UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TESIS

"Caracterización fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) procedente de residuos agroindustriales"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

PRESENTADO POR:

Bach. Sabina PÉREZ QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

HUANCAVELICA, PERÚ

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la Ciudad Universitaria de Común Era, en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica, a los 01 días del mes de octubre del año 2019, a las 4:00 pm se reunieron el jurado calificador conformado por:

PRESIDENTE : Mtro. Alfonso RUÍZ RODRÍGUEZ

SECRETARIO : Mtro. Gustavo Adolfo ESPINOZA CALDERÓN

VOCAL : Mg. Franklin ORÉ ARECHE

Designados con resolución N° 266-2019-D-FCA-UNH, del proyecto de tesis **"CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICAS Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE DE SEMILLA DE PURO PURO (*Passiflora pinnatistipula* Cav) PROCEDENTE DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES"**

Cuyo autor es : **Bach. Sabina PÉREZ QUISPE.**

Asesorado por : **M. Sc. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA**

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de la tesis antes citada. Finalizada la evaluación; se invitó al sustentante y al público presente a abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO [X] **MAYORÍA**

DESAPROBADO [ ]

En conformidad de lo actuado firmamos al pie.

Mtro. Alfonso RUÍZ RODRÍGUEZ
PRESIDENTE

Mtro. Gustavo Adolfo ESPINOZA CALDERÓN
SECRETARIO

Mg. Franklin ORÉ ARECHE
VOCAL

Autor

Bach. Sabina PÉREZ QUISPE

Asesor

M. Sc. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA

Dedicatoria

A mi madre Juana Quispe Rojas y mi padre Juan Pérez Laura, por compartir gran parte de sus vidas conmigo y por darme aliento, el afecto que siento me inspira y motiva para seguir el camino hacia el éxito.

A mi esposo Daniel Muñoz de la Cruz, con quien comparto mi vida junto a nuestra hija, la princesita Mia Aylen Muñoz Pérez, por estar siempre conmigo en las buenas y las malas.

A mis hermanos: María, Victorino, Percy y Rosmery, con quienes compartí momentos de alegría y difíciles.

Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento, admiración y respeto a las siguientes personas que me apoyaron para la realización de este proyecto de investigación.

- Al Señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias, Dr. Ruggerths Neil DE LA CRUZ MARCOS, por su colaboración y consejo durante el desarrollo y culminación de mi tesis. gracias por confiar en mi capacidad y por el apoyo dándome palabras de aliento, sin duda alguna su optimismo es la mejor enseñanza que pudo dejarme

- Al Señor Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, y mi asesor M. Sc. Roberto Carlos CHUQUILÍN GOICOCHEA, por su valiosa colaboración durante la ejecución y culminación de mi tesis.

- Mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que colaboraron de una u otra manera al desarrollo y término de esta tesis.

- A mi alma máter la UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA por abrirme sus puertas para conseguir mi carrera profesional, así mismo a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a todos los catedráticos que laboran en esta Escuela por compartir sus conocimientos científicos, experiencias y exigencias.

Índice

Autor i
Asesor ii
Dedicatoria iii
Agradecimiento iv
Índice v
Resumen vii
Abstract viii
Introducción ix
CAPÍTULO I 1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1. Descripción del problema 1
1.2. Formulación del problema 2
1.3. Objetivos 2
1.3.1. Objetivo General 2
1.3.2. Objetivos Específicos 2
1.4. Justificación 2
1.5. Limitaciones 3
MARCO TEÓRICO 4
2.1. Antecedentes 4
2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación 8
2.3. Bases conceptuales 19
2.4. Definición de términos 22
2.5. Hipótesis 23
2.6. Variables 23
2.7. Operacionalización de variables 24
CAPÍTULO III 25
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN 25
3.1. Ámbito temporal y espacial 25
3.2. Tipo de Investigación 25
3.3. Nivel de Investigación 25
3.4. Población, muestra y muestreo 25
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 26
3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 34

CAPÍTULO IV 35
RESULTADOS 35
4.1. Análisis de información 35
4.2. Prueba de hipótesis 40
4.3. Discusión de resultados 40
Conclusiones 49
Recomendaciones 50
Apéndice 57

Resumen

En el presente trabajo tuvo como objetivo determinar las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semillas de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) procedente de residuos agroindustriales. Se emplearon residuos agroindustriales de frutos provenientes de la comunidad de Pamuri, Huancavelica. La composición química proximal de la semilla fue: 6,31 g de humedad, 1,47 g de ceniza, 20,46 g de grasa, 12,39 g de proteína, 37,16 g de fibra, 22,19 g de carbohidratos y 316,94 kcal, por cada 100 g de semilla. El aceite fue extraído por el método Soxhlet y presentó características fisicoquímicas como: humedad (0,07 g/100 g aceite), índice de peróxido (4,4 meq O_2/ kg aceite), índice de yodo (128 g yodo/100 g aceite), índice de acidez (2,07 mg KOH/g aceite), índice de saponificación (190 mg KOH/g aceite), índice de refracción (1,4760) y densidad específica (0,90 g/cm^3). El análisis de cromatografía de gases del aceite estableció la presencia de cinco ácidos grasos saturados y ocho insaturadas. El ácido linoleico (C18: 2) (79,38%), el ácido oleico (C18: 1) (8,06%), el ácido palmítico (C16: 0) (8,23%) y el ácido esteárico (C18: 0) (2,62%) fueron los principales ácidos grasos hallados. El resto de los ácidos grasos, es decir, mirístico (C14: 0), palmitoleico (C16:1), heptadecanoico (C17:0), γ-linolénico (C18:3, ω-6), α-linolénico (C18:3, ω-3), araquídico (C20:0), eicosadienoico (C20:1) y cupladónico (C22:5, ω-3), estuvieron presentes en cantidades trazas (<1%). Este estudio ha permitido elucidar una amplia gama de posibilidades de aplicación para la semilla y su aceite en la agroindustria.

Palabras clave: *Passiflora pinnatistipula* Cav, ácido linoleico, poliinsaturados, índice de yodo, aceite.

Abstract

The objective of this work was to determine the physicochemical characteristics and the fatty acid profile of puro puro seed oil (*Passiflora pinnatistipula* Cav) from agroindustrial waste. They were employed Agroindustrial waste of fruit from the community of Pamuri, Huancavelica. The proximal chemical composition of the seed was: 6.31 g of moisture, 1.47 g of ash, 20.46 g of fat, 12.39 g of protein, 37.16 g of fiber, 22.19 g of carbohydrates and 316.94 kcal, for each 100 g of seed. The oil was extracted by the Soxhlet method and presented physicochemical characteristics such as: moisture (0.07 g / 100 g oil), peroxide value (4.4 meq O_2 / kg oil), iodine value (128 g iodine / 100 g oil), acid value (2.07 mg KOH / g oil), saponification value (190 mg KOH / g oil), refractive index (1.4760) and specific gravity (0.90 g / cm^3). The gas chromatography analysis of the oil established the presence of five saturated and eight unsaturated fatty acids. Linoleic acid (C18: 2) (79.38%), oleic acid (C18: 1) (8.06%), palmitic acid (C16: 0) (8.23%) and stearic acid (C18: 0) (2.62%) were the main fatty acids found. The rest of the fatty acids, that is, myristic (C14: 0), palmitoleic (C16: 1), heptadecanoic (C17: 0), γ-linolenic (C18: 3, ω-6), α-linolenic (C18: 3, ω-3), arachidic (C20: 0), eicosadienoic (C20: 1) and cupladonic (C22: 5, ω-3), were present in trace quantities (<1%). This study has elucidated a wide range of application possibilities for the seed and its oil in the agroindustry.

Keywords: *Passiflora pinnatistipula* Cav, linoleic acid, polyunsaturated, iodine index, oil.

.

Introducción

El puro puro es un fruto silvestre de la sierra, con alto valor nutricional y características funcionales y la Universidad Nacional de Huancavelica está empezando a estudiarlo ampliamente y para darle valor agregado en su procesamiento. En la presente tesis se determinó la composición química proximal de la semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav.), las características fisicoquímicas de calidad y perfil de ácidos grasos del aceite obtenido de esta semilla.

A nivel nacional e internacional se viene incrementándose consumidores de frutos naturales y silvestres de la especie *Passiflora* sp., que tienen preferencias por su capacidad antioxidante, aroma característico y propiedades funcionales, que en el futuro se industrializará a mayor escala; para ello, es necesario conocer las posibilidades de aprovechamiento agroindustrial de sus productos y subproductos, debido a su muy escasa información.

Este trabajo permitirá información básica para la ejecución de trabajos aplicados que impulsen el desarrollo de nuevos productos con el aprovechamiento de esta materia prima promisoria de la región Huancavelica.

La alimentación de animales con semillas para incrementar su contenido de ácido linoleico conjugado en su carne, huevos, leche, entre otros. El aprovechamiento de cultivos starter que transformar el ácido linoleico en ácido linoleico conjugado. Entre las anteriores y otras posibilidades, abren sus puertas al empleo de la semilla de puro puro y su aceite, impulsando el desarrollo agroindustrial.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El "puro puro" (*Pasiflora pinnatistipula Cav*.) es una planta silvestre que crece en pequeñas parcelas en los andes de la sierra peruana que, recientemente ha sido investigada; en cuanto a la capacidad antioxidante, las características fisicoquímicas y reológicas (De la Cruz Pihue, 2018) con la finalidad de poder aprovechar la pulpa y elucidar su potencial agroindustrial. Los residuos agroindustriales de este proceso como son la cáscara y la semilla, son motivo de preocupación por ser investigados para su aprovechamiento, y de esta manera, reducir su impacto ambiental.

La obtención de aceites a partir de semillas residuales de frutas procesadas es una alternativa agroindustrial para agregar valor. Las semillas, en el maracuyá (*Passiflora edulis*), representan alrededor del 6 al 12% del peso total del fruto y, según Tocchini (1994), pueden ser buenas fuentes de aceite, carbohidratos, proteínas y minerales, a pesar del alto contenido de celulosa y lignina que pueden limitar su uso en la alimentación animal, principalmente monogástricos. El aceite de sabor agradable y el olor suave se compara con el aceite de algodón en valor nutritivo y digestibilidad. El porcentaje de aceite en la semilla de maracuyá, cerca del 25,7% del peso del salvado seco obtenido, con alto contenido de ácidos grasos insaturados, demuestra que este producto tiene un buen potencial para aprovechamiento tanto en la alimentación humana y animal, como en uso para la industria de cosméticos (Tocchini, 1994; Cruz & Meléndez, 2004). Es por ello que, realizando la caracterización fisicoquímica y perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de puro puro, se espera conocer sus potencialidades para su aprovechamiento industrial.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semillas de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) procedente de residuos agroindustriales?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) procedentes de residuos agroindustriales.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la composición química proximal de la semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav).
- Determinar las características fisicoquímicas de aceite de semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) procedentes de residuos agroindustriales.
- Determinar el perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) procedentes de residuos agroindustriales, por cromatografía de gases.

1.4. Justificación

El presente trabajo de investigación se justifica teóricamente porque generará el conocimiento sobre la composición química proximal de la semilla, las propiedades fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav), lo cual es paso primordial para el desarrollo de nuevos productos a partir de este sub producto del procesado de pulpa y que representa más del 50% en peso del fruto fresco. De esta manera, se permitirá elucidar el potencial agroindustrial del aceite, y así orientar más estudios, puede ser útil como aceite comestible, alimento nutracéutico, o insumo para la industria cosmética.

Por otro lado, se estima que los residuos del procesamiento de maracuyá, familia del puro puro, alcanzan entre un 61 – 86 % de la cantidad de frutas procesadas (Malacrida & Neuza, 2012), que se pueden recuperar para obtener de productos de interés agroindustrial generando un valor agregado y mitigando la contaminación ambiental, que pueden generar sino son adecuadamente manejados. Algunos productos considerados de interés son las pectinas, los aromas naturales, los aceites vegetales, entre otros compuestos (Leao, Sampaio, Pagani, & Da Silva, 2014). El aprovechamiento de un residuo agroindustrial de la producción de pulpa de puro puro permitirá reducir el impacto ambiental de esta industria.

Finalmente, el hecho que se reproduce como una mala hierba permite que los costos de producción sean bajos y se convierta en un producto 100% orgánico, en la región de Huancavelica, originando el incremento de ingresos de los pobladores que se dediquen a la producción de este promisorio fruto del ande peruano.

1.5. Limitaciones

La presente investigación por su carácter básico y descriptivo se limita a los siguientes aspectos:

a) Reporta esencialmente datos de rendimiento de aceite, características fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos. No se reporta otros datos, ya que estos son esenciales para destinar su posterior uso, ya sea, para alimentos, cosméticos o biocombustible.
b) Los resultados se limitan al ámbito espacial del estudio.
c) Aquellos aspectos que no se reportan ni discuten serán puestos en la sección de recomendaciones.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Se han encontrado investigaciones del entorno internacional, nacional y local, las mismas que a continuación se mencionan.

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es propia de América Tropical, muy cultivada en Brasil, rico en vitamina C, calcio y fósforo. Las cáscaras y las semillas de maracuyá, provenientes del proceso de corte y extracción de la fruta para la obtención del jugo, son, en gran parte, descartadas. Se realizó un estudio para caracterizar y verificar un mejor aprovechamiento de las semillas excedentes del procesamiento del jugo del maracuyá en la alimentación humana. Se procedió, para ello, a la separación de las partes de la fruta, con posterior cuantificación gravimétrica. Las semillas obtenidas fueron secas en invernadero, y posteriormente molidas para la obtención de un salvado. El aceite obtenido fue extraído en Soxhlet y caracterizado a través de la metodología oficial de la AOCS (1995). La harina desengrasada obtenida fue también caracterizada por métodos físico-químicos por metodología oficial AOAC (1984). El aceite extraído de las semillas presentó un alto contenido de ácidos grasos insaturados (87,54 %), con predominio del ácido linoleico, con índice de yodo de 136,5 g I_2 / 100 g. El faro desengrasado obtenido presentó un contenido del 10,53 % de humedad; 15,62 % de proteínas; 0,68 % de lípidos; 1,8 % de cenizas, un alto contenido de fibras de 58,98 y 12,39 % de carbohidratos (Ferrari, Colussi, & Ayub, 2004).

En el mundo, existen más de 580 especies de Passifloras, gran parte nativa de América Tropical y Subtropical, principalmente en Brasil. Los programas de mejora utilizan una pequeña parte de los recursos genéticos disponibles, ya que el potencial de este material generalmente no está suficientemente caracterizado. Se realizó la caracterización del contenido de lípidos y del perfil de ácidos grasos presentes en las

semillas de tres especies nativas silvestres de maracuyás (*Passiflora cincinnata, P. setacea* y *P. nitida*), empleando el maracuyá comercial (*P. edulis*) como referencia. El perfil ácidos grasos se hizo por cromatografía de gases utilizando un detector de ionización de llama. La especie *P. flechacea* presentó el mayor contenido de aceite (31,2 – 33,5 %), seguida por *P. nitida* (29,5 – 32,3 %) y *P. cincinnata* (16,7 – 19,2 %). El aceite de *P. flechacea* presentó 64,7 % de ácido linoleico, 19,7 % de oleico y 10,2 % de ácido palmítico; el aceite de *P. nitida* presentó los ácidos mirísticos (0,6 %), palmítico (15,3 %), palmitoleico (2,0 %), oleico (24,8 %), linoleico (51,7 %) y uno ácido graso inusual a las demás especies de Passiflora, el láurico (0,4%); ya el aceite de *P. cincinnata* presentó los ácidos oleico (11,0%), palmítico (10,2%) y linoleico (74,3%). El ácido linoleico fue predominante en las tres especies estudiadas. Todas las especies presentaron ácido vaccénico (0,3 – 0,6 %), **descrito por primera vez** en el género Passiflora (Miranda Lopes, y otros, 2010).

