2.4 MARCO CONTEXTUAL

La información obtenida para esta investigación fue tomada de manera predilecta en páginas como SciELO, Redalyc, ScienceDirect, PubMed, revistas médicas, BIMERE; estas brindan informaciones de estudios verídicos, confiables y multiculturales, que fueron realizados en distintos países, por consiguiente, se incluyeron, con la finalidad de un aporte necesaria para la revisión bibliográfica.

Las bases de datos más utilizadas a nivel mundial por la calidad de documentos que suelen encontrarse SciELO, Redalyc, ScienceDirect, resulto de una manera muy eficiente en la búsqueda de las palabras claves seleccionadas arrojando resultados de 649 el cual nos fue suficiente y aptas para realizar la revisión documental.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Nivel de la investigación

Descriptiva

Según Tamayo y Tamayo (35) (36) la investigación descriptiva abarca el registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y el proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, por lo cual en esta revisión se va a descubrir directa y asertivamente la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica.

3.1.2 Diseño de investigación

Documental

El diseño documental, es una variable de la investigación científica donde su objetivo fundamental es el análisis de distintos fenómenos existentes de la realidad a través de la indagación exhaustiva, sistemática y rigurosa, utilizando técnica muy precisas; de la documentación existente que directa o indirectamente, aporte la información atinente al fenómeno que estudiaremos, debido a todo se puede decir que esta revisión es de diseño documental ya que se busca en este caso la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* en distintas industrias como lo son alimentarias, cosméticas y farmacéuticas basándonos en artículos o como bien se dice en el tipo de diseño, en documentos (37).

3.2 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Fase 1: Selección de sitios web

Toda esta información se obtuvo de bases de datos muy grandes a nivel mundial como lo es SciELO, ScienceDirect, otras como Pubmed la cuales fueron aptas para la realización de investigaciones documentales.

Fase 2: Revisión de artículos

Como método y procedimiento para poder realizar esta investigación se tuvo en cuenta reportes bibliográficos, revisiones documentales, artículos entre otras bases de datos que fueron parte esencial para esta metodología con el fin de demostrar que toda esta información fue verídica.

Fase 3: Determinación de artículos útiles

Por otro lado un aspecto fundamental para la realización de esta investigación fue que todo material utilizado no excediera un rango mayor de publicación de 15 a 20 años claramente no descartando información esencial con un tiempo mayor a este, cada una de estas publicaciones que se tuvieron en cuenta abarcaban temas sobre palabras claves de la investigación que se realizó, entre estas, las siguientes: Industria farmacéutica, cosmética y alimentarias, actividad bilógica y como principal información sobre la planta que cumple el papel importante en esto que es *Plukenetia volubilis* la cual es conocida como sacha inchi.

Fase 4: Registro de datos

Al realizar todo esto se accedió a pasar esta información a bases de datos de gran utilidad como lo son Word que a su vez se incluyeron en una matriz trabajada con elementos tales como: título, objetivos, breve resumen del problema, autores, año, país, enlace, cita plasmada en el documento y referencia de la norma Vancouver.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 Población

Según Tamayo; 2012 (37) la población es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. En este caso la población del estudio consistió en las investigaciones disponibles en la literatura científica sobre la actividad biológica de *Plukenetia volubilis.*

3.3.2 Muestra

Según Tamayo, T y Tamayo (38), M (1997), afirma que la muestra es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico.

Se utilizaron 46 artículos de diferentes bases de datos tales como SciELO, Redalyc, ScienceDirect, PubMed, revistas médicas, BIMERE, etc. Los cuáles serán seleccionados, revisados previamente y contarán con los datos e información necesaria para esta revisión documental.

3.3.3 Criterios de inclusión y exclusión

Nuestros criterios de inclusión al momento de seleccionar artículos para nuestra investigación se centraron en artículos cuyo tema principal fuera acerca de la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* y las diversas aplicaciones que esta tendría en las industrias tanto farmacéuticas, alimentarias y cosméticas, también teniendo en cuenta aportes y beneficios que esta proporciona dentro de dichos campos, basados en estudios que se realizaron a nivel especialmente internacional, nacional y por ultimo regional.

Como criterios de exclusión tomamos en cuenta si la fecha de los artículos se encontraba dentro del rango establecido principalmente para la investigación que no excediera un periodo de tiempo no mayor de 15 a 20 años, claramente no descartando información esencial y si estos se centraban o no en la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* con sus diversas aplicaciones que esta tendría en las industrias tanto farmacéuticas, alimentarias y cosméticas el cual es el tema principal de este trabajo.

3.4 MATRIZ OPERATIVA DE CATEGORÍAS

Pregunta de investigación	Objetivo de Investigación	Variable	Dimensión	Categorías Apriorísticas	Categorías Emergentes	Subcategorías
¿Como Identificar moléculas bioactivas de uso potencial para la industria farmacéutica mediante matriz de análisis de artículos científicos?	Identificar moléculas bioactivas de uso potencial para la industria farmacéutica mediante matriz de análisis de artículos científicos	Moléculas Bioactivas	----------	Moléculas Bioactivas *Plukenetia volubilis*	Actividad Biológica Ácidos Grasos Salud Cardiovascular	Industria farmacéutica
¿Como Determinar moléculas bioactivas de uso potencial para la industria alimentaria mediante matriz de análisis de artículos científicos?	Determinar moléculas bioactivas de uso potencial para la industria alimentaria mediante matriz de análisis de artículos científicos	Moléculas Bioactivas	----------	Moléculas Bioactivas *Plukenetia volubilis*	Actividad Biológica Antioxidante Aceite Sustituto Alimentario	Industria Alimentaria
¿Como establecer moléculas bioactivas de uso potencial para la industria cosmética mediante matriz de análisis de artículos científicos?	Establecer moléculas bioactivas de uso potencial para la industria cosmética mediante matriz de análisis de artículos científicos.	Moléculas Bioactivas	----------	Moléculas Bioactivas *Plukenetia volubilis*	Actividad Biológica Dermocosmetica Fisiología de la Piel	Industria Cosmética

3.5 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Se cuenta con la revisión completa y cuidadosa de cada uno de los artículos utilizados en esta investigación, para asegurarnos de que cada uno de ellos contara con las características que necesitábamos recolectar, es decir, que los artículos recolectados provinieran de fuentes confiables y seguras de investigación, también que se encontraran dentro de los rangos de años establecidos previamente, para posteriormente realizar la lectura de cada uno de ellos y asegurarnos de que abarcaran alguna de nuestras temáticas de interés, es decir que estos fueran acerca de la actividad biológica de *Plukenetia volubilis* y las diversas aplicaciones que esta tendría en las industrias tanto farmacéuticas, alimentarias y cosméticas.

3.6 TECNICAS Y ANALISIS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

Matriz en Word: en la matriz realizada en Word se registraran los artículos obtenidos y previamente seleccionados de las bases de datos utilizadas como SciELO, Redalyc, ScienceDirect, PubMed, revistas médicas, BIMERE, esta matriz está compuesta por cinco columnas las cuales están divididas en el número de la referencia, los autores y título del artículo, el link del artículo, el tipo de cita al que este pertenece y por último la forma correcta en la que esta se referencia en la normativa Vancouver, todo esto para tener un control y seguimiento de los artículos que se están utilizando.

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS E INTERPRETACION

4.1.1 Identificación de moléculas bioactivas de uso potencial para la industria farmacéutica mediante matriz de análisis de artículos científicos.

En el estudio realizado por Gorriti, y Quispe (39) observaron que, en los parámetros séricos a los 30 días de seguimiento, existen diferencias significativas entre los grupos en cuanto a colesterol total, HDL y triglicéridos. Después a los 60 días, no observaron ninguna diferencia estadísticamente importante de los grupos en ninguno de los parámetros; no obstante, se observó valores en promedio más bajos en colesterol total en el grupo SI05 con respecto al grupo control SSF y L05; en el HDL, los valores más altos se presentaron en el grupo SI05, mientras que los valores más bajos de triglicéridos se observaron en el grupo L05, con respecto a los valores de glucosa, urea y TGP los valores más bajos se encontraron en el grupo SI05, y en fosfatasa alcalina el grupo SI05 presentó los valores más altos (**Tabla 1)**.

Tabla 1: Parámetros bioquímicos séricos de los animales a los 30 y 60 días

Grupos	CT (mg/dL)	HDL (mg/dL)	TG (mg/dL)	G (mg/dL)	U (mg/dL)	TGP (UI/dL)	FA (UI/dL)
Evaluación a los 30 días							
SSF (n=8)*	155,3 ± 26,2 [ab]	48,3 ± 4,7 [b]	124,3 ± 23,3 [b]	83,5 ± 12,2	17,3 ± 2,2	16,0 ± 3,6	131,4 ± 30,1
SI05 (n=8)*	180,3 ± 18,2 [a]	53,5 ± 9,0 [ab]	151,3 ± 22,8 [a]	83,5 ± 4,3	18,0 ± 5,4	14,8± 3,5	132,0 ± 33,6
L05 (n=8)*	142,3 ± 27,8 [b]	56,5 ± 3,4 [a]	130,5 ± 17,4 [ab]	87,8 ± 8,7	15,5 ± 3,3	15,5 ± 2,9	132,5 ± 24,9
p	<0,01	<0,05	<0,05	ns	ns	ns	ns
Evaluación a los 60 días							
SSF (n=8)*	146,5 ± 23,5	44,5 ± 5,1	155,6 ± 38,2	88,0 ± 8,4	18,4 ± 3,7	19,0 ± 12,0	139,6 ± 31,9
SI05 (n=8)*	138,0 ± 20,4	49,5 ± 8,5	146,8 ± 29,8	81,0 ± 9,5	15,4 ± 3,9	16,9 ± 8,3	142,8 ± 45,5
L05 (n=8)*	146,9 ± 10,6	47,9 ± 5,8	139,1 ± 7,0	81,8 ± 5,8	18,1 ± 8,3	16,1 ± 7,8	136,4 ± 40,0
p	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

SSF: solución salina de suero fisiológico; **SI05:** aceite de sacha inchi 0,5 mL; **L05:** aceite de linaza 0,5 mL; **CT:** colesterol total; **HDL:** lipoproteínas de alta densidad; **TG:** triglicéridos; **G:** glucosa; **U:** úrea; **TGP:** alanino amino transferasa; **FA:** fosfatasa alcalina.
p: valor p del análisis de varianza; **ns:** diferencia no significativa. * media ± desviación estándar. Valores con diferentes letras dentro de cada columna denotan diferencias significativas en la prueba de Tukey con p≤0,05.

Ejemplo tomado por: Gorriti Gutierrez A., Quispe Jacobo F. Química, farmacología y toxicología del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) destinado al mercado de

alimentos funcionales [Internet] [Consultado el 2021 febrero 18] Disponible en: https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1380/Quimica_farmacologia_toxicologia_aceite_sacha_inchi_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

La composición en ácidos grasos del aceite de sacha inchi se resume por los autores Rodríguez, Villanueva y Baquerizo (40) de la siguiente manera: el aceite fresco posee un 6,813% de ácidos grasos mono-insaturados, un 88,421% por ácidos grasos poliinsaturados, también se observó un 4,766% de ácidos grasos saturados (**Tabla 2)**; los resultados son concordantes con los reportados por Gutiérrez et al. (2011), Hamaker et al. (1992), Pascual et al. (2000), y Follegatti-Romero (2009).

Tabla 2: Efecto de prueba Rancimat (110°C, aire 15 L/h x 50 min) en la modificación de ácidos grasos

Ácido graso	Composición inicial (%)	Composición final (%)
Palmítico	2,762 ± 0,07	1,464± 0,02
Esteárico	2,004 ± 0,03	4.719 ± 0,03
Oléico	6,813 ± 0,10	3,728± 0,15
Linoléico	33,184 ± 0,26	20,038± 0,09
Linolénico	55,237 ± 0,09	31,917 ± 0,08
Linolelaídico	-	15,753 ± 0,13
Eicosanoico	-	22,338 ± 0,06

*Datos son expresados como promedios ± desviación estándar (n=3).

Ejemplo tomado por: Rodríguez G., Villanueva E., Glorio P., Baquerizo M. estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceito de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Scientia agropecuaria. 2015; 6(3) [Consultado el 2021 marzo 10] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172015000300002

Según Castillo E, Castillo S, Reyes C (12) afirmaron en su investigación que el aceite de *Plukenetia volubilis* logró un elevado valor de EC50 pero mostrando también una baja capacidad como antioxidante al trolox, por causa de la ausencia que presenta de compuestos fenólicos y flavonoides que son los principales metabolitos secundarios responsables de la capacidad antioxidante que se encuentran en las hojas de las demás plantas (**Tabla 3**)

Tabla 3: Efecto antioxidante in vitro mediante el método DPPH y ABTS

	DPPH EC_{50} (mg/mL)	**ABTS' uM trotox/g extracto**
Aloe vera	0.860 ± 0,01	1.160 ± 0.060
Plukenetia volubilis	2.550 ± 0.04	0.154 ± 0.001
Caiophora carduifolia	0.420 ± 0.06	4.580 ± 0.020
Cecropia membranácea	0.159 ± 0.04	5.834 ± 0.001
EC_{50}: Concentración efectiva media. *Desviación estándar		

Ejemplo tomado por: Franco-Quino C., Muñoz-Espinoza DM., Gómez-Herreros C., Chau-Miranda G., Cueva-Piña L., Guardia-Ortiz E., Saavedra-Yucra S., Arroyo-Acevedo J., Herrera-Calderón O. Características fitoquímicas y capacidad antioxidante in vitro de Aloe vera, Plukenetia volubilis, Caiophora carduifolia, Cecropia membranácea [Internet] 2016; 77(1): 9-13 [Consultado el 2021 Mayo 7] Disponible en: http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v77n1/a02v77n1.pdf

4.1.2 Identificación de moléculas bioactivas de uso potencial para la industria alimentaria mediante matriz de análisis de artículos científicos.

Según Benítez, Coronel, Hurtado, entre otros autores (26) determinaron que el análisis proximal de la cáscara de sacha inchi está constituida especialmente por fibra (77.8 %). Según este parámetro la digestibilidad y valor energético de este subproducto es menor, debido a que posee contenido en fibra al igual que con el contenido proteico que es muy bajo,

el cual esto hace que sean productos con una ingestión voluntaria reducida y con un valor alimenticio muy escaso (**Tabla 4**).