Monteiro Soares de Oliveira, Alvarenga Regis, & Dura de Resende (2011) evaluaron el rendimiento en jugo, arilo y semillas del maracuyá amarillo, para identificar el potencial de agregación de valor a las semillas usadas en la extracción del aceite. Realizaron medidas de masa, coloración de la corteza, tamaño y formato del fruto, rendimiento en jugo, semillas, arilo, número de semillas por fruto y humedad de las semillas. Los datos fueron interpretados por intervalo de confianza a $p \leq 0,05$ para muestras de una población infinita de frutos. Se verificó que el rendimiento en jugo aumentó con la maduración, pero no fue influenciado por el formato y el tamaño. La proporción del residuo total fue mayor en los frutos maduros con el menor tamaño. El rendimiento de semillas fue menor en los frutos grandes, pero no fue alterado por la forma, presentando promedio de 4,23 % de semilla. El contenido de aceite estimado en las semillas con 25,7 % bs indica un potencial de producción de 64,84 t de aceite por año en el estado de Río de Janeiro.

Cerón, Osorio, & Hurtado (2012) extrajeron con un extractor Soxhlet utilizando éter etílico al 99,8% de pureza y punto de ebullición 40 – 60 ºC. Se empleó cromatografía de gases con con detector de FID (GC-FID), para determinar el perfil de ácidos grasos. Los rendimientos en aceite fueron de 8,5 % para lulo, 12,2 % para mora y 21,2 % para

maracuyá. Los ácidos grasos hallados en mayor proporción fueron en el caso del lulo palmítico (15,6 %) y linoléico (58,1 %); en mora fueron el linoléico (50,1 %) y el linolénico (25,1 %) y en maracuyá fueron palmítico (15,44 %), oleico (15,47 %) y linoléico (63,1 %). Se pueden considerar una fuente importante de componentes para las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética.

Wilhelm, y otros (2014) sometieron las semillas de la fruta de la pasión (una especie de Passiflora) a prensado con diferentes tasas de alimentación (1,2 a 3,0 kg^{-1}) para evaluar el impacto de esta variación en el rendimiento del proceso de extracción, las características de calidad y la composición de ácidos grasos del aceite de semilla de la fruta de la pasión obtenido. El rendimiento del proceso osciló entre el 24 y el 25 % y presentó de 84 a 86 % de la eficiencia y el aceite residual en una torta parcialmente desgrasada en torno al 5 %, lo que indica que el procedimiento fue adecuado para la materia prima. La temperatura de salida de aceite de presión más baja se observó a la velocidad de alimentación de 2,4 $kg.h^{-1}$. No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en cuanto a la composición de los ácidos grasos, la estabilidad oxidativa, la densidad y los valores de yodo, saponificación, refracción y peróxido. Sin embargo, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el contenido de ácidos grasos libres, que fue menor para la velocidad de alimentación más alta, y la humedad del aceite, que fue mayor para la velocidad de alimentación más baja. La velocidad de avance en el prensado de semillas de maracuyá presentó diferencias en la calidad del aceite.

Alvarenga Regis, Dutra de Resende, & Antoniassi (2015) analizó la calidad del aceite de las semillas de maracuyá sometidas al proceso de purificación de los resíduos de la pulpa, para obtener un aceite de alta calidad con fines comestibles y cosméticos. La investigación examinó 2 etapas de maduración de la fruta y un proceso de purificación de las semillas, en comparación con el control. La calidad del aceite se evaluó por la composición de ácidos grasos, acidez, índice de peróxido y estabilidad oxidativa. Los residuos de pasta sufrieron un tratamiento térmico en una solución de agua alcalina a 60 °C durante 10 minutos y se purificaron en un decantador experimental. En el tratamiento de control, el desperdicio de pulpa se procesó utilizando solo agua en condiciones ambientales. Las semillas de maracuyá se limpiaron totalmente con el

tratamiento térmico – químico, lo que permitió un secado más rápido (menos del 50 % del tiempo de secado) de las semillas y un rendimiento de extracción de aceite un poco mayor (proporcionalmente alrededor del 7,7 %), sin cambios en la calidad del aceite.

Jiménez Yanza & Tixe Guamán (2017) estudiaron a la Badea (*Passiflora quadrangularis* L.), evaluaron las propiedades farmacognósticas y los parámetros fitoquímicos del aceite extraído de las semillas. Las semillas fueron medidas, pesadas y molidas, el aceite fue obtenido mediante extracción por Sohxlet utilizando hexano. Los parámetros farmacognósticos obtenidos cumplen los criterios internacionales: humedad residual 5,8 %, cenizas totales 2,5 %, cenizas insolubles 0,23 – 0,32 %, y el tamizaje fitoquímico dio positivo para: alcaloide, esteroides y azúcares reductores. El análisis fisicoquímico de aceite mostró una densidad relativa de 0,96952 g/mL, índice de acidez de 11,8%, índice de saponificación de 112,2, compuestos insaponificables de 1,0006 %, e índice de refracción de 1,4591. Mediante CG-EM se mostró un alto contenido de ácidos grasos insaturados siendo el ácido linoleico con 77,07% y el ácido oleico 9,69%, los más abundantes.

Allvear Zapata, Sánchez, & Menèndez López (2018) extrajeron aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis*) de las variedades Sims y flavicarpa, aplicando dos métodos de acondicionamiento (semillas enteras y molidas). Por medio del método de extracción Soxlhet utilizaron dos disolventes (éter etílico y éter de petróleo). Se evaluó utilizando un diseño trifactorial con tres repeticiones. Se determinó la densidad, índices de refracción, saponificación, yodo, acidez y peróxido. La mejor condición de extracción de aceite de maracuyá para las dos variedades, fue al triturar la semilla y utilizar éter etílico, y se tuvo un rendimiento promedio de 20 g de aceite por cada 100 g de la muestra. El aceite cumple con los estándares de calidad establecidos para aceites comestibles y podría tener interés en la industria cosmética. Para la valoración de la semilla, se analizó la humedad y el porcentaje de impurezas, para luego hacer el secado a temperatura constante (70 °C), y la extracción del aceite se la realizó por prensado de 50 °C – 60 °C. El aceite crudo fue refinado adecuadamente. Los procesos aplicados fueron: desgomado, neutralización y decoloración. El aceite refinado se caracterizó y se obtuvo los siguientes parámetros como: la densidad, humedad,

contenido de yodo, índice de peróxido y acidez, comparables con la norma NTE INEN 26:2012 para aceite de girasol.

2.2. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.2.1. Passiflora

Son una familia muy llamativa desde varios puntos de vista, entre los que se cuentan el económico y el ornamental. Algunas especies, como *Passiflora edulis* (maracuyá), *P. ligularis* (granadilla) y *P. mollissima* (curuba), son de importancia económica por sus frutos comestibles. Otras son cultivadas por la vistosidad de sus flores y la curiosa forma de sus hojas, lo que ha propiciado la aparición de numerosos híbridos (Hernández & Bernal, 2017).

2.2.2. Plantas trepadoras

Las plantas trepadoras no encuentran un soporte apropiado, usualmente se ven perjudicadas en su crecimiento o reproducción. Son consideradas parásitos mecánicos ya que no invierten muchos recursos en tejido de soporte y "parasitan" de la estructura de otra planta para crecer en altura, así logran alcanzar la parte alta del estrato vegetal y, consecuentemente, la luz a costa de un soporte externo. De acuerdo al modo de trepado las plantas trepadoras se pueden dividir en: enredaderas y lianas (Marticorena, Alarcón, Abello, & Atala, 2010).

a) Enredaderas

Plantas trepadoras poseen tallos volubles que se enroscan en un soporte formando una espiral (Figura 1). Poseen tallos herbáceos delgados que al contacto con un soporte se enroscan a la derecha o izquierda, dependiendo de la especie. Estos tallos especiales "buscan" soporte por medio de movimientos de circumnutación que pueden ser sorprendentemente rápidos. Al encontrar un soporte, la planta comienza a enroscarse y el tallo comienza a generar entrenudos más cortos y con hojas (Marticorena, Alarcón, Abello, & Atala, 2010).

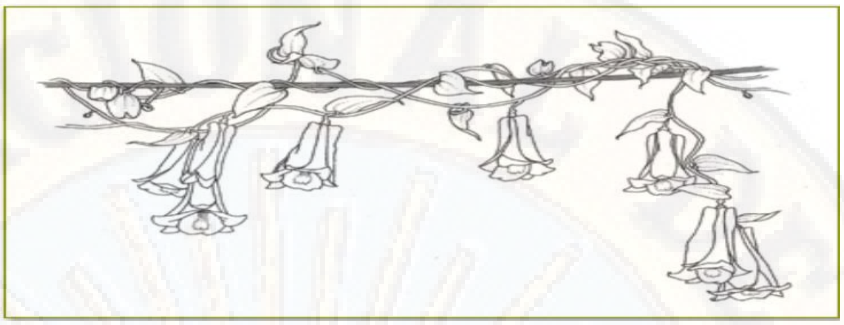

Figura 1. Planta trepadora (Marticorena, Alarcón, Abello, & Atala, 2010).

b) Lianas

Son plantas trepadoras similares a las enredaderas, pero con tallos leñosos en las plantas adultas (Figura 2). Inicialmente son herbáceas, pero con el tiempo los tallos se lignifican. Suelen crecer en bajas altitudes ya que son sensibles al frío. Las lianas pueden crecer muy rápidamente y llegar a la parte superior del dosel apoyadas en árboles que les sirven de soporte. En algunos casos pueden desarrollar tal biomasa que el árbol que las sostiene colapsa y cae por el peso (Marticorena, Alarcón, Abello, & Atala, 2010).

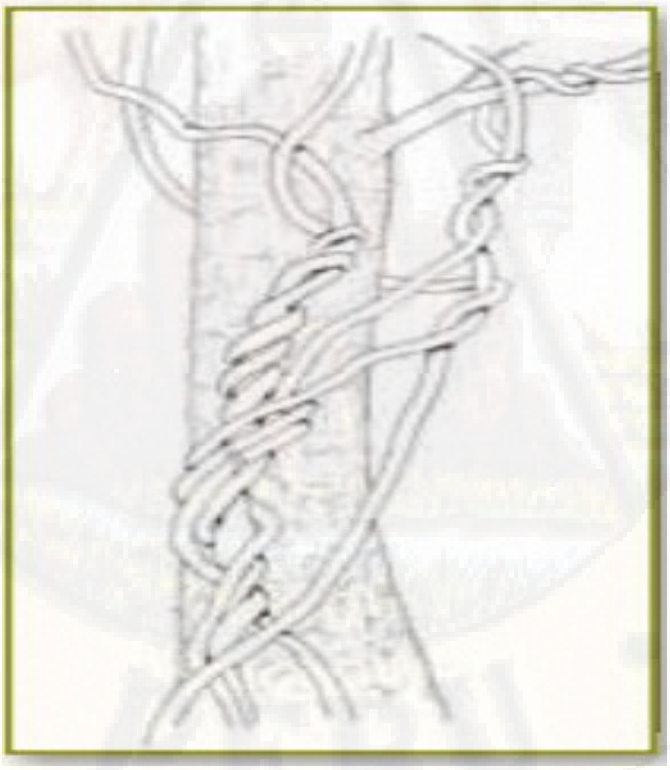

Figura 2. Lianas (Marticorena, Alarcón, Abello, & Atala, 2010).

2.2.3. Puro puro

Planta trepadora, con zarcillos donde la mitad del largo desde la base es erecta, el resto enrollado. Hojas con 3 lóbulos, lanceolados u oblongo-lanceolados, acuminados, con margen aserrado. Brácteas ovadas, de color rojo-purpúreo, margen aserrado. Hipanto cilíndrico. Sépalos oblongos, de color verdoso a rosado, con 2 nervios. Pétalos blancos manchados de azul, uninervados. Corona con filamentos en 2 series, la externa filamentosa, de color azul y blanco. Opérculos dentro de la corona, membranosos. Androginóforo con 5 estambres, filamentos en un tubo unido al ginóforo, libres en el ápice. Ovario obovado, blanco-tomentoso. Estilos 3 a 4, terminales, cilíndricos o clavados, estigmas capitados. Fruto una baya subglobosa, amarilla, indehiscente. Se presenta en la siguiente (Figura 3) (Montiel, 2014).

Figura 3. Flor, fruto y hojas de "Puro puro" (Montiel, 2014).

El género Pasiflora cuenta con el mayor número de especies en el Perú, principalmente en la región Cusco que prosperan a mayor altura en nuestra serranía de los Andes, se le conoce como "Tin tin", "Puru puru", "Tacso", "Jampac huaytinko" (Figura 3). Esta planta arbustiva de enredadera perenne es muy vigorosa poco conocida y relegada, preservándose en forma natural por las aves que digieren sus semillas en zonas con bastante humedad y rocosas (Montiel, 2014).

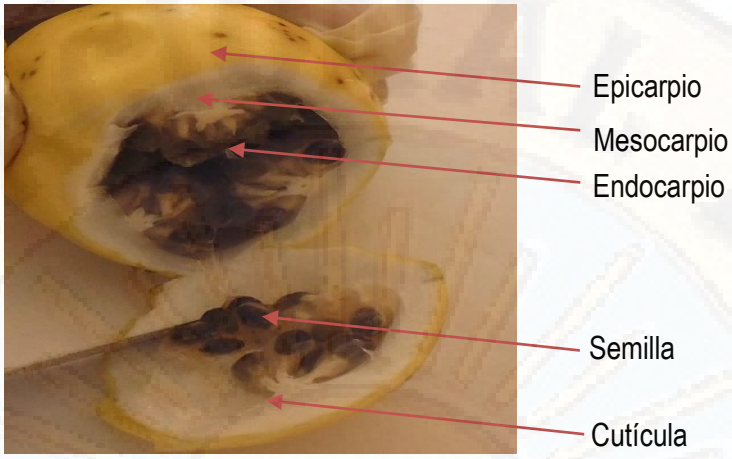

Figura 4. Morfología del fruto "Puro puro".

2.2.4. Generalidades de aceites vegetales

Los aceites y las grasas, cualquiera que sea su origen (vegetal o animal), son sustancias liquidas o sólidas, más o menos coloreada, untuosas, inflamables, fusibles, más livianas e insolubles en agua y en alcohol, constituidas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Este último elemento no se encuentra en los aceites y grasas minerales. Los aceites y las grasas vegetales se encuentran en mayores proporciones en las semillas y en los frutos. Algunos se extraen de las raíces, aunque esto se hace en casos muy especiales (Cruz & Meléndez, 2004).