Tabla 4: Composición proximal de la cáscara de Sacha inchi

Componente	**%**
Cenizas	1.75 ± 0.08
Grasas	0.39 ± 0.02
Proteínas	2.75 ± 0.03
Fibra bruta	77.84 ± 0.63
Extracto no nitrogenado	17.27 ± 0.000
***Valores promedios ± desviación estándar (n=3)**	

Ejemplo tomado por: Benítez, R., Coronel, C., Hurtado, Z., Martín, J. Composición química de la cáscara de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) y alternativas para su aprovechamiento como subproducto agroindustrial. Rev. red.uao [Internet] 2014: 28-32 [Consultado el 2021 Febrero 19] Recuperado de: https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10673/A0056.pdf;jsessionid=FC9B1F4FB4324C4261EB99248A16B9D5?sequence=1

Los autores Castaño, Valencia, Murillo, entre otros, (9) aportaron que los valores que se muestran en la siguiente tabla indican que el reactor de flujo forzado supera la producción de aceite obtenido por el método soxhlet en más del 50%, por lo tanto, es preferible que sea utilizada como materia prima la semilla de cáscara, también datos demuestran que el porcentaje de recuperación parece ser independiente del método aplicado o del uso de la semilla con cáscara o sin ella (**Tabla 5)**.

Tabla 5: Rendimiento de extracción y características fisicoquímicas del aceite de Sacha Inchi

Método	Soxhlet		Reactor		Aceites comerciales	
Prueba	PCC	PSC	PCC	PSC	OV[a]	PAL[b]
Rendimiento (g/100g semilla)	15,40 ±0,068	19,70 ±0,065	41,20 ±0,053	48,50 ± 0,040	--	--
Recuperación (% total de aceite, g/100 g semilla)	93 ±0,020	89 ±0,025	93 ±0,040	88 ±0,035	--	--
Densidad a 25°C (g/cm³)	0,92 ±0,00		0,93 ±0,00		0,91-0,92	0,89-0,89
Índice de refracción	1,479		1,479		1,468-1,471	1,454-1,456
Indice de saponificación (mg KOH /g muestra)	185,20 ± 0,50		207,66±0,93		184,0-196,0	209,00
I. Yodo (g de I /100g de aceite)	168,90 ± 0,602	171,40 ±0,305	175,80±0,416	179,20 ±0,450	75,00-94,00	50,00-55,00
Índice de acidez (g de acido oléico/ 100g de aceite)	0,03 ±0,003	0,03 ±0,002	0,11 ±0,015	0,09 ±0,010	3,30*	4,00*
Índice de peróxidos (mg eq O_2 / Kg de aceite)	5,2 ± 0,00		5,6±0,00		20,00*	15,00*

Ejemplo tomado por: Castaño DL., Valencia MP., Murillo E., Mendez J., Jolis JE. Composición de ácidos grasos de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis linneo*) y su relación con la bioactividad del vegetal. Rev. Chil.nutr. 2012; 39(1): 45-52.

En el siguiente estudio se presentan los resultados del análisis microbiológico y de micotoxinas de la harina de trigo de Sacha inchi en el cual Vásquez-Osorio, Hincapié, Cardona, Jaramillo; y Vélez (18) nos muestran que la calidad microbiológica de este producto se encuentra apta en cuanto a la normatividad colombiana para harina de trigo y alimentos destinados al consumo humano. Después de la elaboración, caracterización de las coladas y una vez evaluada la calidad fisicoquímica y microbiológica de la harina de trigo de Sacha inchi, procedieron con la segunda etapa de la investigación: elaboración y caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las coladas obtenidas mediante la sustitución parcial de almidón de maíz por la HTSI obtenida (**Tabla 6)**.

Tabla 6: Resultados de análisis y de micotoxinas a la harina

Parámetro	HTSI	Límite normativo	Norma para harina
Recuento de aeróbios mesófilos UFC/g	89	200000	NTC 267
Recuento de Escherichia coli UFC /g	0	< 10	
Detección de Salmonella /25 g	(-)	(-)	
Recuento de mohos y levaduras UFC/g	0	3000	
Recuento de Staphylococcus aureus coagulasa positiva UFC/g	0	<100	
Recuento de Bacillus cereus UFC/g	0	500	
Aflatoxinas ppb	< 1,4	10	NTC 3581 Resolución 4506 de 2013
Deoxinivalenol (DON) ppb	< 500	500	Resolución 4506 de 2013

Ejemplo tomado por: Vásquez D., Hincapié G., Cardona M., Jaramillo D., Vélez L. Formulación de una colada empleando harina de Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis L.*) proveniente del proceso de obtención de aceite. Perspectiva en nutrición humana [Internet] 2017; 19(2): 167-179 [Consultado el 2021 Marzo 28] Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v19n2/0124-4108-penh-19-02-00167.pdf

Como muy bien sabemos los micro encapsulados son una tecnología de empaquetamiento de materiales sólidos, líquidos o gaseosos donde las microcápsulas selladas pueden liberar sus contenidos a velocidades controladas bajo condiciones específicas, y pueden proteger el producto encapsulado de la luz y el oxígeno. Por lo tanto en este estudio que se hicieron a los micro encapsulados de Sacha inchi por Alarcón, Pérez y Chasquibol (41) afirmaron que **l**os porcentajes de humedad de los micro encapsulados fueron menores al 10% y se encuentran dentro de los límites establecidos para los productos comestibles en polvo. El porcentaje de humedad fue de 3,20 a 5,87 % y de 2,40 a 6,36 % para los microencapsulados de aceite de sacha inchi, *Plukenetia huayllabambana* y *P. volubilis*, respectivamente (**Tabla 7**). El flujo de alimentación al equipo de secado influye directamente en el porcentaje de humedad del producto final, como el tiempo que dura en la cámara de secado el cual puede llegar a una humedad de equilibrio.

Tabla 7: Porcentaje de humedad y rendimiento de las microcápsulas de los aceites de Sacha inchi

Aceites	Material de pared	% Humedad	% Rendimiento
ASIH	Hi-cap	3,20 ± 0,03	19,80 ± 5,87
	GA+MD+WPI	3,58 ± 0,09	39,88 ± 1,23
	GA	5,87 ± 0,13	26,45 ± 4,99
	GA+MD	5,01 ± 0,09	29,65±10,77
ASIV	Hi-cap	2,40 ± 0,06	32,96 ± 5,79
	GA+MD+WPI	3,34 ± 0,03	34,28 ± 1,20
	GA	6,36 ± 0,06	30,58 ± 1,12
	GA+MD	4,63 ± 0,06	35,75 ± 1,18

Ejemplo tomado por: Alarcón R., Peréz MC., Chasquibol N. Evaluación de la vida útil de los aceites de Sacha Inchi (*Plukenetia huayllabambana* y *Plukenetia volubilis*) micro encapsulados. Rev, soc. quím [Internet] 2019; 85(3):227-337 [Consultado el 2021 Marzo 10] Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000300005

Según los autores Vásquez-Osorio, Jaramillo, Hincapié, y Vélez (18) afirman acerca de las características fisicoquímicas de la torta de Sacha inchi se puede evidenciar que el macronutriente predominante en este residuo agroindustrial es la proteína con un valor de 50.185%, le sigue el contenido de grasa y carbohidratos donde por último se puede ver que el contenido de humedad es relativamente bajo con un 6.750 % (**Tabla 8**).