2.2.4.1. Composición química de aceites vegetales

Los aceites vegetales están constituidos por glicéridos terciarios, en los que la glicerina se combina con diversos ácidos grasos de peso molecular elevado. Las características de cada aceite vegetal dependen de las proporciones en que cada glicérido entra en su composición. Los glicéridos que más abundan en los aceites vegetales son la estearina, la palmitina y la oleina. Los dos primeros son sólidos, mientras que el tercero es líquido a la temperatura ordinaria. En las grasas vegetales (aceites sólidos), predominan la estearina y la palmitina. En los aceites, el glicérido predominante es la oleína. Los procesos productivos para la obtención de aceites vegetales en la actualidad constan de dos grandes etapas las cuales se conocen como extracción y refinación (Cruz & Meléndez, 2004).

2.2.5. Tipos de ácidos grasos

Los aceites y grasas disponibles en la naturaleza se encuentran en forma de triglicéridos (TRG). La composición de ácidos grasos de TRG tiene un efecto directo sobre las propiedades físicas y químicas de las grasas y aceites comestibles (Bockisch, 1998). La grasa sólida contiene una alta proporción de ácidos grasos saturados (SFA); mientras que los aceites están a menudo en estado líquido ya que contienen una alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y/o ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) (Dixit & Das, 2012; Waheed, Mahmud, Saleem, & Ahmad, 2009). Naturalmente, todos los ácidos grasos insaturados en los aceites vegetales están en forma cis (Salimon, Salih, & Yousif, 2012). Un pequeño porcentaje de ácidos grasos insaturados se isomeriza a sus contrapartes de trans durante los procesos de extracción, refinación y desodorización o durante el calentamiento y fritura de aceites a altas temperaturas, mientras que la proporción aumenta durante la hidrogenación industrial de aceites (Choe & Min, 2007; Kemény, Recseg, Henon, Köóvári, & Zwobada, 2001). Los productos alimenticios elaborados con grasas y aceites hidrogenados como margarinas, mantecas, grasas de confitería, productos de panadería y otros también contienen ácidos grasos trans (Aro, y otros, 1998; Bhanger & Anwar, 2004; Tarrago-Trani, Phillips, Lemar, & Holden, 2006). Los resultados obtenidos en muchos estudios previos indican la importancia de la composición de ácidos grasos en la nutrición y la salud humana (Simopoulos, 2002; Williams, 2000). En contraste, las grasas y aceites hidrogenados previenen la rancidez y se usan en alimentos para mejorar la textura y la estabilidad para una vida útil más larga porque los ácidos grasos trans tienen puntos de fusión más altos y mayor estabilidad que sus isómeros cis (Alonso, Fraga, & Juarez, 2000; Wassell & Young, 2007).

2.2.6. Ácido linoleico conjugado: interés actual en nutrición humana

El término ácido linoleico conjugado (ALC) incluye una serie de isómeros posicionales y geométricos del ácido linoleico. Las principales fuentes naturales son la carne de animales rumiantes, la leche y los derivados lácteos. Además,

existe en el mercado una amplia gama de alimentos que han sido enriquecidos en ALC (manipulación de la dieta del animal, adición de ALC procedente de otras fuentes naturales como el aceite de cártamo). La diferencia estriba en que, mientras el principal isómero presente de forma natural en los alimentos es el cis-9, trans-11, las preparaciones comerciales contienen cantidades similares de los isómeros cis-9, trans-11 y trans-10, cis-12. Aunque el ALC es un componente minoritario en la dieta, en la actualidad ha despertado gran interés y ha promovido una intensa investigación acompañada de un boom publicitario debido a sus potenciales efectos sobre la salud: modificación de la composición corporal con reducción de la masa grasa, propiedades antiaterogénicas, hipolipemiantes, antidiabetogénicas e inmunomoduladoras, entre otras. Estos efectos se han observado principalmente en modelos animales y cultivos celulares. Los estudios en humanos son escasos e incluso, a veces, contradictorios. En esta revisión se profundiza en los trabajos de investigación más recientes sobre el interés nutricional del ALC. De la amplia revisión realizada se deduce la necesidad de estudios adicionales en humanos que permitan obtener datos sobre las cantidades óptimas de ingesta, así como sobre los efectos tanto a corto como a largo plazo, y posibles efectos secundarios de cada isómero individual del ALC con el fin de determinar su seguridad y eficacia (Haro, Artacho, & Cabrera-Vique, 2006).

Es una realidad el interés que generan los alimentos funcionales en la actualidad, interés que muchas veces va unido a amplias campañas publicitarias, pero no siempre de la suficiente información no sólo para los consumidores, sino también para los profesionales de la salud. El ALC parece ser uno de estos casos; sus efectos beneficiosos sobre la salud humana se han convertido en un tema muy actual, pero con cierto desconocimiento sobre los estudios científicos al respecto.

La investigación desarrollada en animales de experimentación y cultivos celulares es intensa, con resultados muy prometedores; sin embargo, los estudios en humanos aún son escasos y, a veces, contradictorios.

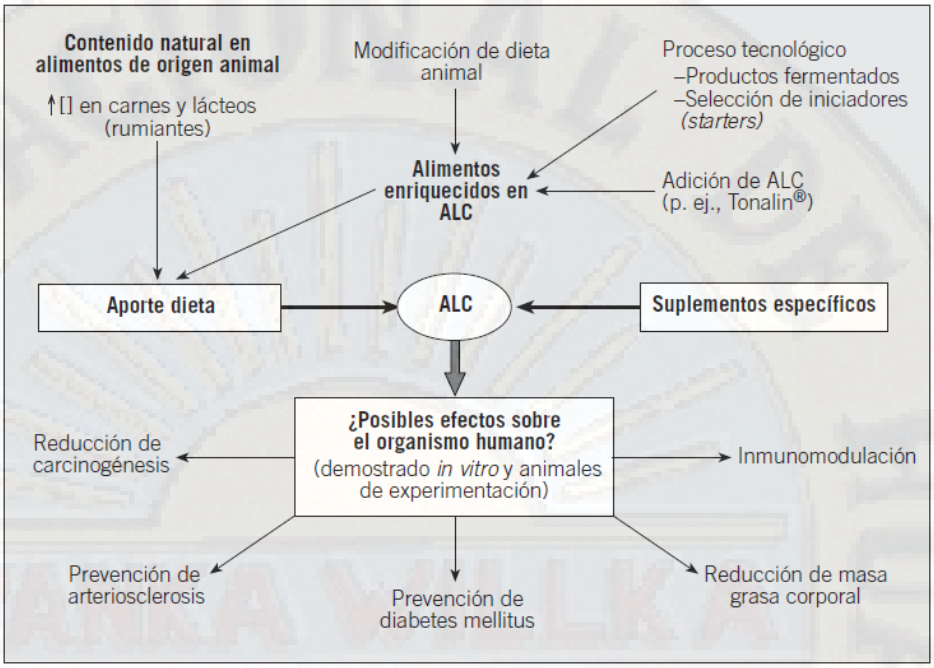

Figura 5. Aporte y posibles efectos beneficiosos del ácido linoleico conjugado (ALC) sobre el organismo humano (Haro, Artacho, & Cabrera-Vique, 2006).

Esta divergencia puede estar asociada a las características específicas de población estudiada (composición corporal, edad, estilo de vida); además, las cantidades ingeridas y la duración de los estudios son muy variables y no siempre se especifican los principales isómeros ingeridos. Para obtener conclusiones más fehacientes, es necesario tener en cuenta estos factores y profundizar en los mecanismos de acción a fin de establecer los posibles efectos adversos de determinados isómeros y fijar dosis efectivas, seguras y fáciles de alcanzar en el marco de una alimentación equilibrada y unos hábitos de vida saludables. Investigaciones futuras pueden aportar información decisiva sobre el potencial del ALC en alimentos funcionales (Haro, Artacho, & Cabrera-Vique, 2006).

2.2.7. Ácido esteárico y salud cardiovascular

El ácido esteárico (AE), el segundo ácido graso saturado (AGS) más consumido en Occidente, es un claro aspirante a sustituir a los ácidos grasos trans (AGT)

en muchos alimentos procesados. Ello conllevaría un aumento de su ingesta sin precedentes, y su efecto en la salud se desconoce. Por esta razón, el Grupo de Revisión, Estudio y Posicionamiento de la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas (GREP-AEDN) ha realizado una revisión de la literatura científica que permita evaluar el efecto total de la ingesta de AE en el perfil lipídico y la salud cardiovascular. Mediante lo expuesto en este documento, el GREP-AEDN no considera razonable fomentar un incremento notable en el consumo de AE, a pesar de las aparentes ventajas respecto a otros AGS, debido a su potencial contribución en la diabetes y los escasos y ambiguos datos existentes sobre las consecuencias que una ingesta elevada de AE pueda tener a largo plazo en determinados marcadores del riesgo cardiovascular (Basulto Marset, Comas, Manera Bassols, & Baladia Rodríguez, 2009).

Las conclusiones sobre los principales aspectos tratados en esta revisión a partir de la bibliografía citada en este documento son los siguientes:

- Parece que el AE se comporta de manera diferente que otros AGS de cadena larga.
- La absorción intestinal de AE podría ser menos eficiente que la de otros AGS, aunque no hay suficientes datos hasta la fecha.
- La ingesta actual de AE tiene efecto neutro en las lipoproteínas o los lípidos plasmáticos.
- Faltan estudios en humanos que confirmen las teorías sobre un posible efecto anorexígeno del AE observado en animales.
- Una mayor proporción de AE en los fosfolípidos plasmáticos podría estar relacionada con una mayor incidencia de diabetes mellitus.
- No hay datos suficientes para dilucidar los efectos de una ingesta elevada de AE en ciertos marcadores del riesgo cardiovascular.

En definitiva, pese a que no parece que la ingesta actual de AE tenga efectos negativos en la salud y que el AE es un firme candidato a sustituir a los AGT en muchos de los alimentos procesados disponibles actualmente en el mercado, no sería prudente promover un aumento notable en el consumo de AE de la

población, por su potencial implicación en la diabetes mellitus y debido a que no hay datos suficientes para dilucidar los posibles efectos de una ingesta elevada de AE en ciertos marcadores del riesgo cardiovascular (Basulto Marset, Comas, Manera Bassols, & Baladia Rodríguez, 2009).

2.2.8. Ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y lupus erimatoso sistémico: ¿Que sabemos?

Los estudios han demostrado la habilidad de los ácidos grasos omega-3 en reducir las concentraciones de proteína C-reactiva (PCR), eicosanoides proinflamatorios, citocinas, quimi-ocinas y otros biomarcadores de la inflamación. Por estas propiedades, la suplementación con esta clase de lípidos puede representar terapia adicional al tratamiento de las enfermedades inflamatorias crónicas sistémicas, como el lupus eritematoso sistémico (LES) y otras enfermedades reumáticas. El papel de esta clase de lípidos en el LES aún no está bien establecido. Sin embargo, parece haber relación entre el consumo de este tipo de grasa y la disminución de las manifestaciones y de la actividad inflamatoria de la enfermedad. Siendo así, este artículo presenta la literatura científica sobre los efectos de los ácidos grasos omega-3 en pacientes con LES. Se realizó un relevamiento bibliográfico junto a los bancos de datos Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) y Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), utilizándose como palabras clave: lupus eritematoso sistémico (LES), ácidos grasos poliinsaturados omega-3, ácido eicosapentaenoico (EPA), ácido docosahexaenoico (DHA), antioxidantes y dieta. Se incluyeron artículos publicados hasta septiembre de 2013. Cuarenta y tres artículos relacionados con el tema fueron encontrados. Después de limitar la búsqueda sólo para estudios realizados en seres humanos se encontraron 15 artículos, siendo tres de revisión y 12 ensayos clínicos (Curado Borgesa, de Miranda Moura Santos, Weiss Telles, Toulson Davisson Correia, & Costa Duarte Lanna, 2014).

Los estudios clínicos sugieren que la suplementación con ácidos grasos poliinsaturados omega-3 puede representar una opción adicional al tratamiento

farmacológico tradicional del LES por las propiedades antiinflamatorias. Esta clase de lípidos está relacionada con la producción de eicosanoides con una menor inflamación que los producidos por los ácidos grasos que pertenecen a la familia omega-6, además de la reducción de los niveles séricos de citocinas inflamatorias y de la activación de linfocitos T. Los ensayos clínicos realizados difieren mucho a la dosis utilizada, variando entre 1,8 y 18 g de aceite de pescado, y al tiempo de tratamiento, que varía de cinco semanas a 12 meses. También hay dudas sobre los efectos positivos del consumo de EPA, DHA o la combinación de ambos. Además, la mayoría de los estudios presentan un número reducido de participantes, lo que limita las conclusiones. De este modo, se necesitan más estudios, con mayor número de participantes, para evaluar el efecto real de estos ácidos grasos en pacientes LES, la dosis eficaz y el tiempo de tratamiento (Curado Borgesa, de Miranda Moura Santos, Weiss Telles, Toulson Davisson Correia, & Costa Duarte Lanna, 2014).

2.2.9. Efectos de las dietas enriquecidas con ácido oleico y omega-3 en el perfil y oxidación lipídicos de pacientes con hipercolesterolemia poligámica

Métodos. Después de un período previo de rodaje de 4 semanas, 14 sujetos moderadamente hipercolesterolémicos recibieron durante períodos de 6 semanas dos dietas balanceadas. Durante el primer período de intervención, los pacientes recibieron una dieta enriquecida en ácidos grasos monoinsaturados (AGM) (dieta con aceite de oliva). Durante el segundo período, esta dieta se suplementó con ácidos grasos poliinsaturados n-3 (AGP) (dieta n-3).

Resultados. Tras la dieta con aceite de oliva, se observó una disminución significativa en suero del colesterol total (–8,54%; $p < 0,01$) y la apolipoproteína B (ApoB, –10%; $p < 0,01$). Con el suplemento de ácidos grasos n-3 no se observaron cambios adicionales en las concentraciones de lípidos en suero. No obstante, la dieta n-3 produjo un aumento de los lipoperóxidos en las lipoproteínas de baja densidad (LDL, 67,23%; $p < 0,01$).

Conclusiones. Con la dieta enriquecida con aceite de oliva se observó un efecto beneficioso en el perfil lipídico del suero. La falta de más modificaciones de los

lípidos y lipoproteínas circulantes y el incremento en la susceptibilidad oxidativa de las LDL observadas después de la adición de AGP n-3 a la dieta enriquecida en aceite de oliva, desaconseja el uso de este tipo de dieta en pacientes hipercolesterolémicos sin asociarla a una ingestión elevada de antioxidantes (Puiggrós, Chacón, Armadans, Clapés, & Planas, 2002).

2.2.10. El ácido palmítico estimula la producción de interleucina 6 en células musculares esqueléticas por activación de la proteincinasa C y el factor nuclear κB

Los mecanismos causantes de la aparición de resistencia a la insulina mediada por ácidos grasos libres en el músculo esquelético no son bien conocidos. Diversos datos sugieren que existe una relación entre inflamación y diabetes mellitus tipo 2 que podría estar implicada en la aparición de esta patología.

En resumen, en este estudio mostramos que el tratamiento de células musculares esqueléticas con palmitato induce la expresión y la secreción de la IL-6 a través de mecanismos que parecen implicar la activación de la vía PKC-NF-κB. Además, la producción de la IL-6 parece ser causante de la reducción de la expresión de GLUT4 en las células del músculo esquelético expuesto a palmitato. Estos resultados confirman recientes estudios que muestran que la IL-6 está implicada en la resistencia a la insulina convirtiendo a esta citocina, y a los mecanismos causantes de esta inducción, en una diana para el tratamiento de la resistencia a la insulina inducida por lípidos (Jové, Planavila, & Vázquez-Carrera, 2005).

2.2.11. ¿Son los isómeros del ácido linolénico conjugado una alternativa a isómeros del ácido linoleico conjugado en la prevención de la obesidad?

Pese a sus efectos beneficiosos, se desconoce si el ácido linoleico conjugado (conjugated linoleic acid, CLA) podría producir efectos adversos al ser administrado de forma crónica. Considerando este hecho y dada la controvertida eficacia del CLA en humanos, en los últimos años el ácido linolénico conjugado (CLNA, conjugated linolenic acid) se ha descrito como alternativa al CLA, con un potencial funcional para la prevención de la

obesidad, además de tener otros efectos positivos relacionados con la misma. A la vista de los resultados descritos, en lo que respecta a la obesidad, no parece que el CLNA sea una molécula más prometedora que el CLA, dado que el efecto generalmente tiene lugar a dosis más elevadas que las dosis efectivas de CLA. No obstante, dado el escaso número de estudios realizados hasta la fecha, todavía resulta difícil llegar a conclusiones claras acerca del potencial uso de estos CLNA en obesidad y alteraciones relacionadas con ella (resistencia a la insulina, dislipidemias o inflamación) (Miranda, Arias, Fernández-Quintela, & Del Puy Portillo, 2014).

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Cromatografía de gases

Gomis Yagües (2008) señala que, en cromatografía de gases (GC), la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de un gas inerte, y a diferencia de la mayoría de los tipos de cromatografía, la fase móvil no interacciona con las moléculas del analito; su única función es la de transportar el analito a través de la columna. Existen dos tipos de cromatografía de gases: la cromatografía gas - sólido (GSC) y la cromatografía gas-líquido (GLC). La cromatografía gas - líquido tiene gran aplicación en todos los campos de la ciencia y su denominación se abrevia normalmente como cromatografía de gases (GC). La cromatografía gas - sólido se basa en una fase estacionaria sólida en la cual se produce la retención de los analitos como consecuencia de la adsorción física. La cromatografía gas - sólido ha tenido una aplicación limitada debido a la retención semipermanente de las moléculas activas o polares y a la obtención de picos de elución con colas (una consecuencia del carácter no lineal del proceso de adsorción), de modo que esta técnica no ha encontrado una gran aplicación excepto para la separación de ciertas especies gaseosas de bajo peso molecular. Es por ello que se trata sólo brevemente en la final de este tema. La cromatografía gas - líquido se basa en la distribución del analito entre una fase móvil gaseosa y una fase líquida inmovilizada sobre la superficie de un sólido inerte. El concepto de

cromatografía gas - líquido fue enunciado por primera vez, en 1941, por Martin y Synge, quienes fueron también los responsables del desarrollo de la cromatografía de distribución líquido - líquido. Más de una década tuvo que pasar, sin embargo, antes de que la importancia de la cromatografía gas - líquido se demostrara experimentalmente. Tres años más tarde, en 1955, apareció en el mercado el primer aparato comercial para cromatografía gas - líquido. Desde entonces, las aplicaciones de esta técnica han crecido de una forma espectacular. Se ha estimado que unos 200 000 cromatógrafos de gases están actualmente en uso por todo el mundo.

2.3.1.1. Descripción de un cromatógrafo de gases

Un cromatógrafo de gases consiste en varios módulos básicos ensamblados para: 1) proporcionar un gasto o flujo constante del gas transportador (fase móvil), 2) permitir la introducción de vapores de la muestra en la corriente de gas que fluye, 3) contener la longitud apropiada de fase estacionaria, 4) mantener la columna a la temperatura apropiada (o la secuencia del programa de temperatura), 5) detectar los componentes de la muestra conforme eluyen de la columna, y 6) proveer una señal legible proporcional en magnitud a la cantidad de cada componente. Los módulos del instrumento se muestran esquemáticamente en la Figura 6.

2.3.2. Métodos de extracción de aceite

Según Cruz & Meléndez (2004) el aceite contenido en las semillas oleaginosas no se separa de estas mientras se encuentran frescas. Generalmente las semillas se estacionan en lugares apropiados durante cierto período de tiempo que depende de su grado de humedad. Se debe tener presente que la humedad deprecia notablemente una semilla, y que el aceite obtenido de ella, también resulta de una calidad inferior. La semilla seca se debe conservar sin que se alteren sus propiedades, por el contrario, en una semilla húmeda, si no se seca convenientemente se pueden desarrollar mohos y sabores desagradables que, al pasar al aceite lo harían muchas veces de difícil refinación. El aceite contenido

en las semillas oleaginosas se puede extraer por dos procedimientos bien diferenciados: a) por prensado, y b) con disolventes.

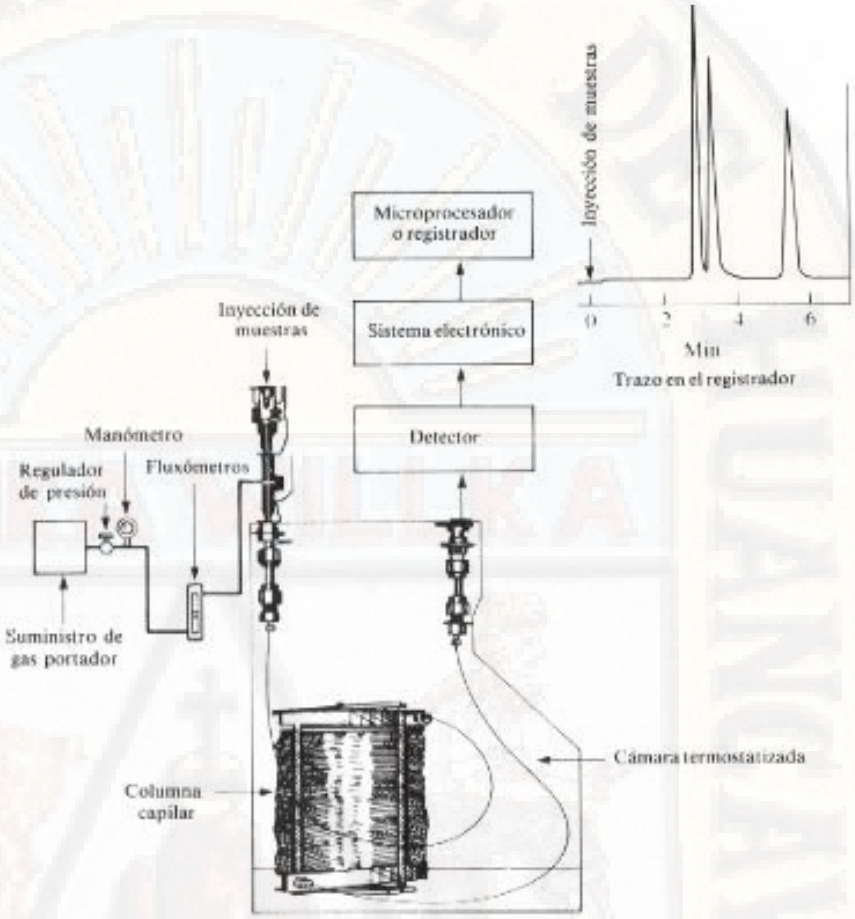

Figura 6. Esquema de un cromatógrafo de gases (Gomis Yagües, 2008).

2.3.2.1. Extracción de aceite por prensado

Para separar el aceite de las semillas pueden emplearse prensas mecánicas o hidráulicas, que a su vez pueden ser continuas o discontinuas. No cabe duda que las prensas hidráulicas discontinuas son las más prácticas y eficientes.

2.3.2.2. Extracción de aceite con disolventes

El proceso de extracción de aceites con solventes permite el agotamiento casi total de la semilla. Este proceso consiste en tratar las

semillas con un solvente volátil que generalmente es el n-hexano, el cual es capaz de disolver grandes cantidades de aceite sin extraer otros compuestos presentes en este.19 Posteriormente a través de un proceso de destilación se retira todo el solvente utilizado, condensándolo para su reutilización.

2.4. Definición de términos

pH: se define como el valor dado por un potenciómetro capaz de reproducir valores de pH de 0.02 unidades usando dos electrodos indicadores sensibles a la actividad del ión hidrógeno como el electrodo de vidrio y un electrodo de referencia adecuado (Farmacopea, 2000).

Densidad: la densidad se define como la masa de una sustancia por unidad de volumen (Farmacopea, 2000).

Índice de refracción: el índice de refracción de una sustancia está basado en la relación que existe entre la velocidad de la luz en el aire y su velocidad en la sustancia que se analiza (Farmacopea, 2000).

Cenizas: éste procedimiento está dado con el fin de determinar el porcentaje del material en prueba que es volatilizado y sometido bajo las condiciones especificadas. El procedimiento especificado es no destructivo para la sustancia bajo prueba (Farmacopea, 2000).

Cromatografía de Gases (GC): Se utiliza para la separación técnica analíticos y es la técnica de más utilización con el gas inerte (generalmente He). En esta fase, los distintos componentes de la muestra pasan a través de la fase estacionaria que se encuentra fijada en una columna. Actualmente, las más empleadas son las columnas capilares (Gomis Yagües, 2008).

Espectrometría de masas (MS): Es una de las técnicas analíticas más completas que existen. Recientemente, esta técnica se utiliza no sólo en investigación, sino también en análisis cuantitativo de amplia utilización para la determinación orgánica, en los procesos industriales, en control de calidad, etc. (Gomis Yagües, 2008).

Punto de humo: se define como la temperatura en la cual una muestra da continuamente un humo azulado (Farmacopea, 2000).

2.5. Hipótesis

Un trabajo de investigación de este tipo y nivel de investigación es implícita (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2013); sin embargo, para efectos de cumplimiento del formato grados y títulos se formuló la siguiente hipótesis de investigación, que no está sujeta a contrastación estadística:

Las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semillas de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) tienen potencial agroindustrial.

2.6. Variables

En la investigación descriptiva, ninguna de las variables está influenciada de ninguna manera, sino que utiliza métodos de observación para llevar a cabo el estudio. Por lo tanto, la naturaleza de las variables o su comportamiento no está en manos del investigador (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2013). Las variables que estuvieron sujetas a observación fueron:

- Rendimiento de extracción de aceite.
- Características fisicoquímicas del aceite.
- Perfil de ácidos grasos del aceite.

2.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Indicador	Unidad	Fuente y/o instrumento
Rendimiento de extracción de aceite	Porcentaje de extracción de aceite	%	Balanza
Características fisicoquímicas del aceite	Humedad de aceite	%	Método gravimétrico
	Índice de peróxido	meq O_2/g	Titulación
	Índice de yodo	g I/100 g	Titulación
	Índice de acidez	mg KOH/g	Titulación
	Índice de saponificación	mg KOH/g	Titulación
	Densidad específica	adimensional	Picnometría
	Índice de refracción	adimensional	Refractometría
Perfil de ácidos grasos del aceite	Cromatograma	%	Cromatografía de gases

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito temporal y espacial

El presente trabajo de investigación se ejecutó el 2019. La fruta de puro puro *(Pasiflora pinnantistipula Cav.),* se obtuvo de la comunidad de Pamuri, distrito de Acraquia, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica. La composición química proximal de la semilla, extracción del aceite de la semilla y la caracterización fisicoquímica del aceite se hicieron en el Centro Modelo de Tratamiento de Residuos de la Universidad Nacional Agraria La Molina y perfil de ácidos grasos se realizó en el Laboratorio del Instituto Tecnológico de la Producción.

Ubicación geográfica:

Latitud sur : 11º 28’ 48”.

Longitud oeste : 74º 58’ 48”.

Altitud : 3259 m.s.n.m.

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es básica (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2013).

3.3. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es descriptivo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2013).

3.4. Población, muestra y muestreo

La población estudiada fue la producción silvestre de frutos de puro puro, del área señalada en el ámbito espacial, las muestras utilizadas para el presente proyecto de investigación fueron de 20 kg de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav), de los cuales se obtuvo las semillas y se extrajo aceite por método Soxhlet. Y el muestreo fue al azar.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos utilizados para recolección de datos fueron las siguientes:

3.5.1. Métodos de Investigación

El método utilizado en la investigación fue la observación.

3.5.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación que permite determinar la composición del aceite esencial por cromatografía de gases fue no experimental.

3.5.3. Composición química proximal de la semilla de puro puro

Se realizaron los siguientes exámenes: Humedad, proteína, ceniza, grasa, carbohidratos y fibra; de acuerdo al método de referencia de AOAC (AOAC, 2007).

3.5.4. Procedimiento de obtención del aceite de aceite de semillas de puro puro

a) Recolección de la muestra

La recolección de *Passiflora pinnatistipula* Cav (PpC) como materia prima se realizó identificando la zona de colecta de la muestra por GPS en la época de vegetación en florescencia. Luego se extrajo la pulpa y se recuperó las semillas de los residuos agroindustriales para el presente trabajo.

b) Lavado

Se procedió a realizar la eliminación de mucílago adherido a la superficie de semillas de PpC y se oreó las mismas sobre una superficie lisa, con adecuada ventilación.

c) Deshidratado

En el proceso de secado de semillas de PpC se llevó a cabo por convección con aire caliente por 24 h a una temperatura de 60 ºC, para facilitar el proceso de extracción de aceite y así mismo lograr un mayor tiempo de almacenaje. La humedad debió estar por debajo de 14 %.

d) Triturado

Se trituraron 100 g de semillas de PpC en un mortero.

e) Extracción

Se colocó la semilla en una bolsa de manta, se cerró la bolsa y se colocó dentro del tubo de extracción. Se agregó poco a poco el solvente n-hexano hasta que cubría totalmente la muestra. Se realizó el proceso por 10 h.

f) Separación

Esta operación se desarrolló mediante diferencial de densidades y se filtró.

g) Almacenamiento

El aceite envasado se almacenó en ambientes de refrigeración a temperaturas promedios de 3 a 5 °C.