Tabla 8: Caracterización fisicoquímica de la Torta de Sacha inchi

Análisis	Base húmeda
Humedad	6.750 ± 0.636
Ceniza	5.350 ± 0.354
Proteína	50.185 ± 1.930
Grasa	17.388 ± 0.139
Fibra	4.465 ± 0.191
Carbohidratos	15.862 ± 2.574

Ejemplo tomado por: Vásquez D., Hincapié G., Cardona M., Jaramillo D., Vélez L. Formulación de una colada empleando harina de Sacha inchi (*Plukenetia Volubilis* L.) proveniente del proceso de obtención de aceite. Perspectiva en nutrición humana [Internet]

2017; 19(2): 167-179 [Consultado el 2021 marzo 28] Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v19n2/0124-4108-penh-19-02-00167.pdf

4.1.3 Establecimiento de moléculas bioactivas de uso potencial para la industria cosmética mediante matriz de análisis de artículos científicos.

Según el estudio realizado por Camacho (8), los resultados del ensayo de solubilidad del aceite de sacha inchi, dio a conocer que éste contiene componentes químicos solubles en solventes de polaridad media 35 como: cloruro de metilo, cloroformo, butanol e insoluble en agua, PEG 400 y poco soluble en metanol y etanol (**Tabla 9**).

Tabla 9: Ensayo de solubilidad del aceite de Sacha inchi

PRUEBA DE SOLUBILIDAD	
SOLVENTE	**SOLUBILIDAD**
Agua	-
PEG 400	-
Metanol	+
Etanol	+
Cloroformo	+++
Cloruro de metilo	+++
Butanol	+++

Ejemplo tomado por: Camacho C., Fanny I., Contreras C., Evelyn R. Diseño y formulación de una línea dermocosmética a base del aceite de Sacha Inchi "*Plukenetia volubilis Linneo*" para su aplicación antioxidante para el cuidado del cabello y la piel [Internet] Lima, Perú: Universidad Wiener; 2018 [Consultado el 2021 febrero 18] Recuperado de: http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2972/TESIS%20Camacho%20Fanny%20-%20Chamorro%20Ruby.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Otros resultados obtenidos por los autores anteriores afirmaron que los resultados del pH del champú, crema corporal y protector solar se encuentran en el rango de 5,0 a 7,5, lo cual indica

que se encuentran en condiciones óptimas para el uso de la piel humana. Los resultados de viscosidad indican que la consistencia ha sido estable en los 90 días, lo cual indica que su condición física se encuentra de igual manera que el día de fabricación (**Tabla 10**) (**Tabla 11**) (**Tabla 12**).

Tabla 10: Resultados de análisis fisicoquímico del champú de Sacha inchi

Análisis fisicoquímico	Meses			
	Tiempo cero	1°	2°	3°
pH (25-30ºC)	5,8	5,5	5,5	5,4
Viscosidad cps (25-30ºC)	5811,7	5810,4	5809,8	5809,5

Tabla 12: Resultados de análisis fisicoquímico de la crema corporal de Sacha inchi

Análisis fisicoquímico	Meses			
	Tiempo cero	1°	2°	3°
pH (25-30ºC)	6,50	6,45	6,30	6,30
Viscosidad cps (25-30ºC)	150 000	155 000	153 000	150 000

Tabla 11: Resultados de análisis fisicoquímico del protector solar de Sacha inchi

Análisis fisicoquímico	Meses			
	Tiempo cero	1°	2°	3°
pH (25-30ºC)	6,10	6,00	5,55	5,50
Viscosidad cps (25-30ºC)	225 000	225 000	220 000	215 000

Ejemplo tomado por: Camacho C., Fanny I., Contreras C., Evelyn R. Diseño y formulación de una línea dermocosmética a base del aceite de Sacha Inchi "*Plukenetia volubilis Linneo*" para su aplicación antioxidante para el cuidado del cabello y la piel [Internet] Lima, Perú: Universidad Wiener; 2018 [Consultado el 2021 Febrero 18] Recuperado de: http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2972/TESIS%20Camacho%20Fanny%20-%20Chamorro%20Ruby.pdf?sequence=1&isAllowed=y

En el estudio de Monroy, Lopez, y Araque, entre otros autores (42) estudiaron el efecto de la temperatura de extracción a temperaturas de 30, 40, 50 y 60 °C, observándose que, a mayor temperatura, aumenta la cantidad de compuestos volátiles extraídos, notándose que el proceso alcanza el equilibrio de fases a 50 °C. Por ello, se eligió la temperatura de 50 °C como la más adecuada para el método de extracción de compuestos volátiles activos (**Figura 1)**.

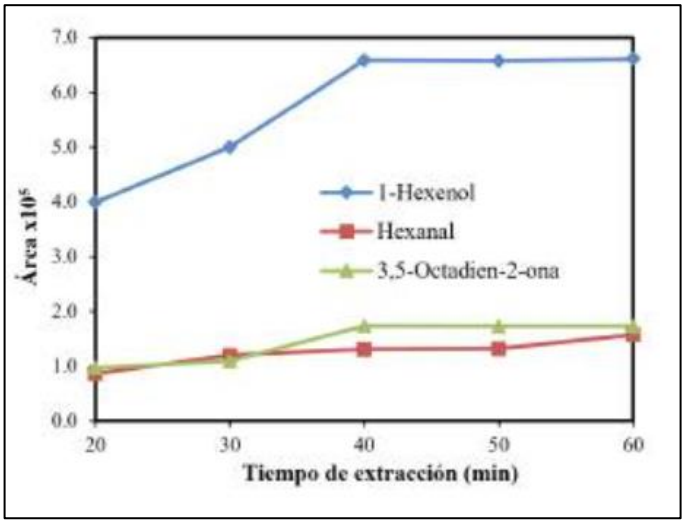

Figura 1: Evaluación clínica de la crema con aceite de sacha inchi (28 días).

Ejemplo tomado por: Monroy Soto LT., Lopez Cordoba CA., Araque Marín P., Torijano Gutierrez SA., Zapata Ochoa JA. Caracterización de los compuestos de aroma del aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) por HS-SPME-GC-MS-O. Rev. colomb.quim. 2019; 48(3): 45-50 [Consultado el 2021 Febrero 18] Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042019000300045

Según el estudio realizado por Mosquera, Tapia y Peréz (15) obtuvieron resultados que permiten concluir que luego de 28 días con TM001 se presentó una mejora en el 100 % de las voluntarias, tanto en el atributo de luminosidad como en el de suavidad, aumentando los valores promedios de los atributos de 2 a 3,6 en luminosidad y de 2,1 a 3,3 en suavidad, mayoritariamente marcada respecto a la situación inicial (**Figura 2) (Figura 3)**.