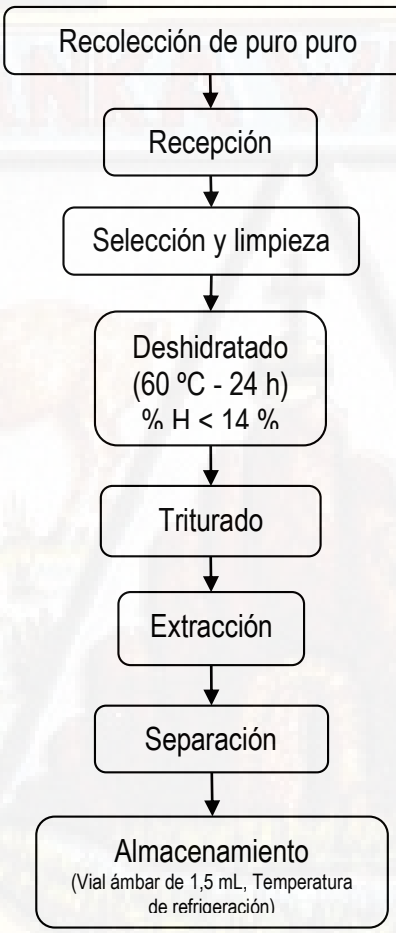

Figura 6. Diagrama de flujo para el proceso de extracción de aceite puro puro.

3.5.5. Rendimiento

El rendimiento de extracción de aceite se semilla de PpC (%, peso) se calculó con la siguiente ecuación:

$$y = \left[\frac{aceite\ de\ PpC\ (g)}{peso\ de\ semilla\ de\ PpC\ (g)}\right] x100$$

3.5.6. Composición química proximal de la semilla

Determinación de Humedad: Se determinó en una estufa a 105°C, hasta obtener un peso constante (AOAC, Official Methods of Analysis, 2012).

Determinación de Proteína: Se usó el método de Kjeldahl, se calculó el porcentaje de nitrógeno en la muestra. Multiplicando por un factor se puede estimar el porcentaje de proteínas (AOAC, Official Methods of Analysis, 2012).

Determinación de Grasa: Se usó el método de Soxhlet la medida del volumen de grasa separada por centrifugado de una mezcla de la muestra con reactivos ácidos, alcalinos o neutros; y la medida de cambios en el índice de refracción o en el peso específico por variación de la concentración de la grasa en disolución (AOAC, Official Methods of Analysis, 2012).

Determinación de Fibra: Se determinó la fibra cruda por digestión ácida y alcalina (AOAC, Official Methods of Analysis, 2012).

Determinación de Cenizas: se determinó en una mufla, colocando la muestra en una cápsula (AOAC, 2012).

3.5.7. Características fisicoquímicas del aceite

3.5.7.1. Humedad de aceite

Según la norma NMX-F-211-1987, describe lo siguiente:

Fundamento: Eliminar humedad y materia volátil por un aumento de temperatura.

Aparatos y equipo: Calentador eléctrico, de superficie muy pulida; en caso contrario, cubrir con una almohadilla de asbesto para prevenir el deterioro del vaso de precipitado.

Material:

- Vaso de precipitado de 100 a 150 cm^3.

- Desecador conteniendo un eficiente desecante. El cloruro de calcio no es satisfactorio.

Cálculos: El resultado se expresa en % de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\%HMV = \frac{(M_1 - M_2)}{M_1} x100$$

En dónde:

% HMV = % de humedad y materia volátil.

M_1 = Masa de la muestra.

M_2 = Masa de la muestra sin humedad y materia volátil.

3.5.7.2. Índice de peróxido

Se pesaron con exactitud 5,0 g de muestra, transferir a un matraz. Se adicionó una mezcla de 30 mL con tres volúmenes de ácido acético glacial y dos volúmenes de cloroformo. Se agitó hasta disolución y se adicionó 0,5 mL de solución saturada de yoduro de potasio. Se hizo reposar la mezcla por un minuto y se adicionó 30 mL de agua. Se tituló gradualmente con solución 0,01 M de tiosulfato de sodio con agitación vigorosa y continuar hasta que casi desaparezca el color amarillo. Se adicionó 0,5 mL de solución de almidón y continuar la titulación, agitando vigorosamente hasta que desaparezca el color azul. Se corrió un blanco. El índice de peróxido se determinó mediante la siguiente fórmula (AOAC, 1999):

$$IP = 1000\ M\ [(a - b)\ /m]$$

Donde:

IP = índice de peróxido

a = mL de tiosulfato de sodio gastados en titulación.

b = mL de solución de tiosulfato de sodio gastados en la titulación del blanco.

M = molaridad de la solución.

1000 = referencia a 1000 g de muestra.

m = peso en gramos de la muestra.

3.5.7.3. Índice de yodo

Se colocaron 0,15 g de muestra en un matraz con tapón esmerilado. Se agregaron 15 mL de cloroformo y se disolvió. Se agregó lentamente desde una bureta 25 mL de solución de yodo bromuro. Se hizo reposar en un lugar oscuro durante 30 minutos, con agitación ocasional. Se agregaron 10mL de solución reactivo de yoduro de potasio y 100 mL de agua. Se tituló con solución 0,1 M de tiosulfato de sodio, agregando casi al final de la titulación 1 mL de solución de almidón. Simultáneamente se realizó un blanco. El índice de iodo se determinó por medio de la siguiente fórmula (AOAC, 1999):

$$II = (b-a)\ 0{,}01269 \times 100 / m$$

Dónde:

II = Índice de yodo de la muestra

a = mL consumidos de tiosulfato de sodio en la muestra.

b = mL consumidos por el blanco.

m = peso de la muestra en gramos.

0,01269= meq. de la solución 0,1 M de tiosulfato de sodio.

3.5.7.4. Índice de acidez

En un matraz de tapón esmerilado disolver 5,0 g de muestra en una mezcla de volúmenes iguales de Etanol-Éter previamente neutralizada. Se agregó la solución indicadora de Fenolftaleína. Valorar con solución 0,1 N de Hidróxido de Potasio hasta que la solución permanezca ligeramente rosa durante 30 segundos después de la adición. Se determinó el índice de acidez mediante la siguiente fórmula (AOAC, 1999):

$$IA = 5{,}61\ (V/m)$$

Dónde:

IA = índice de acidez de la muestra

V = mL. De solución de KOH 0,1 N usados en la valoración.

5,61 = meq. de la solución 0,1 N de la solución de KOH.

m = peso en gramos de la muestra tomada.

3.5.7.5. Índice de saponificación (Índice de Koettstorfer)

Fundamento: Es una medida aproximada del peso molecular promedio de los ácidos grasos. Se define como el "número de mh de KOH necesarios para saponificar 1 g de grasa". No es exacto para apreciar dicho peso molecular, ya que se incluyen los ácidos grasos libres junto con los glicéridos (Facultad de Ciencias de la UCV, 2019).

Reactivos:

a. Solución alcohólica de hidróxido de potasio (KOH) 0,5 N

b. Ácido clorhídrico (HCl) 0,5 N

c. Fenolftaleína al 1% en alcohol de 95%

Procedimiento:

1. Se pesó 2,5 mL de muestra (filtrada si el aceite no es transparente) en un Erlenmeyer de 250 – 300 mL.

2. Se pipeteó 25 mL de la solución de KOH.

3. Se conectó el condensador y se hervió hasta que la grasa este completamente saponificada (aproximadamente 30 minutos).

4. Se enfrió y se tituló con HCl 0,5 N usando fenolftaleína (1 ml) como indicador.

5. Se corrió un blanco junto con las muestras usando la misma pipeta para medir la solución de KOH.

Cálculos: se reportó el índice de saponificación como los mg de KOH requeridos para saponificar un g de grasa:

$$Índice\ de\ saponificación = \frac{(V_B - V_M).N.56{,}1}{peso\ de\ la\ muestra}$$

Dónde:

V_B = volumen de HCl 0,5 N gastado para titular el blanco.

V_M = volumen de HCl 0,5 N gastado para titular la muestra.

3.5.7.6. Densidad

Se pesó el picnómetro vacío y seco. Se llenó el picnómetro de aceite y enfrió a 25 °C. Se colocó el tapón y se verificó que no haya burbujas. Se secó el exterior y la boca del capilar. Se pesó el picnómetro. Se calculó la densidad por medio de la siguiente fórmula (AOAC, 1999):

$$\rho = m / V$$

Dónde:

ρ = Densidad

m = Peso de la muestra

V = Volumen en mL.

3.5.7.7. Índice de refracción:

Fundamento: Se define como: $n = \frac{sen\ i}{sen\ r}$

Dónde:

i = ángulo de incidencia

r = ángulo de refracción.

Es un dato útil para la identificación. Su determinación debe llevarse a cabo a una temperatura la cual el producto esté fundido. Para ello se usan refractómetro tipo Abbé con aproximación hasta la cuarta cifra decimal, o un butirorefractómetro con temperatura controlada en ± 0,1 °C. Los AOCS cita el índice de refracción de los aceites a 40 °C y el de las grasas a 60 °C. La AOAC recomienda expresar esta constante a 20 o 25 °C para los aceites y 40 °C para las grasas (Facultad de Ciencias de la UCV, 2019).

Procedimiento:

1. Determinar el índice de refracción (n) con cualquier instrumento adecuado y previamente estandarizado: leer los aceites a 20 °C o 25 °C y las grasas a 40 °C. Para limpiar los prismas, usar algodón u otro material que nos lo dañe, mojando en tolueno u otro solvente de grasas. Para correcciones aproximadas de temperatura diferentes a las indicadas, consultar en el AOAC, el capítulo de grasas y aceites.

2. Si se utiliza un butirorefráctometro transforma la lectura a índice de refracción consultando la tabla correspondiente (Facultad de Ciencias de la UCV, 2019).

3.5.8. Descripción del proceso de análisis instrumental por GC – SM

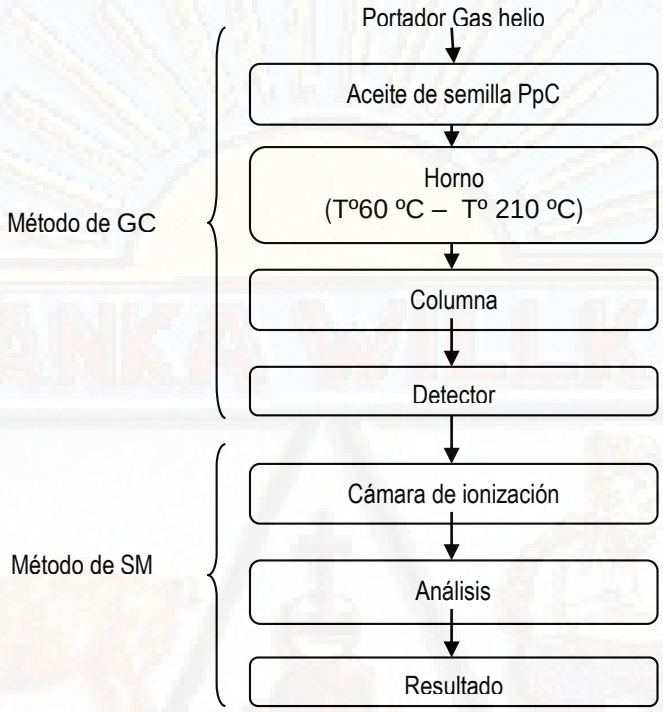

Figura 7. Diagrama de flujo para el proceso de análisis instrumental por Cromatografía de Gases – Espectrometría de Masas del aceite de semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) (Gomis Yagües, 2008).

a) **Portador "gas helio".** Se utilizará el equipo de cromatografía para la separación de los compuestos volátiles.
b) **Muestra de aceite esencial.** Se realizará esta etapa para la separación de compuestos activos por cromatografía de gas.
c) **Horno.** Se encargará de producir calor para alimentar al gas helio.
d) **Columna.** En este proceso la corriente de gas atraviesa una columna cromatografía que separará los compuestos activos.
e) **Detector.** Esta fase los componentes activos serán detectados por medio de una mezcla que pasa por un análisis cualitativo.

f) **Cámara de Ionización.** Después del análisis ingresará a una cámara de ionización.

g) **Análisis.** Consta en la comparación de compuestos obtenidos con la librería de patrón.

3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Obtenidos los datos se procedió al procesamiento de los datos con apoyo del software MS Excel para Windows. Estos datos fueron sometidos a diversas pruebas estadísticas de carácter inferencial para luego probar las hipótesis planteadas en el estudio.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

4.1. Análisis de información

4.1.1. Composición química proximal de la semilla de puro puro

Tabla 2

Composición química proximal de la semilla de puro puro

Análisis	Resultado (en 100 g de semilla)
Humedad	6,31 g
Ceniza	1,47 g
Grasa	20,46 g
Proteína	12,39 g
Fibra	37,16 g
Carbohidratos	22,19 g
Energía total	316,94 kcal
Rendimiento de aceite	20,46 %

4.1.2. Características fisicoquímicas del aceite

Tabla 3

Características fisicoquímicas de calidad del aceite

Análisis	Resultado
Humedad	0,07 g/100 g aceite
Índice de peróxido	4,4 meq O_2/kg aceite
Índice de yodo	128 g yodo/100 g aceite
Índice de acidez	2,07 mg KOH/g aceite
Índice de saponificación	190 mg KOH/g aceite
Índice de refracción	1,4760 (nD)
Densidad especifica	0,90 g/cm^3

4.1.3. Perfil de ácidos grasos

Tabla 4

Tipo de ácidos grasos presentes en el aceite

Ácidos grasos	Porcentaje (%)
Saturados	11,07
Monoinsaturados	8,50
Poliinsaturados	80,26
Total	**99,83**

Tabla 5

Ácidos grasos presentes en el aceite

Ácidos grasos	Cn:m	(%)
Butírico	04:0	nd
Caproico	06:0	nd
Caprílico	08:0	nd
Cáprico	10:0	nd
Undecanoico	11:0	nd
Laúrico	12:0	nd
Tridecanoico	13:0	nd
Mirístico	14:0	0,06
Miristoleico	14:1	nd
Pentadecaenoico	15:0	nd
Cis -10-Pentadecaenoico	15:1	nd
Palmítico	16:0	8,23
Palmitoleico	16:1	0,09
Heptadecaenoico	17:0	0,04
Cis-10-Heptadecaenoico	17:1	nd
Esteárico	18:0	2,62
Oleico	18:1 ω-9	8,06
Vaccenico	18:1 ω-7	0,35
Linoleico	18:2 ω-6	79,38

Ácidos grasos	Cn:m	(%)
γ-Linolénico	18:3 ω-6	0,21
α-Linolénico	18:3 ω-3	0,42
Estearidónico	18:4 ω-3	nd
Araquídico	20:0	0,12
Eicosaenoico	20:1 ω-9	nd
Eicosadienoico	20:2	0,04
Eicosatrienoico	20:3 ω-6	nd
Eneicosaenoico	21:0	nd
Eicosatrienoico	20:3 ω-3	nd
Araquidónico	20:4 ω-6	nd
Eicosapentaenoico	20:5 ω-3	nd
Behénico	22:0	nd
Cetoleico	21:1 ω-11	nd
Erucico	22:1 ω-9	nd
Docosadienoico	22:2	nd
Tricosanoico	23:0	nd
Lignocérico	24:0	nd
Clupadónico	22:5 ω-3	0,21
Docosahexaenoico	22:6 ω-3	nd
Nervonico	24:1 ω-9	nd

4.1.4. Comparación de resultados con otras especies Passiflora

Tabla 6

Composición química proximal de semillas de diferentes especies de Passiflora

Análisis	*P. pinnatistipula* Cav.	*P. edulis* flavicarpa[a]	*P. cincinnata*[b]
	Resultado (en 100 g de semilla)		
Humedad	6,31 g	7,38 g	NR
Ceniza	1,47 g	1,27 g	1,38 g
Grasa	20,46 g	30,39 g	29,60 g
Proteína	12,39 g	12,23 g	14,38 g
Fibra	37,16 g	48,63 g*	NR
Carbohidratos	22,19 g		NR

[a] Malacrida & Neuza (2012), [b] Martínez, y otros (2015).

Tabla 7

Contenido de aceite, ácidos grasos principales y valores de yodo de los aceites de semilla de maracuyá en comparación con algunos de los aceites comestibles comunes

Característica del aceite	A	B	C	D
Rendimiento de aceite (%)	20%	15 – 22	4 – 53	57 – 67
Ácido Palmítico C16:0	8,23	22 – 26	-	-
Ácido Oleico (C18:1)	8,06	15 – 20	55 – 70	15 – 45
Ácido Linoleico (C18:2)	79,38	49 – 58	10 – 25	50 – 70
Índice de yodo	128,0	105 – 114	50 – 55	110 – 143

A: *P. pinnatistipula* Cav., **B:** Semilla de Algodón, **C:** Almendra de Palma, **D:** Semilla de girasol.

Tabla 8

Características de calidad del aceite de semilla de diversas Passifloras

Especie	Características del aceite								
	η	C16:0	C18:0	(C18:1)	(C18:2)	(C18:3)	PUFA	IY	O/L
	(%)								
P. pinnatistipula Cav.	20,0	8,23	2,62	8,06	79,38	0,42	80,26	128,0	0,10
P. edulis Sims var. Flavicarpa[a]	20,6	11,0	3,10	16,9	67,8	0,40	85,4	133,0	0,30
P. edulis Sims var. Edulis[a]	18,5	8,80	2,20	13,6	74,3	0,40	88,6	141,1	0,20
Kawanda hydrid[a]	21,4	10,7	2,60	16,8	67,9	0,30	85,8	133,0	0,30
P. maliformis L.[a]	28,3	9,20	2,30	15,3	71,9	0,30	87,9	138,2	0,20
P. alata Curtis[b]	28,33	11,46	2,51	12,93	72,04	-	72,04	-	0,18
P. edulis[c]	-	11,09	3,10	15,7	67,8	0,40	84,4	-	0,20
P. cincinnata[c]	-	10,2	2,90	11,0	74,3	0,60	96,3	-	0,10
P. setacea[c]	-	10,2	3,50	19,7	64,7	0,50	85,6	-	0,30
P. nitida[c]	-	15,3	3,30	24,8	51,7	0,60	79,8	-	0,50
P. tenuiflia[d]	-	10,89	2,72	14,43	70,76	-	71,3	134,73	0,20
P. tripartita var. mollísima[d]	-	7,0	3,0	13,0	77,0	-	77,0	137,3	0,17

[a] Nyanzia, Carstensen, & Schwackb (2005); [b] Pereira, Hamerski, Andrade, de P. Scheer, & Corazza (2017); [c]Miranda Lopes, y otros (2010); [d] Hernández-Rivera, Rojas-Cardozo, & Aragón Novoa (2018). η: Rendimiento de aceite (%), ácido Palmítico: C16:0, ácido esteárico: C18:0, ácido oleico: C18:1, ácido linoleico: C18:2, ácido α-linolénico: C18:3, ácidos grasos insaturados: PUFA, Índice de yodo: IY, ratio oleico/linoleico: O/L.

Tabla 9

Proporción de cáscara, jugo y semilla en frutos de diferentes especies de Passiflora

Especie	Cáscara	Jugo	Semilla
P. pinnatistipula Cav.	43,28%	13,67%	43,05%
P. edulis[a]	48,78%	24,39%	26,83%
P. cincinnata[a]	41,46%	19,51%	39,03%
P. setacea[a]	50,00%	21,95%	28,05%
P. nitida[a]	75,61%	7,32%	17,07%
P. edulis[b]	50,30%	23,20%	26,50%

[a] Miranda Lopes, y otros (2010), [b] Ferrari, Colussi, & Ayub (2004).

4.2. Prueba de hipótesis

No fue necesario realizar una prueba de hipótesis, como se explicó en el apartado 2.5.

4.3. Discusión de resultados

4.3.1. Composición química proximal de la semilla de puro puro

La tabla 2 presenta la caracterización química proximal de la semilla de *Passiflora pinnatistipula* Cav (PpC), en la cual se observa que, tiene una alta proporción de fibra (32,16%) y carbohidratos (22,19%), seguido del contenido en aceite (20,46%) y proteína (12,39%). La energía total de 100 de semilla equivale a 316,94 kcal, más adelante se verá la comparación con otras especies de Passiflora. El contenido de grasa fue de 20,46% (Tabla 2), lo que indica que estas semillas son una buena fuente de aceite, especialmente cuando se comparan con las semillas de soja, que contienen alrededor de 20% de lípidos (Bailey, 1996). El porcentaje de proteína de semillas de maracuyá (12,39%) fue comparable al encontrado en algunos granos de cereales como el maíz (10,2%), la avena (11,3%) y el trigo (12,2%) (Lásztity, 1996). Además, las semillas de PpC mostraron alto porcentaje de carbohidratos + fibra (59,35%). Las semillas de maracuyá contenían el 64,8 % del total de fibra en su composición, lo que constituye una fuente alternativa de fibra (Chau & Huang, 2004).

Estos resultados revelan indicios del valor que puedan lograr este subproducto. Los estudios realizados por Gaydou & Ramanoelina (1980) emulan la ausencia de efectos metabólicos adversos en la alimentación de ratas con estos subproductos del maracuyá (familia del puro puro). Paiva (1998) demostró que el empleo de los residuos de la industrialización del maracuyá, cáscaras y semillas, en la alimentación de bovinos, llevan a los animales a producir más leche, y los mismos no presentan problemas digestivos, comprobando las buenas características nutricionales de los productos.

4.3.2. Características fisicoquímicas del aceite

Los valores de refracción, yodo y saponificación en el aceite de semilla de PpC (Tabla 3) fueron consistentes con los encontrados para los aceites convencionales como la soja y el maíz (Codex Alimentarius Commission, 2008). De acuerdo con el valor de yodo, el aceite de semilla de PpC podría clasificarse como "semi secante" (valor de yodo entre 115 y 130 g I_2 / 100 g), lo que indica su posible uso en el procesamiento de alimentos. La buena calidad del aceite de semilla de PpC se puede verificar por los bajos valores de ácido (2,07 mg KOH/g aceite) y peróxido (4,4 meq O_2/kg aceite), que están relacionados con el desarrollo de reacciones hidrolíticas y oxidativas, respectivamente. La Codex Alimentarius Commission (2008) ha definido un valor ácido máximo de 4,0 mg KOH/g para aceites prensados en frío y vírgenes y, valores máximos de peróxido de 10 y 15 meq / kg para aceites prensados en frío y vírgenes y, refinados, respectivamente, como parámetros de calidad. El aceite de semilla de PpC presentó valores de ácido y peróxido por debajo de estos estándares. Más adelante se compararán estas características con otros productos similares.

4.3.3. Perfil de ácidos grasos

El aceite de semilla de PpC presenta una predominancia de ácidos grasos poliinsaturados en 80,26%, seguido de ácidos grasos saturados en 11,07% y monoinsaturados en 8,50%. Los ácidos grasos pueden clasificarse como saturados (semiconductores entre átomos de carbono) y mono o poliinsaturados de acuerdo con el número de ligaduras dobles de cadena. Los ácidos grasos

saturados más frecuentes en la alimentación de los humanos son: láurico, mirístico, palmítico, esteárico (que varía de 12 a 18 átomos de carbono). En la mayoría de los casos, los ácidos grasos omega-3 son los principales componentes de los ácidos linoleicos y de los productos químicos, eicosapentaenoico [EPA] y docosahexaenoico [DHA]) o monoinsaturados representados por la serie omega-9 (ω-9-oleico). La omega-3 (ω -3) y la omega-6 (ω -3) son considerados esenciales por no ser sintetizados por el organismo. El ácido linoleico (18:2, ω-3) es el precursor de los demás ácidos grasos insaturados de la serie ω-6, cuyas principales fuentes alimenticias son los aceites vegetales de soja, maíz y girasol. En la familia ω -3, el ácido α-linolénico (18:3, ω -3) se encuentra en algunos vegetales, como canola y linaza, y EPA (20: 5, ω-3) y DHA (22: 6, ω-3) se encuentran en peces de aguas frías y profundas (caballa, sardina, salmón, arenque). El ácido oleico (18:1, ω-9) puede ser sintetizado por el organismo y tiene como principales fuentes dietéticas al aceite de oliva, el aceite de canola, la aceituna, el aguacate y las oleaginosas (maní, castañas, nueces, almendras) (Bhangle & Kolasinski, 2011).

El linoleico (79,38%), palmítico (8,23%), oleico (8,06%) y esteárico (2,62%) fueron los ácidos grasos predominantes en el aceite extraído (Tabla 5). El perfil de ácidos grasos, que señala un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados y un bajo porcentaje de ácidos grasos saturados, se considera ideal para los aceites comestibles, lo que indica el posible uso del aceite de PpC en la cocina, como aceite para ensaladas, así como, en la formulación de margarina. El aceite de PpC puede ser usado también como ingrediente funcional, ya que su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados. El término ácido linoleico conjugado (ALC) incluye una serie de isómeros posicionales y geométricos del ácido linoleico. Las principales fuentes naturales son la carne de animales rumiantes, la leche y los derivados lácteos. Además, existe en el mercado una amplia gama de alimentos que han sido enriquecidos en ALC (manipulación de la dieta del animal, adición de ALC procedente de otras fuentes naturales como el aceite de cártamo) (Haro, Artacho, & Cabrera-Vique, 2006). El ALC se conoce desde los

primeros estudios de Pariza, Park y Cook en la Universidad de Winsconsin-Madison, de EE.UU. (década de los ochenta) (Pariza, Park, & Cook, 2001), que al investigar ciertos componentes carcinogénicos en carne de ternera a la parrilla descubrieron que algunos ácidos grasos derivados del ácido linoleico presentaban propiedades anticancerígenas. Estudios posteriores, principalmente en modelos animales y con cultivos celulares, han puesto de manifiesto otros efectos beneficiosos, como son una modificación de la composición corporal con reducción de la grasa corporal, propiedades antiaterogénicas, efecto hipolipemiante, disminución de la resistencia a la insulina y acción sobre el sistema inmunitario, entre otras (Haro, Artacho, & Cabrera-Vique, 2006).

4.3.4. Comparación de resultados con otras especies Passiflora

4.3.4.1. Composición química proximal de semillas de diferentes especies de Passifloras

La tabla 6 muestra que la proporción de grasa es menor en la semilla de PpC (20,46%) con respecto a *P. edulis* (30,39%) (Malacrida & Neuza, 2012) y *P. cincinnata* (29,60%) (Martínez, y otros, 2015), de ceniza (1,47%) es mayor y de proteína similiar a *P. edulis*. En adición, se observa que la semilla de PpC un mayor contenido de fibra y carbohidratos (59,35%) que en *P. edulis* (48,63%), lo que constituye una fuente alternativa de fibra (Chau & Huang, 2004).

4.3.4.2. Características de calidad del aceite de semilla de diversas Passifloras comparadas con las del estudio

Una comparación de los valores de yodo del aceite de semilla de PpC con los de otros aceites vegetales, como el aceite de palma y el aceite de semilla de algodón, sugiere fuertemente que, los aceites de semilla de PpC tienen un mayor contenido de PUFA. Al usar los valores de yodo como indicador, el aceite de semilla de PpC es comparable al aceite de girasol, que generalmente se considera un aceite comestible de primera calidad (Tabla 7). El contenido de ácido linoleico de aceite de PpC fue

superior a los aceites comerciales que fluctuaron entre 10 a 70%. En contraste, los aceites comerciales poseen, mayor cantidad de ácidos grasos saturados (22 a 26%) cuyo consumo puede aumentar el colesterol total en la sangre y posteriormente aumentar el riesgo de enfermedad cardiovascular (Liu, Singh, & Green, 2000).

4.3.4.3. Contenido de aceite, ácidos grasos principales y valores de yodo:

El mayor rendimiento de aceite se encontró en las semillas de *P. maliformis* L. (28,30%) y *P. alata* Curtis (28,33%), y el menor se obtuvo de las semillas de *P. edulis* Sims var. edulis (18,5%) (Tabla 8). Pero las diferencias en el contenido de aceite de semilla pueden existir incluso dentro de la misma variedad de fruta. Por ejemplo, Debideen & Sammy (1978) informaron un rendimiento de aceite de semilla de 24,8% de *P. edulis* Sims var. edulis, mientras que López (1980) obtuvo un contenido de aceite de semilla de 29,4% en la misma variedad. Las diferencias en los rendimientos de aceite, incluso dentro de la misma variedad o sub variedad, se han atribuido principalmente a las diferencias climáticas y geográficas en las áreas de cultivo de cultivos de aceite (Fieser & Fieser, 1961).

El análisis de cromatografía de gases de las semillas de PpC estableció la presencia de cinco ácidos grasos saturados y ocho insaturadas. El ácido linoleico (C18: 2), el ácido oleico (C18: 1), el ácido palmítico (C16: 0) y el ácido esteárico (C18: 0) fueron los principales ácidos grasos hallados. En los doce aceites de semillas de Passiflora, linoleico (C18: 2) fue el ácido graso más dominante, con un rango entre 67,8 y 79,38% (Tabla 7). El ácido oleico (C18: 1) fue el segundo ácido graso más dominante en los aceites de semillas y osciló entre 8,06 y 24,8%. Los ácidos grasos palmítico (C16: 0) y esteárico (C18: 0) mostraron los contenidos de ácido graso más altos en el tercer y cuarto lugar y oscilaron entre 8,23 y 15,30% y 2,20 y 3,50%, respectivamente. El resto de los ácidos grasos, es decir, mirístico (C14: 0), palmitoleico (C16: 1),

heptadecanoico (C17:0), γ-linolénico (C18:3, ω-6), α-linolénico (C18:3, ω-3), araquídico (C20:0), eicosadienoico (C20:1) y cupladónico (C22:5, ω-3), estuvieron presentes en cantidades trazas (< 1 %).

Las diferencias en el contenido de ácidos grasos del aceite de semilla de Passiflora pueden existir incluso dentro de la misma variedad de Passiflora. Por ejemplo, Debideen & Sammy (1978) informaron que el ácido graso dominante en los aceites de semilla de *P. edulis* Sims var. flavicarpa en Trinidad y Tobago fue el ácido oleico con una composición del 69%. Además, observaron que una comparación con el aceite de semilla de *P. edulis* Sims var. flavicarpa hawaiana mostró algunas diferencias en el contenido de ácido graso saturado e insaturado. Pero Gaydou & Ramanoelina (1980) identificaron el ácido graso dominante en el aceite de semilla de *P. edulis* Sims var. flavicarpa fue el ácido linoleico, en el rango de 57,2 a 64,4%. Los resultados de los dos grupos de investigación difieren significativamente con respecto a al ácido graso principal en el aceite de semilla de la variedad de la fruta de Passiflora. Este estudio reveló que, el aceite de semilla de PpC tiene un mayor contenido en ácido linoleico que las demás especies de Passiflora.