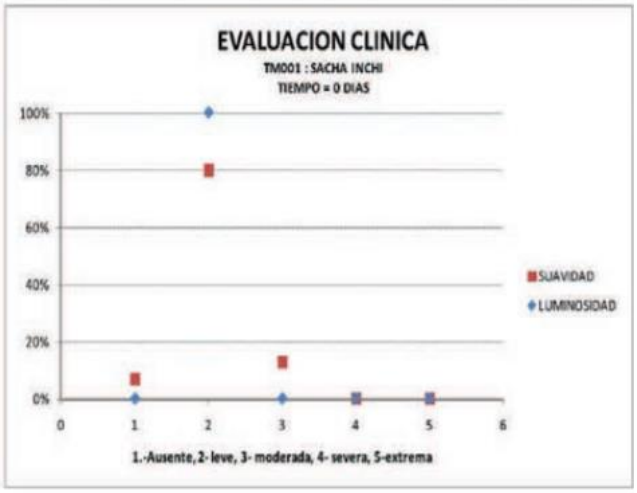

Figura 2: Evaluación clínica de la crema con aceite de Sacha inchi (0 días)

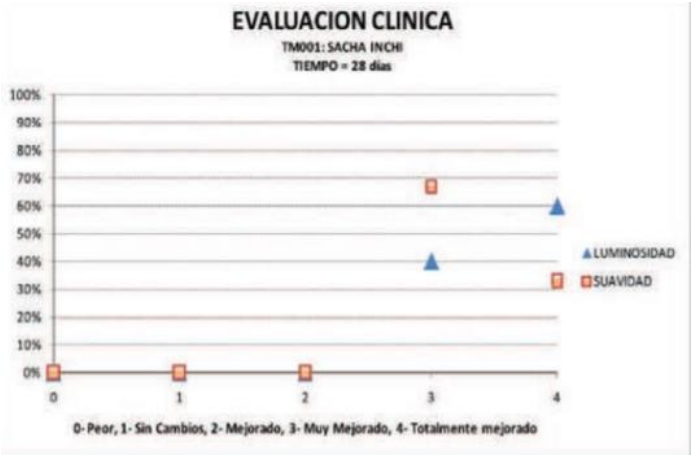

Figura 3: Evaluación clínica de la crema con aceite de sacha inchi (28 Días

Ejemplo tomado por: Mosquera, T., Noriega, P., Tapia, W., Pérez, S. Evaluación de la eficacia cosmética de cremas elaboradas con aceites extraídos de especies vegetales amazónicas: *Mauritia flexuosa* (MORETE), *Plukenetia volubilis* (SACHA INCHI) y Oenocarpus bataua (UNGURAHUA). La granja. Revista de ciencias de la vida. 2012; 16(2): 14-22.

Según el estudio realizado por Alarcón, Peréz y Chasquibol (41) afirman que los porcentajes de humedad de los microencapsulados fueron menores al 10% y se encuentran dentro de los límites establecidos para los productos comestibles en polvo11. El porcentaje de humedad

fue de 3,20 a 5,87 % y de 2,40 a 6,36 % para los microencapsulados de aceite de sacha inchi *Plukenetia huayllabambana* y *P. volubilis*, respectivamente (**Tabla 13)**. En relación con los porcentajes de rendimiento, estos fueron en todos los casos menores del 40 % que es el rendimiento esperado, para el proceso de microencapsulación a nivel de laboratorio.

Tabla 13: Porcentajes de humedad y rendimiento de las microcápsulas de los aceites de Sacha inchi

Aceites	Material de pared	% Humedad	% Rendimiento
ASIH	Hi-cap	3,20 ± 0,03	19,80 ± 5,87
	GA+MD+WPI	3,58 ± 0,09	39,88 ± 1,23
	GA	5,87 ± 0,13	26,45 ± 4,99
	GA+MD	5,01 ± 0,09	29,65±10,77
ASIV	Hi-cap	2,40 ± 0,06	32,96 ± 5,79
	GA+MD+WPI	3,34 ± 0,03	34,28 ± 1,20
	GA	6,36 ± 0,06	30,58 ± 1,12
	GA+MD	4,63 ± 0,06	35,75 ± 1,18

Ejemplo tomado por: Alarcón R., Peréz MC., Chasquibol N. Evaluación de la vida útil de los aceites de Sacha Inchi (*Plukenetia huayllabambana* y *Plukenetia volubilis*) microencapsulados. Rev, soc. quím [Internet] 2019; 85(3):227-337 [Consultado el 2021 Marzo 10] Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000300005

Según Silva (43) en su trabajo de investigación, elaboró tres formulaciones con distintas concentraciones del extracto de fluido de guayusa y del aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis) de las cuales se seleccionó la mejor concentración para la evaluación de la eficacia cosmética, a partir de pruebas de control de calidad, estabilidad preliminar, irritación y del método de captura del radical DPPH (2.2 difenil –1- picril hidrazilo), donde se obtuvieron resultados favorables en cuanto a las absorbancias de las concentraciones la cual fueron C1

(crema con activo), C2 (crema sin activo) y demostrando su eficacia como un antioxidante cosmético al verse que no causa ninguna irritabilidad en la piel (**Tabla 14**).

Tabla 14: Resultados prueba de irritabilidad

Sujeto	Posición	23-nov-16	25-nov-16	28-nov-16
		Primer parche	Segundo parche	Tercer parche
S1	C1 C2	0	0	0
S2	C2 C1	0	0	0
S3	C1 C2	0	0	0
S4	C2 C1	0	0	0
S5	C1 C2	0	0	0
S6	C2 C1	0	0	0
S7	C1 C2	0	0	0
S8	C2 C1	0	0	0
S9	C1 C2	0	0	0
S10	C2 C1	0	0	0
PROMEDIO		0	0	0

Nota: resultados obtenidos a partir de la escala de evaluación.
Elaborado por: La autora, 2017

Ejemplo tomado por: Silva Escobar ME. Valoración de las especies Ilex guayusa (GUAYUSA) y Plukenetia volubilis L. (SACHA INCHI), como una materia prima cosmética antioxidante [Internet] Quito: Universidad Politécnica Salesiana; 2018 [Consultado el 2021 Mayo 3] Recuperado de: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15034/1/UPS-QT12109.pdf

4.2 DISCUSION

El propósito de esta revisión Bibliográfica fue identificar moléculas bioactivas en las diferentes industrias entre las cuales se encuentran las industrias farmacéuticas, alimentaria y cosmética. Por medio de la identificación de artículos científicos referidos en la literatura.

Con resultados obtenidos en esta investigación se revelaron diferentes afirmaciones acerca de los beneficios que ofrece sacha inchi en la industria farmacéutica; entre otros autores comprobaron que la mayor efectividad clínica de *Plukenetia volubilis* se relaciona para brindar un mejoramiento de los perfiles lipídicos, reducción de enfermedades, restauración de microbiota intestinal, gracias a que esta planta presenta altos contenidos en ácidos grasos insaturados, fundamentalmente alfa linolénico y linoleico, de la misma forma brinda alto contenido en tocoferoles y antioxidantes (44).

En la industria alimentaria se comprobó que el aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) posee antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados que aportan propiedades físicas y químicas a los alimentos que se les suministre este aceite. Por lo tanto, cuenta con un alto potencial en el campo agrotecnológico (17).

Según Fernando Ramos (45) y colaboradores afirmaron que el aceite de sacha inchi es un producto de alta calidad con potencial de mercado y una gran cantidad de compuestos bioactivos beneficiosos para la alimentación y la salud. Se encontraron resultados similares como los de Diana vazquez donde se explicó la composición de ácidos grasos que posee Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*), también la calidad microbiológica de la harina la cual fue considerada como buena fuente de proteína, calcio y ácidos grasos omega 3, naturalmente libre de colesterol, baja en grasa saturada y en carbohidratos. Esta planta que se encuentra apta en cuanto a la normatividad colombiana para harina de trigo y alimentos destinados al consumo humano.