En adición, el contenido total de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) fue 80,26%, este dato es comparable muy bien con el rango de 71,3 – 96,3% en aceites de semillas de Passiflora reportados por otros trabajos (Nyanzia, Carstensen, & Schwackb, 2005; Pereira, Hamerski, Andrade, de P. Scheer, & Corazza, 2017; Miranda Lopes, y otros, 2010; Hernández-Rivera, Rojas-Cardozo, & Aragón Novoa, 2018). El grado de insaturación de un aceite, expresado como su valor de yodo, sirve como un indicador de los usos a los que se puede aplicar un aceite, es decir, aceite para: ensalada, cocinar, jabón o vela (Nyanzia, Carstensen, & Schwackb, 2005). En este estudio el índice de yodo del aceite de semilla de PpC (128 g yodo/100 de aceite) fue menor comparado con otras especies de Passiflora, que estuvo en un rango de 133 a 141,1 g yodo/100 g de aceite.

Finalmente, la Tabla 8 ofrece datos de la ratio ácido oleico – ácido linoleico, que fue de 0,10 para el aceite de semilla de PpC, que es idéntica a *P. cincinnata* (Miranda Lopes, y otros, 2010), pero menor que las demás especies de Passiflora. El valor de yodo y la relación de ácidos oleico (C18: 1) a linoleico (C18: 2), se utilizan ampliamente como criterios confiables para la estabilidad de los aceites con respecto a la oxidación y los sabores de aceite (Lühs & Friedt, 1994). Los ácidos: oleico, linoleico y linolénico, se autooxidan más rápidamente que sus ésteres metílicos correspondientes, lo que sugiere que se debe prestar especial atención a estos ácidos, sobre todo cuando se encuentran libres, ya que afectan la estabilidad oxidativa de los aceites (Miyashita & Takagi, 1986). Además, el contenido de ácidos grasos, en parte, determina el valor y la idoneidad de cualquier aceite de semilla para fines nutricionales o industriales (Lühs & Friedt, 1994).

4.3.4.4. Proporción de cáscara, jugo y semilla: El fruto de *Passiflora pinnatistipula* Cav. fue comparado con los frutos de otras especies de Passiflora en su proporción de cáscara, jugo y semillas (Tabla 9), mostrándose que, los resultados son semejantes a los encontrados por Miranda Lopes, y otros (2010). En cuanto a la proporción de jugo de *P. nitida*, mostró menor proporción de todas las especies comparadas, en cuanto a la corteza *P. nitida* con mayor proporción. Con respecto a las semillas, *P. nitida* presentó menores porcentajes que las demás Passifloras (Miranda Lopes, y otros, 2010). Cabe resaltar que, si se compara *P. pinnatistipula* con especies comerciales como *P. edulis*, el porcentaje de semillas es aproximadamente el doble (43,05%) pero la mitad de pulpa (13,67%).

4.3.5. Uso potencial del aceite de semilla de *Passiflora pinnatistipula* Cav

Este estudio comparativo demuestra la presencia de un alto contenido de ácido linoleico, entre 79,38%, seguido por ácido oleico 8,06%. El alto contenido de estos PUFA se compara muy bien con el aceite de girasol, que generalmente se

considera un aceite comestible de primera calidad porque es rico en ácidos linoleico (50 – 70 %) y oleico (15 – 45 %) (Tabla 7). Como aceite comestible, posee un mayor contenido de PUFA que son esenciales en una dieta humana. Dado que, el contenido de ácido linoleico supera el 62 %, se puede usar el aceite para la fabricación de margarinas por ejemplo (Lühs & Friedt, 1994).

En un artículo de revisión publicado por Haro, Artacho, & Cabrera-Vique (2006) titulado "Ácido linoleico conjugado: interés actual en nutrición humana", revela muchos aportes y posibles efectos beneficiosos del ácido linoleico conjugado (ALC) sobre el organismo humano, tales como: reducción de carcinogénesis, inmunomodulación, prevención de arterioesclerosis, prevención de diabetes mellitus y reducción de grasa corporal, demostrados *in vitro* y en animales. Por ello, sugiere estrategias para incrementar el contenido de ácido linoleico conjugado en los alimentos como son:

- La suplementación con aceites vegetales ricos en ácido linoleico y α-linolénico (como el aceite de PpC) produce un aumento del contenido de ALC en la leche (Kelly, Kolver, Bauman, Van Amburgh, & Muller, 1998).
- Estas estrategias para aumentar la cantidad de ALC en alimentos que ya lo contienen (aunque sea en bajas concentraciones), e incluso en otros que carecen de él, se han extendido a diversos productos y es posible encontrar en el mercado leche, carne de diversas especies animales, huevos, zumos de fruta, aceites y margarinas enriquecidos en ALC.
- Se investiga la posibilidad de incrementar el contenido de ALC en carne de cordero, de ternera e incluso de cerdo mediante la adición de soja a la dieta del animal (McNiven, Duynisveld, Charmley, & Mitchell, 2004), o la incorporación de aceite de pescado enriquecido en ALC (Raes, De Smet, & Demeyer, 2004). Esto se podría hacer con la adición semilla de PpC.
- Una de las propuestas más interesantes para potenciar el contenido de ALC en productos lácteos fermentados se basa en la posibilidad de emplear durante su elaboración cepas de cultivos iniciadores, o starters, seleccionadas por su alta capacidad para convertir distintos ácidos grasos poliinsaturados en ALC. En este sentido, se experimenta *in vitro* con

diferentes microorganismos habitualmente empleados en fermentaciones lácticas como *Propionibacterium freudenreichii* y *Lactobacillus acidophilus*, capaces de utiliza ácido linoleico como sustrato y producir incrementos notables en el contenido final de ALC (Xu, Boylston, & Glatz, 2004).

- Por otra parte, en el mercado también se encuentra una amplia gama de productos (sobre todo derivados lácteos y zumos de fruta) ricos en ALC, pero con la peculiaridad de que en este caso el ALC añadido ha sido obtenido industrialmente a partir de fuentes naturales de ácido linoleico, como son los aceites de cártamo o alazor y de girasol, que bien podría hacerse con aceite de PpC.
- Se está ensayando la posibilidad de aumentar las concentraciones de ALC en huevos mediante la suplementación del pienso de las gallinas directamente con ALC o bien con aceite de pescado (Szymczyk & Pisulewski, 2005), vitamina E (Aydin & Cook, 2004) o con aceite de girasol rico en oleico (Álvarez, García-Rebollar, Cachaldora, Méndez, & De Blas, 2005); la finalidad es obtener huevos bajo la categoría de «alimentos funcionales».
- Otro aspecto importante a tener en cuenta es cómo puede afectar un incremento de ALC a las características organolépticas y a la aceptabilidad del producto final. En este sentido, Khanal, y otros (2005) señalan, tras realizar estudios con paneles sensoriales, que la aceptabilidad de la leche y quesos enriquecidos en ALC es similar a la de los productos con valores normales.

Como se ha podido observar, los hallazgos de este estudio han permitido elucidar una amplia gama de posibilidades de aplicación para la semilla de *Passiflora pinnatistipula* Cav y su aceite, en la agroindustria del país y el mundo.

Conclusiones

- La composición química proximal de la semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav), mostró un contenido de: 6,31 g de humedad, 1,47 g de ceniza, 20,46 g de grasa, 12,39 g de proteína, 37,16 g de fibra, 22,19 g de carbohidratos y 316,94 kcal, por cada 100 g de semilla.

- Las características fisicoquímicas de calidad del aceite de semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) fueron las siguientes: humedad (0,07 g/100 g aceite), índice de peróxido (4,4 meq O_2/ kg aceite), índice de yodo (128 g yodo/100 g aceite), índice de acidez (2,07 mg KOH/g aceite), índice de saponificación (190 mg KOH/g aceite), índice de refracción (1,4760) y densidad específica (0,90 g/cm^3).

- El análisis de cromatografía de gases del aceite de semillas de PpC estableció la presencia de cinco ácidos grasos saturados y ocho insaturadas. El ácido linoleico (C18: 2) (79,38%), el ácido oleico (C18: 1) (8,06%), el ácido palmítico (C16: 0) (8,23%) y el ácido esteárico (C18: 0) (2,62%) fueron los principales ácidos grasos hallados. El resto de los ácidos grasos, es decir, mirístico (C14: 0), palmitoleico (C16: 1), heptadecanoico (C17:0), γ-linolénico (C18:3, ω-6), α-linolénico (C18:3, ω-3), araquídico (C20:0), eicosadienoico (C20:1) y cupladónico (C22:5, ω-3), estuvieron presentes en cantidades trazas (< 1 %).

Recomendaciones

- Evaluar otras alternativas tecnológicas para el uso de la semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav).
- Evaluar el aprovechamiento de los residuos de la extracción de aceite de semilla de puro puro.
- Evaluar estrategias de incorporación de ácido linoleico conjugado en alimentos, usando aceite de puro puro.
- Estudiar la estabilidad oxidativa y tecnologías que reduzca este defecto para su comercialización.
- Evaluar otros métodos de extracción de aceite, que permitan mejorar el rendimiento, calidad y costos.

Referencias bibliográficas

Alonso, L., Fraga, M., & Juarez, M. (2000). Determination of trans fatty acids and fatty acid profiles in margarines marketed in Spain. *J. Am. Oil Chem. Soc, 77*, 131–136.

Álvarez, C., García-Rebollar, P., Cachaldora, P., Méndez, J., & De Blas, J. (2005). Effects of dietary conjugated linoleic acid and high-oleic sunflower oil on performance and egg quality in laying hens. *Br Poult Sci, 46*, 80-86.

AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis* (Duodécima ed.). Washington: Association of Official Analitical Chemists.

AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis* (Décimo novena ed.). Washington: Association of Official Analitical Chemists.

Aro, A., Van Amelsvoort, J., Becker, W., Van Erp-Baart, M., Kafatos, A., Leth, T., & Van Poppel, G. (1998). Trans fatty acids in dietary fats and oils from 14 Europeans countries. *J. Food Compos. Anal, 11*, 137-149.

Aydin, R., & Cook, M. (2004). The effect of dietary conjugated linoleic acid on egg yolk fatty acids and hatchability in Japanese quail. *Poultry Sci, 83*, 2016-2022.

Bailey, A. (1996). *Bailey's industrial oil and fat products.* New York: John Wiley.

Basulto Marset, J., Comas, M. T., Manera Bassols, M., & Baladia Rodríguez, E. (2009). Ácido esteárico y salud cardiovascular. *Actividad Dietética, 13*(4), 161-172.

Bhanger, M., & Anwar, F. (2004). Fatty acid (FA) composition and contents of trans unsaturated FA in hydrogenated vegetable oils and blended fats from Pakistan. *J. Am. Oil Chem. Soc, 81*, 129–134.

Bhangle, S., & Kolasinski, S. (2011). Fish oil in rheumatic diseases. *Rheum Dis Clin N Am, 37*, 77–84.

Bockisch, M. (1998). *Fats and oils handbook.* Illinois: AOCS Press.

Carvalho de Santana, F., Branco Shinagawa, F., da Silva Araujo, E., Costa, A., & Mancini-Filho, J. (2015). Chemical composition and antioxidant capacity of Brazilian Passiflora seed oils. *J Food Sci, 80*, C2647- C2654.

Chau, C., & Huang, Y. (2004). Characterization of passion fruit seed fibres - A potential fibre source. *Food Chemistry, 85*(2), 189-194.

Choe, E., & Min, D. (2007). Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. *J. Food Sci., 72*, R77–R86.

Codex Alimentarius Commission. (2008). *Codex-Stan 210: codex standard for named vegetable oils.* Rome.

Cruz, R., & Meléndez, C. (2004). *Obtención, refinación y caracterización de aceite de semilla de Passiflora edulis flavicarpa (Maracuyá) .* San Salvador: Universidad de El Salvador.

Curado Borgesa, M., de Miranda Moura Santos, F., Weiss Telles, R., Toulson Davisson Correia, M. I., & Costa Duarte Lanna, C. (2014). Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e lúpus eritematoso sistêmico: o que sabemos? *Revista Brasileña de Reumatología, 54*(6), 459-466.

De la Cruz Pihue, S. (2018). *Determinación de la capacidad antioxidante, propiedades fisicoquímicas y reológicas del jugo de puro puro (Passiflora pinnatistipula Cav).* Acobamba: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de Técnicas Instrumentales en el Análisis Industrial: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8247/4/T3gascromat.pdf

Debideen, W., & Sammy, G. (1978). Physicochemical Characteristics of Yellow Passion Fruit (Passiflora edulis var. flavicarpa) Seed Oil. *West Indian J. Eng, 6*, 33–38.

Dixit, S., & Das, M. (2012). Fatty Acid Composition Including Trans-Fatty Acids in Edible Oils and Fats: Probable Intake in Indian Population. *Journal of Food Science, 77*(10), T188-T199.

Facultad de Ciencias de la UCV. (2019). *Análisis de Grasas y aceites: Índice de refracción, yodo, saponificación y peróxido.* Caracas: Universidad Central de Venezuela. Obtenido de http://www.ciens.ucv.ve:8080/generador/sites/mmedina/archivos/Practica13.pdf

Farmacopea. (2000). *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos* (Vol. I y II). México.

Ferrari, R. A., Colussi, F., & Ayub, R. A. (2004). Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. *Rev. Bras. Frutic, 26*(1), 101-102.

Fieser, L., & Fieser, M. (1961). *Advanced Organic Chemistry.* New York: Van Nostrand Reinhold.

Gaydou, E., & Ramanoelina, A. (1980). Valorization of the byproducts from the granadilla fruit juice industry: fatty acid and sterol composition of the seed oil. *Fruits, 42* (1), 45-48.

Gomis Yagües, V. (2008). *Cromatografía de gases. Obtenido de Técnicas Instrumentales en el Análisis Industrial.* Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8247/4/T3gascromat.pdf

Haro, A. M., Artacho, R., & Cabrera-Vique, C. (2006). Ácido linoleico conjugado: interés actual en nutrición humana. *Med Clin (Barc), 127*(13), 508-515.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2013). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill.

Hernández, A., & Bernal, R. (2017). Especies de Passifloraceae de Colombia. *ALCEP, 2*(2), 320 – 335. Obtenido de http://www.redalyc.org/html/491/49110302/

Hernández-Rivera, J. A.-R., Rojas-Cardozo, M., & Aragón Novoa, D. M. (2018). Evaluation of Passsiflora tripartita var. mollisima seed oil as potential nanoemulsion excipient. *J. Excipients and Food Chem, 9*(1), 16-27.

Jové, M., Planavila, A., & Vázquez-Carrera, M. (2005). El ácido palmítico estimula la producción de interleucina 6 en células musculares esqueléticas por activación de la proteincinasa C y el factor nuclear κB. *Clin Invest Arterioscl, 17*(6), 259-269.

Kelly, M., Kolver, E., Bauman, D., Van Amburgh, M., & Muller, L. (1998). Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J Dairy Sci, 81*, 1630-1636.