Otro alimento estudiado fue el maní de Sacha Inchi y sus derivados, los cuales fueron caracterizados por su elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados m-3 y m-6, los cuales se relacionaron con la mejoría del perfil bioquímico asociado con riesgo cardiovascular, lo que permitió suponer beneficios a mediano y largo plazo, en acciones preventivas de distintos niveles (2).

Alarcón y sus colaboradores (41) realizaron un estudio a *Plukenetia volubilis* donde esta arrojó una humedad menor al 10%, es decir, el resultado demostró y afirmó que esta planta se encuentra dentro de los límites que están establecidos para su consumo y aportar beneficios para la salud humana. Por otro lado, se observó que esta planta es rica en micronutrientes y evidenciaron lo predominante que es este residuo agroindustrial en proteínas obteniendo un 50%, le procedió el contenido graso y los carbohidratos que provinieron de esta.

Existen otros autores como Vásquez-Osorio, Jaramillo, Hincapié, y Vélez (18) hablaron o más bien afirmaron por medio de sus estudios realizados acerca de un tiempo muy importante para sus características fisicoquímicas donde sabemos, que esto informa en cuanto a cualquier aspecto positivo o negativo que obtiene el producto ante distintas situaciones externas que pueda poseer.

Observando lo hablado anteriormente se logró afirmar que esta planta en la industria alimentaria es un elemento importante ya que posee altos beneficios que no normalmente puede aportar cualquier otra. Como muy bien demostraron los autores ya mencionados en los párrafos anteriores, esta planta pudo llegar a ser un elemento esencial y potencialmente evaluado para el consumo humano gracias a su riqueza en nutrientes y su gran tema de interés en cuanto a su bajo contenido de humedad proveniente de su naturaleza (17).

Esta planta no solo resultó tener efecto beneficioso en la mejoría de la salud al consumirla, en su uso como aceite o en su conversión en harinas para tortas, sino también en lo útil que esta demostró ser en un estudio realizado por Mondragón (2009) donde *Plukenetia volubilis* fue utilizada como fertilizante en la agroindustria para setas comestibles, aptas para el

consumo humano y animal. Este demostró mediante estudios farmacognósticos que Sacha inchi no posee elementos tóxicos que pudieran afectar o ser perjudiciales para la salud (26).

También es importante recalcar que estas investigaciones fueron efectuadas con este residuo principal, es decir, se observó que al ser aplicada en los suelos agrícolas resultó ser eficiente ya que ayuda a mejorar la acidez de los alimentos y recupera nutrientes esenciales provenientes de Sacha inchi (26).

Se debe tener en cuenta que Sacha inchi en la industria cosmética demostró ser una planta que aparte de ser utilizada en diversos cosméticos, también puede ser utilizada en métodos tanto de prevención como tratamiento de enfermedades de la piel, todo esto logró demostrar que la planta tiene gran capacidad y posibilidades de ser utilizada en diferentes áreas, como también lo hicieron Mosquera (15) y sus colaboradores con su estudio de cremas realizadas a base de esta planta, el cual consistió en un tratamiento por 28 días que permitieron mejorar el estado de la piel del rostro de las voluntarias en cuanto a la luminosidad, suavidad, firmeza y elasticidad. Teniendo en cuenta otros aportes como los de Wichuda Soimee (46), entre otros, donde confirmaron el efecto hidratante de *Plukenetia volubilis* sobre la piel.

Por otro lado, se encontraron resultados poco favorables para esta planta donde se determinó el análisis de la cáscara de sacha inchi en el cual se observó que esta poseía poca fibra, por lo tanto, el resultado hace que sean productos con una ingestión voluntaria reducida y con un valor alimenticio muy escaso. En cuanto al estudio realizado por César Franco-Quino (12) y colaboradores, las plantas estudiadas presentaron compuestos fenólicos y flavonoides, a excepción de *Plukenetia volubilis*, que solo mostró triterpenos y esteroides.

Según los análisis de los 46 artículos referenciados en este estudio de los cuales 29 fueron internacionales y 17 nacionales donde su tema principal fuera Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) y sus aplicaciones en las distintas industrias, esta planta contó con una gran variedad de aplicaciones tanto a nivel industrial como investigativo debido a que esta puede

aportar una excelente fuente de ácidos grasos insaturados, fundamentalmente alfa linolénico y linoleico.

Finalmente la utilización de *Plukenetia volubilis* es originada desde la antigüedad, es decir, es una planta ancestral de uso principal por indígenas provenientes de Perú y no solo es vista en la actualidad como cultivo prometedor como lo afirma Norma Alayón, Alicia (2), entre otros autores. Sin embargo, es de gran impacto, debido que las industrias mencionadas anteriormente buscan la forma de que esto no solo se quede en sus orígenes, sino que también llegue a todas las comunidades que quieran indagar sobre ello. Es por esto que se debe seguir investigando sobre en qué otras áreas se desempeñan Sacha Inchi, y sobre todo los aportes benéficos para la comunidad con ayuda de sus propiedades.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Con este estudio se logró identificar los beneficios y utilidades de las moléculas bioactivas de la planta Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) de uso potencial en las industrias farmacéuticas, alimentarias y cosméticas mediante una revisión documental.

Los estudios realizados en los últimos años sobre esta planta en la industria farmacéutica han logrado comprobar su composición en ácidos grasos y se considera que la mayor efectividad clínica de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) está relacionada con su capacidad para mejorar el estado de los perfiles lipídicos gracias a que es rica en fitoesteroles y tocoferoles donde estos pueden ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y también a la restauración de la microbiota intestinal, siendo esta la industria en la cual esta planta aporta mayor cantidad de beneficios a la población (4).

En la industria alimentaria se probó que de la semilla de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) se pueden extraer aceites ricos en antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados que aportan propiedades físicas y químicas a sus alimentos. Se debe tener en cuenta que de esta semilla también se obtiene un subproducto el cual es la torta, donde puede ser utilizada como un insumo de alto valor proteico para la alimentación animal. De igual manera, esta torta al ser sometida a un proceso de extruido, molido y tamizado se obtiene como resultado la harina de sacha inchi que posee Omega 3, 6 y 9, las cuales son esenciales para mantener un buen estado de salud pero no son producidos naturalmente por el cuerpo. Por lo tanto, cuenta con un alto potencial en el campo agro tecnológico (17).

En la industria cosmética Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) demostró ser una planta que aparte de ser utilizada en diversos cosméticos, también puede ser utilizada en métodos tanto de prevención como tratamiento de enfermedades de la piel, todo esto logrando demostrar

que la planta tiene gran capacidad en cuanto al mejoramiento de la elasticidad, luminosidad, suavidad de la piel y posibilidades de ser utilizada en diferentes áreas.

5.2 RECOMENDACIONES

Con todos los datos obtenidos en esta revisión bibliográfica se recomienda seguir investigando acerca de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) debido a su gran potencial, es por esto que se debe tratar de aprovechar al máximo este recurso y no desperdiciar esta oportunidad, ya que esta planta cuenta con una gran variedad de beneficios para distintas industrias como la farmacéutica que demostró tener una alta efectividad en la mejora de los perfiles lipídicos y reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular. Por otro lado, en la industria cosmética Sacha inchi aportó grandes beneficios en los tratamientos de la piel a través de su aplicación en los diversos cosméticos los cuales fueron creados a base de esta planta. Otro de los beneficios que aporta esta planta es en la industria alimentaria, ya que de su aceite se pueden extraer antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados que aportan propiedades físicas y químicas a los alimentos que la posean.

Según los datos recopilados se determinó que en la industria donde sacha inchi posee mayor potencial de investigación es la industria alimentaria debido a que los beneficios que aporta esta planta son variados, ya que de su aceite se pueden extraer antioxidantes y ácidos grasos poliinsaturados que aportan propiedades físicas y químicas a los alimentos en los cuales se administre sacha inchi como ingrediente.

Es por esto por lo que se recomienda a las personas que sigan investigando sobre mas aplicaciones de sacha inchi en esta industria ya que puede ser de utilidad variada gracias a sus beneficios, todo esto con la finalidad de encontrar avances positivos que ayuden a seguir con el aprovechamiento y aplicaciones, con el propósito de que existan nuevas alternativas que favorezcan en un futuro a la comunidad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Flores D., Lock O. Reassessing the ancient use of Sacha inchi (Plukenetia volubilis L) for nutrition, health and cosmetics. Rev Fitoterapia [Internet] 2013; 13(1): 23-30 [Consulted the 2021 February 24] Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/286670270_Reassessing_the_ancient_use_of_sacha_inchi_Plukenetia_volubilis_L_for_nutrition_health_and_cosmetics

2. Alayón, AN., Echeverri, I. Sacha Inchi (Plukenetia volubilis Hnneo): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. Rev.chil.nutri. 2016; 43(2) [Consultado el 2021 Febrero 24] Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000200009

3. Dostert N, Grischa JR, Cano A, La Torre MI, Weigend M. Factsheet: Botanic information of Sacha inchi Plukenetia volubilis L [Internet] 2009 [Consulted the 2021 February 23] Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/43178817_Factsheet_datos_botanicos_de_Sacha_Inchi_Plukenetia_volubilis_L

4. Gonzalez G, Belkhelfa H, Haddioui L, Bourdy G, Deharo E. Sacha Inchi Oil (Plukenetia volubilis L.), effect on adher-ence of Staphylococus aureus to human skin explant and keratinocytes in vitro. Epub. [Internet] 2015; 171(2): 330-334 [Consulted the 2021 February 11] Recuperado de: https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.06.009

5. Viegas PH, Bordignon SR, Bovi G. Horticultural performance of in vitro propagated plants of Sacha inchi. Cienc. Rural [Internet] 2014; 44(6): 1050-1053 [Consulted the 2021 February 24] Recuperado de: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-84782014000600016&lng=en&nrm=iso

6. Lucas JL, Icochea E, Valdivia R, Carcelén F, Guzmán J. Effect of Sacha inchi oil (Plukenetia volubilis) in the diet of broiler Breeders on the productive performance of their progeny. Rev Inv Vet [Internet] 2011; 22(4):283-289 [Consulted the 2021 February 20] Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172011000400001

7. Lima AK., Melo RF., Dantas N., Morais J., Zucolotto SM., Oliveira HA., Castanho K. Antioxidant and antiproliferative activities of leaf extracts from *Plukenetia volubilis* Linneo (Euphorbiaceae). Hindawi [Internet] 2013; [Consulted the 2021 March 20] Recuperado de: https://downloads.hindawi.com/journals/ecam/2013/950272.pdf

8. Camacho C., Fanny I., Contreras C., Evelyn R. Diseño y formulación de una línea dermocosmética a base del aceite de Sacha Inchi "Plukenetia volubilis Linneo" para su aplicación antioxidante para el cuidado del cabello y la piel [Internet] Lima, Perú: Universidad Wiener; 2018 [Consultado el 2021 Febrero 18] Recuperado de: http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2972/TESIS%20Camacho%20Fanny%20-%20Chamorro%20Ruby.pdf?sequence=1&isAllowed=y

9. Castaño DL., Valencia MP., Murillo E., Mendez J., Jolis JE. Composición de ácidos grasos de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis linneo)* y su relación con la bioactividad del vegetal. Rev. Chil.nutr. 2012; 39(1): 45-52.

10. Resolución 333 del 2011. Ministerio de la protección social; Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. Recuperado de: http://normograma.invima.gov.co/docs/resolucion_minproteccion_0333_2011.htm

11. Chirinos,O., Adachil, L., Calderón, F., Díaz, R., Larrea, L., Mucha, G. Exportación de aceite de sacha inchi al mercado de Estados unidos- Lima: Universidad ESAN. 2009; 1-172 [Consultado el 2021 Abril 20] Recuperado de: https://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue_el%20documento%20completo.pdf

12. Franco-Quino C., Muñoz-Espinoza DM., Gómez-Herreros C., Chau-Miranda G., Cueva-Piña L., Guardia-Ortiz E., Saavedra-Yucra S., Arroyo-Acevedo J., Herrera-Calderón O. Características fitoquímicas y capacidad antioxidante in vitro de Aloe vera, *Plukenetia volubilis, Caiophora carduifolia, Cecropia membranácea* [Internet] 2016; 77(1): 9-13 [Consultado el 2021 Mayo 7] Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v77n1/a02v77n1.pdf

13. Chirinos,O., Adachil, L., Calderón, F., Díaz, R., Larrea, L., Mucha, G. Exportación de aceite de sacha inchi al mercado de Estados unidos- Lima: Universidad ESAN. 2009; 1-172 [Consultado el 2021 Abril 20] Recuperado de: https://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue_el%20documento%20completo.pdf

14. Gorriti, A., Quispe, F. Química, farmacología y toxicología del aceite de sacha inchi destinado al mercado de alimentos funcionales. Informe técnico. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010 [Consultado el 2021 Marzo 10] Recuperado de:https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1380/Quimica_farmacologia_toxicologia_aceite_sacha_inchi_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

15. Mosquera, T., Noriega, P., Tapia, W., Pérez, S. Evaluación de la eficacia cosmética de cremas elaboradas con aceites extraídos de especies vegetales amazónicas: *Mauritia flexuosa (*MORETE), *Plukenetia volubilis (*SACHA INCHI) y *Oenocarpus bataua (*UNGURAHUA). La granja. Revista de ciencias de la vida [Internet] 2012; 16(2): 14-22 [Consultado el 2021 Marzo 4] Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047400003.pdf

16. Miranda, RA., Guerrero, CE. Efecto de la torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis)* sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp.)*. Rev. ufps [Internet] 2015; 20(2): 82-92 [Consultado el 2021 Marzo 1] Recuperado de: https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/355/413

17. Alayón, AN., Echeverri, I. Sacha Inchi (Plukenetia volubilis Hnneo): ¿una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. Rev.chil.nutri. 2016; 43(2) [Consultado el 2021 Febrero 24] Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000200009

18. Vásquez, D., Hincapié, G., Cardona, M., Jaramillo DI., Vélez, L. Formulación de una colada empleando harina de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) provenientes del proceso de obtención de aceite. Scielo.org [Internet] 2017; 19(2): 167-179 [Consultado el 2021 Marzo 2] Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v19n2/0124-4108-penh-19-02-00167.pdf