Kemény, Z., Recseg, K., Henon, G., Köóvári, K., & Zwobada, F. (2001). Deodorization of vegetable oils: Prediction of trans polyunsaturated fatty acid content. *J. Am. Oil Chem. Soc, 78*, 973–979.

Khanal, R., Dhiman, T., Ure, A., Brennand, C., Boman, R., & McMahon, D. (2005). Consumer acceptability of conjugated linoleic acid-enriched milk and cheddar cheese from cows grazing on pasture. *J Dairy Sci, 88*, 1837-1847.

Lásztity, R. (1996). *The chemistry of cereal proteins.* Boca Raton: CRC Press.

Leao, K., Sampaio, K., Pagani, A., & Da Silva, M. (2014). Odor potency, aroma profile and volatiles composition of cold pressedoil from industrial passion fruit residues. *Ind Crop Prod, 58*(1), 280-286. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.04.032

Liu, S., Singh, S., & Green, A. (2000). Genetic Modification of Cotton Seed Oil Using Inverted-Repeat Gene-Silencing Techniques. *Biochem. Soc. Trans, 28*, 927–929.

López, A. (1980). Lipids from the Seeds of Passion Fruit (Passiflora edulis). *Rev. Theobroma, 10*, 47–50.

Lühs, W., & Friedt, W. (1994). The Major Oil Crops. En D. Murphy, & H. Verlagsgesellschaft, *Designer Oil Crops: Breeding, Processing and Biotechnology* (págs. 5-71). Weinheim: VCH.

Malacrida, C., & Neuza, J. (2012). Yellow passion fruit seed oil (Passiflora edulis F. flavicarpa): Physical and chemical characteristics. *Braz Arch Biol Technol, 55*(1), 127-134. doi:http://doi.org/10.1590/S1516-89132012000100016

Marticorena, A., Alarcón, D., Abello, L., & Atala, C. (2010). *Plantas trepadoras, epífitas y parásitas nativas de Chile* (Vol. 9). Santiago de Chile: Corporación Chilena de la Madera.

Martínez, T., Mary, C., Martínez, L., Roca, A., Gina, C., Corcus, P., . . . Marcia, E. (2015). *Caracterización del Pachio (Passiflora cincinnata).* Santa Cruz: Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.

McNiven, M., Duynisveld, J., Charmley, E., & Mitchell, A. (2004). Processing of soybean affects meat fatty acid composition and lipid peroxidation in beef cattle. *Animal Feed Sci Technol, 116*, 175-184.

Miranda Lopes, R., Cássio Sevilha, A., Gelape Faleiro, F., Barbosa Da Silva, D., Fontes Vieira, R., & Da Silveira Agostini-Costa, T. (2010). Estudo comparativo do perfil de ácidos graxos em semente de Passifloras nativas do cerrado brasil. *Rev. Bras. Frutic, 32*(2). doi:http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000065

Miranda, J., Arias, N., Fernández-Quintela, A., & Del Puy Portillo, M. (2014). ¿Son los isómeros del ácido linolénico conjugado una alternativa a isómeros del ácido linoleico conjugado en la prevención de la obesidad? *Endocrinología y Nutrición, 61*(4), 209-219.

Miyashita, K., & Takagi, T. (1986). Study on the Oxidative Rate and Prooxidant Activity of Free Fatty Acids. *JAOCS, 63*(10), 1380-1384.

Montiel, N. (2014). *Tin tin (Passiflora pinnatistipula Cav).* Cusco: Programa Nacional de Innovación en Recursos Genéticos y Biotecnología de la Estación Experimental Agraria Andenes.

NMX-F-211-1987. (1987). *Alimentos. Aceites y Grasas Vegetales o Animales.* México: Normas Oficiales Mexicanas. Obtenido de http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-211-1987.PDF

Nyanzia, S., Carstensen, B., & Schwackb, W. (2005). A Comparative Study of Fatty Acid Profiles of Passiflora Seed Oils from Uganda. *JAOCS, 82*(1), 41-44.

Paiva, R. (1998). Leite com Maracujá. *Revista Globo Rural, 98*, 9–15.

Pariza, M., Park, Y., & Cook, M. (2001). The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Prog Lipid Res, 40*, 283-298.

Pereira, M., Hamerski, F., Andrade, E., de P. Scheer, A., & Corazza, M. (2017). Assessment of subcritical propane, ultrasound-assisted and Soxhlet extraction of oil from sweet passion fruit (Passiflora alata Curtis) seeds. *J. of Supercritical Fluids, 128*, 338-348.

Puiggrós, C., Chacón, P., Armadans, L., Clapés, J., & Planas, M. (2002). Efectos de las dietas enriquecidas con ácido oleico y omega-3 en el perfil y oxidación lipídicos de pacientes con hipercolesterolemia poligámica. *Clin Invest Arterioscl, 14*(5), 277-280.

Raes, K., De Smet, S., & Demeyer, D. (2004). Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Sci Technol, 113*, 199-221.

Salimon, J., Salih, N., & Yousif, E. (2012). Industrial development and applications of plant oils and their biobased oleochemicals. *Arabian Journal of Chemistry, 5*(2), 135-145.

Simopoulos, A. (2002). *Biomed. Pharmacother, 56*, 365–379.

Szymczyk, B., & Pisulewski, P. (2005). Effects of dietary conjugated linoleic acid isomers and vitamin E on fatty acid composition and cholesterol content of hen egg yolks. *J Animal Feed Sci, 14*, 109-123.

Tarrago-Trani, M., Phillips, K., Lemar, L., & Holden, J. (2006). New and existing oils and fats used in products with reduced trans-fatty acid content. *J. Am. Diet Assoc, 106*(6), 867–880.

Tocchini, R. (1994). Processamento: produtos, Caracterização e Utilização. En UNICAMP, *Maracujá: cultura, matéria-prima e aspectos econômicos* (Segunda ed., págs. 161-175). Campinas: UNICAMP.

Waheed, A., Mahmud, S., Saleem, M., & Ahmad, T. (2009). Fatty acid composition of neutral lipid: Classes of Citrus seed oil. *J. Saudi Chem. Soc., 13*, 269-272.

Wassell, P., & Young, N. (2007). Food applications of trans fatty acid substitutes. *Int. J. Food Sci. Technol, 42*, 503-517.

Williams, C. (2000). Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*, 165–180.

Xu, S., Boylston, T., & Glatz, B. (2004). Effect of lipid source on probiotic bacteria and conjugated linoleic acid formation in milk model systems. *J Am Oil Chem Soc, 81*, 589-595.

Apéndice

Apéndice 01. Testimonio fotográfico.

Fotografía 1. Molienda de la semilla seca.

Fotografía 2. Extracción de aceite por método Soxhlet.

Fotografía 3. Decantación de aceite.

Fotografía 4. Medición del índice de refracción de aceite.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: "Caracterización fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) procedente de residuos agroindustriales".

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semillas de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) procedente de residuos agroindustriales?	**Objetivo General** Determinar las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de poro poro de *Passiflora pinnatistipula* Cav procedentes de residuos agroindustriales. **Objetivos Específicos** Determinar las características fisicoquímicas de aceite de semilla de poro poro de *Passiflora pinnatistipula* Cav procedentes de residuos agroindustriales. Determinar el perfil de ácidos grasos de aceite de semilla de poro poro de *Passiflora pinnatistipula* Cav procedentes de residuos agroindustriales, por cromatografía de gases.	Las características fisicoquímicas y el perfil de ácidos grasos del aceite de semillas de puro puro (*Passiflora pinnatistipula* Cav) tienen potencial agroindustrial.	**Variable independiente:** Temperatura de secado Temperatura de extracción Tiempo de extracción **Variable dependiente:** Tiempo de secado Humedad del producto seco Rendimiento Características fisicoquímicas del aceite Perfil cromatográfico

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

CENTRO MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

RESULTADO DE ANALISIS

SOLICITANTE : Sabina PEREZ QUISPE .
PRODUCTO DECLARADO : Semilla de *Passiflora pinnatistipula Cav.*
NUMERO DE MUESTRAS : 01
MUESTREADO POR : Muestra proporcionada por el solicitante
FECHA DE RECEPCIÓN : 29 de Abril del 2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS : 10 de Mayo del 2019
ENSAYO SOLICITADOS : FISICO/QUIMICO

Análisis	Resultado
1.- Humedad (g/100g de muestra original)	6.31
2.- Ceniza (g/100g de muestra original)	1.47
3.- Grasa (g/100g de muestra original)	20.46
4.- Proteína (g/100g de muestra original)	12.39
5.- Fibra (g/100g de muestra original)	37.16
6.- Carbohidratos (g/100g de muestra original)	22.19
7.- Energía total (kcal/100g de muestra original)	316.94

Métodos Utilizados.
1.- AOAC International oficial methods of Analysis 19 th Edition 2012.925.10
2.- AOAC International oficial methods of Analysis 19 th Edition 2012.923.03
3.- AOAC International oficial methods of Analysis 19 th Edition 2012.922.06
4.- AOAC International oficial methods of Analysis 19 th Edition 2012.920.87
5.- AOAC International oficial methods of Analysis 19 th Edition 2012.920.86
6.- Por cálculo de tabla de composición de alimentos 2009 – INS
6.- Por cálculo de tabla de composición de alimentos 2009 – INS

Atentamente:

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA CEMTRAR COORDINADOR LA MOLINA

PhD. Lizardo VISITACIÓN FIGUEROA
Coordinador
CEMTRAR

AV. La molina s/n La Molina – Lima - Lima- Perú Telf. : 614 7800 anexo 476
cemtrar@lamolina.edu.pe http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/cemtrar/html/principal.htm

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

CENTRO MODELO DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

RESULTADO DE ANALISIS

SOLICITANTE	: PÉREZ QUISPE, Sabina
PRODUCTO DECLARADO	: ACEITE *Passiflora pinnatistipula*
NUMERO DE MUESTRAS	: 01
MUESTREADO POR	: Muestra proporcionada por el solicitante
PRESENTACIÓN Y CONDICIONES DE LA MUESTRA	: En frasco ámbar a temperatura ambiente.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 250 mL. Aproximado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 05 de Junio del 2019
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	: 12 de Junio del 2019
ENSAYO SOLICITADOS	: FISICO/QUIMICO

Análisis	Resultado
1.- Humedad (g/100g de muestra original)	0.07
2.- Índice de peróxido (mEq O_2/Kg aceite)	4.4
3.- Índice de yodo (g yodo/100 g aceite)	128
4.- Índice de acidez (mg KOH/g aceite)	2.07
5.- Índice de saponificación (mg KOH/g aceite)	190
6.- Índice de refracción (nD 20°C)	1.4760
7.- Densidad (g/cm^3 20°C)	0.9095

Métodos Utilizados.

1.- Método volumétrico (Karl Fischer):

2.- *AOCS American Oil Chemist Society. Official Method. 2nd Edition. 1960 Cd 8b-90*

3.- *AOCS American Oil Chemist Society. Official Method. 2nd Edition.1960 Cd 1d-92*

4.- *AOCS American Oil Chemist Society. Official Method. 2nd Edition.1960 Cd 3d-63*

5.- *AOCS American Oil Chemist Society. Official Method. 2nd Edition.2002 Cd 3-25*

6.- *AOCS American Oil Chemist Society. Official Method. 2nd Edition.2000 Cc 7-25*

7.- *AOAC International official methods of Analysis 19 th Edition 2012.26.004*

Atentamente:

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA - LA MOLINA - CEMTRAR COORDINADOR

PhD. Lizardo VISITACIÓN FIGUEROA
Coordinador
CEMTRAR

AV. La molina s/n La Molina – Lima - Lima- Perú Telf. : 614 7800 anexo 476
cemtrar@lamolina.edu.pe http://www.lamolina.edu.pe/proyectos/cemtrar/html/principal.htm

LABORATORIO DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PRODUCCION

INFORME DE ENSAYO N° 0268/19

Solicitante	:	SABINA PÉREZ QUISPE.
Dirección	:	Av. Los Libertadores S/N, Castro Virreyna - Huancavelica.
Producto declarado	:	ACEITE *Passiflora pinnatistipula*
Presentación y Condiciones de la Muestra	:	En frasco pequeño color ámbar con tapa rosca. A temperatura ambiente.
Cantidad de muestras	:	10 mL. Aprox.
Fecha de recepción de la muestra	:	20.05.19
Fecha de Ejecución de Análisis	:	22.05.19
Referencia de la muestra	:	Declaración verbal del cliente
N° de Solicitud de Servicio de Ensayo	:	0142-19

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA	UNIDADES	RESULTADOS
Cromatografías de Ácidos grasos	LABS-ITP-FQ-002-98, Rev. 4, 2003*	%	Anexo 1

RESUMEN:

ACIDOS GRASOS	%
Saturados	11,07
Monoinsaturados	8,50
Poliinsaturados	80,26
TOTAL	**99,83**

Observaciones: *Método validado por el Laboratorio Físico – Químico LABS-ITP.

Callao, 27 de Mayo de 2019

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DESARROLLO INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

QUIM. GARY ALVAREZ GUZMÁN
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE FISICOQUÍMICA

Queda prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de LABS-ITP. Los resultados emitidos en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El nombre del producto declarado es de responsabilidade del cliente.

LABORATORIO DEL INSTITUTO TECNOLOGICO DE LA PRODUCCION

INFORME DE ENSAYO N° 0268/19

ANEXO 1

ÁCIDOS GRASOS	Cn:m	(%)
Butírico	04:0	nd
Caproico	06:0	nd
Caprílico	08:0	nd
Cáprico	10:0	nd
Undecanoico	11:0	nd
Láurico	12:0	nd
Tridecanoico	13:0	nd
Mirístico	14:0	0,06
Miristoleico	14:1	nd
Pentadecaenoico	15:0	nd
Cis-10-Pentadecenoico	15:1	nd
Palmítico	16:0	8.23
Palmitoleico	16:1	0,09
Heptadecaenoico	17:0	0,04
Cis-10-Heptadecenoico	17:1	nd
Esteárico	18:0	2,62
Oleico	18:1ω-9	8,06
Vaccenico	18:1ω-7	0,35
Linoleico	18:2ω-6	79,38
γ-Linolénico	18:3ω-6	0,21
α-Linolénico	18:3ω-3	0,42
Estearidonico	18:4ω-3	nd
Araquídico	20:0	0,12
Eicosaenoico	20:1ω-9	nd
Eicosadienoico	20:2	0,04
Eicosatrienoico	20:3ω-6	nd
Eneicosaenoico	21:0	nd
Eicosatrienoico	20:3ω-3	nd
Araquidónico	20:4ω-6	nd
Eicosapentaenoico	20:5ω-3	nd
Behénico	22.0	nd
Cetoleico	22:1ω-11	nd
Erucico	22:1ω-9	nd
Docosadienoico	22.2	nd
Tricosanoico	23:0	nd
Lignocérico	24:0	nd
Clupadónico	22:5ω-3	0,21
Docosahexaenoico	22:6 ω-3	nd
Nervonico	24:1ω-9	nd

nd : no detectable

Queda prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de LABS-ITP. Los resultados emitidos en el presente informe solo se refieren a la muestra analizada y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El nombre del producto declarado es de responsabilidade del cliente.