19. Camacho, FI., Chamorro, RE. Diseño y formulación de una línea dermocosmética a base del aceite de Sacha Inchi "*Plukenetia volubilis Linneo"* para su aplicación antioxidante para el cuidado del cabello y la piel [Químico farmacéutico] Lima. Universidad Wiener: 2018 [Consultado el 2021 marzo 1] Recuperado de: http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/2972/TESIS%20Camacho%20Fanny%20-%20Chamorro%20Ruby.pdf?sequence=1&isAllowed=y

20. Estudio de viabilidad económica del cultivo de *Plukenetia volubilis linneo "*Sacha Inchi" en el departamento de San Martín [Internet] Perú: Instituto de investigaciones de la amazonía Peruana [Consultado el 2021 Marzo 1] Recuperado de: http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL817.pdf

21. Jiménez, J., Martínez, M. Cruz, R. El género *Plukenetia (*Euphorbiaceae) en México. Rev. Unam [Internet] 2000; 71(1): 11-18 [Consultado el 2021 Marzo 1] Recuperado de: http://www.revistas.unam.mx/index.php/bot/article/view/1920/1482

22. Martínez, M., Jiménez, J., Cruz, R., Juárez, E., García, R., Cervantes, A., et, al. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. Rev. Unam [Internet] 2002; 73(2): 155-281 [Consultado el 2021 Marzo 1] Recuperado de: http://www.ejournal.unam.mx/bot/073-02/BOT73205.pdf

23. Ayala GA. Análisis de crecimiento y producción de 3 variedades de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el municipio de Tena Cundinamarca [Internet] Bogotá: Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.G.A; 2016 [Consultado el 2021 Marzo 10] Recuperado de: https://core.ac.uk/download/pdf/326429601.pdf

24. Gómez, JE. Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Monografía y cultivo de Sacha Inchi [Internet] [Consultado el 2021 Marzo 1] Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/18544

25. Cachique, D., Rodriguez, A., Ruiz, H., Vallejos, G., Solis, R. Propagación vegetativa del Sacha Inchi (*Plulenetia volubilis L.)* mediante enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de subirrigación en la amazonía peruana. Rev. iiap [Internet] 2011; 20(1): 95-100

[Consultado el 2021 Febrero 28] Recuperado de: http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foliaamazonica/article/view/348/417

26. Benítez, R., Coronel, C., Hurtado, Z., Martín, J. Composición química de la cáscara de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis)* y alternativas para su aprovechamiento como subproducto agroindustrial. Rev. red.uao [Internet] 2014: 28-32 [Consultado el 2021 Febrero 19] Recuperado de: https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10673/A0056.pdf;jsessionid=FC9B1F4FB4324C4261EB99248A16B9D5?sequence=1

27. Muller, DM., Ingaramo, MC., Argarañá, MF., Murguía, MC. Síntesis y actividad biológica de nuevos compuestos gemini peptídicos. Inf.tecnol. 2011; 22(5): 11-20. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642011000500003

28. Concepto de [Internet] [Consultado el 2021 febrero 17] Recuperado de: https://concepto.de/industria/

29. Concepto de [Internet] [Consultado el 2021 febrero 17] Recuperado de: https://definicion.de/industria/

30. Espasa. Industria Alimentaria [Internet] [Consultado el 2021 febrero 16] Recuperado de: http://espasa.planetasaber.com/theworld/gats/article/default.asp?pk=841&art=59

31. Isseimi Madrid [Internet] [Consultado el 2021 febrero 15] Recuperado de: https://www.isseimi.es/2017/08/03/que-es-la-industria-cosmetica/

32. Tait, K. Industria farmacéutica [Internet] [Consultado el 2021 Febrero 11] Recuperado de: https://www.insst.es/documents/94886/161971/Cap%C3%ADtulo+79.+Industria+farmac%C3%A9utica

33. Economipedia [Internet] [Consultado el 2021 febrero 17] Recuperado de: https://economipedia.com/definiciones/industria-farmaceutica.html}

34. Instituto nacional del cáncer [Internet] [Consultado el 2021 febrero 17] Recuperado de: https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/medicamento

35. Tamayo. Investigación descriptiva según autores [Internet] [Consultado el 2021 Febrero 20] Recuperado de: https://tesisplus.com/investigacion-descriptiva/investigacion-descriptiva-segun-autores/

36. Metodología de investigación, pautas para hacer tesis [Internet] [Consultado el 2021 Mayo 3] Recuperado de: https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-la-poblacion.html?m=0

37. Ramirez T. Diseño documental [Internet] [Consultado el 2021 Marzo 16] Recuperado de: http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/09/diseno-documental-segun-tulio-ramirez.html#:~:text=El%20dise%C3%B1o%20documental%2C%20es%20una,de%20la%20documentaci%C3%B3n%20existente%20que

38. Tamayo. Población y muestra [Internet] [Consultado el 2021 Febrero 20] Recuperado de: http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-y-tamayo.html

39. Gorriti Gutierrez A., Quispe Jacobo F. Química, farmacología y toxicología del aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) destinado al mercado de alimentos funcionales [Internet] [Consultado el 2021 Febrero 18] Recuperado de: https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1380/Quimica_farmacologia_toxicologia_aceite_sacha_inchi_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

40. Rodríguez G., Villanueva E., Glorio P., Baquerizo M. estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceito de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) Scientia agropecuaria. 2015; 6(3) [Consultado el 2021 Marzo 10] Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172015000300002

41. Alarcón R., Peréz MC., Chasquibol N. Evaluación de la vida útil de los aceites de Sacha Inchi (*Plukenetia huayllabambana* y *Plukenetia volubilis*) micro encapsulados. Rev, soc. quím [Internet] 2019; 85(3):227-337 [Consultado el 2021 Marzo 10] Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000300005

42. Monroy Soto LT., Lopez Cordoba CA., Araque Marín P., Torijano Gutierrez SA., Zapata Ochoa JA. Caracterización de los compuestos de aroma del aceite de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.) por HS-SPME-GC-MS-O. Rev. colomb.quim. 2019; 48(3): 45-50 [Consultado el 2021 Febrero 18] Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042019000300045

43. Silva Escobar ME. Valoración de las especies *Ilex guayusa (*GUAYUSA) y *Plukenetia volubilis* L. (SACHA INCHI), como una materia prima cosmética antioxidante [Internet] Quito: Universidad Politécnica Salesiana; 2018 [Consultado el 2021 Mayo 3] Recuperado de: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15034/1/UPS-QT12109.pdf

44. Pan L., Xin C., Nan X., Xiaowei M., Liping Z., Lian-Hiu Z. Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) shell extract alleviates hypertension in association with the regulation of gut microbiota [Internet] 2020; [Consulted the 2021 May 1] Recuperado de: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/FO/D0FO01770A#!divAbstract

45. Ramos-Escudero F., González-Miret ML., Viñas-Ospino A., Ramos-Escudero M. Quality, stability, carotenoids and chromatic parameters of comercial Sacha Inchi oil originating from Peruvian cultivars. J food sci technol. 2019; 56(11): 4901-4910.

46. Wichuda Soimee MSC., Wongnapa Nakyai PhD., Pensri Charoensit PhD., Francois Grandmottet Msc., Saran Worasakwutiphong MD., Preeyawass Phimnuan MSc., Jarua Viyoch PhD. Evaluation of moisturizing and irritation potencial of sacha inchi oil [Internet] 2018; [Consulted the 2021 May 2] Recuperado de: https://doi.org/10.1111/jocd.13099