



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**CINÉTICA DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE AGUAYMANTO**  
*(Physalis peruviana L.)*

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. EUFEMIA YURI PILCO VILCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PUNO - PERÚ**

**2020**



## DEDICATORIA

### *En primer lugar, a Dios*

*A Dios; el ser supremo que nunca me abandona, quien me ha permitido lograr metas maravillosas en mi vida, como esta.*

### *A mi Madre: Ninfa Vilca Luque*

*Esta tesis y toda mi carrera, se la dedico a la persona más importante de mi vida a mi madre Ninfa Vilca Luque, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, con su esfuerzo, sus valores, la dedicación, por los consejos para hacer de mí una mejor persona, por la motivación constante que me guio día a día y el amor incondicional que me ofreció. Mamita gracias, todo lo que he logrado hasta ahora te lo debo a ti.*

### *A mis hermanas*

*Por estar siempre a mi lado quienes me apoyaron con sus consejos sabios y el apoyo incondicional que me dedicaron.*

**Eufemia Yuri Pilco Vilca**



## AGRADECIMIENTO

*A mi directora de tesis, D.Sc. Edith Tello Palma quien merece todo mi cariño, admiración y gratitud; pues fue la persona que ha sabido guiarme, enseñarme, motivarme y por ser un eje fundamental en el desarrollo de mi trabajo de investigación; brindándome toda su confianza y apoyo incondicional.*

*A los miembros del jurado a la Doc. Lidia Ensueño Romero Iruri, M.Sc. Marleni Yovanna Valencia Pacho, Doc. Rene Justo Flores Quispe: por sus valiosas sugerencias y comentarios.*

*A mis amigas quienes estuvieron presentes cuando los necesitaba, por los momentos y aprendizajes que juntas pasamos.*

*A la Facultad de Química de UNAP junto con todo el equipo de maestros por instruirnos y compartir sus conocimientos para convertirnos en profesionales de éxito.*

*A nuestra alma mater la Universidad Nacional del Altiplano, por abrirnos sus puertas y darnos la oportunidad de cursar esta bonita carrera.*

**Eufemia Yuri Pilco Vilca**



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 10**

**ABSTRACT..... 11**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 13

1.1.1. Planteamiento de los problemas específicos ..... 13

1.2. OBJETIVO GENERAL ..... 13

1.2.1. Objetivos específicos ..... 13

1.3. HIPOTESIS GENERAL ..... 14

1.3.1. Hipótesis específica..... 14

1.4. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO ..... 14

1.4.1. Justificación científica y/o tecnológica ..... 14

1.4.2. Justificación social ..... 15

1.5. ANTECEDENTES..... 15

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

2.1. MARCO TEÓRICO ..... 20

2.1.1. Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) ..... 20

2.1.2. Clasificación Taxonómica..... 21

2.1.3. Nombres Vulgares..... 21



2.1.4. Familia solanácea.....	22
2.1.5. Características morfológicas .....	23
2.1.6. Variedades del aguaymanto .....	25
2.1.7. Composición nutricional del aguaymanto.....	27
2.1.8. Ácidos grasos .....	29
2.1.9. Aceites vegetales.....	34
2.1.10. Aceite del ( <i>Physalis peruviana L.</i> ).....	34
2.1.11. Aspectos fotoquímicos del aceite del aguaymanto ( <i>Physalis peruviana l.</i> ) .....	35
2.1.12. Éter de petróleo .....	36
2.1.13. Métodos de obtención de aceite .....	37
2.1.14. Cinética Química.....	38
2.1.15. Determinación del orden de reacción.....	39
2.1.16. Modelamiento matemático de la cinética de extracción del aguaymanto .....	41

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y METODOS**

3.1. MATERIALES .....	43
3.1.1. Localización .....	43
3.1.2. Materia prima .....	43
3.1.3. Materiales y métodos de Investigación .....	43
3.2. METODOLOGÍA .....	45
3.2.1. RECOLECCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL AGUAYMANTO ( <i>Physalis peruviana L.</i> ).....	46
3.2.2. DETERMINACIÓN DE LA CINÉTICA .....	48
3.2.2.1. Cinética química .....	48
3.2.3. CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DEL AGUAYMANTO ( <i>Physalis peruviana L.</i> ).....	48



3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	53
3.3.1. Diseño central de primer orden .....	53
3.3.2. Análisis Estadístico .....	54
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	57
4.2. RESPUESTA DEL TIEMPO ÓPTIMO DE LA EXTRACCIÓN DEL AGUAYMANTO ( <i>Physalis peruviana L.</i> ) .....	61
4.3. RESULTADOS DE PRUEBAS FISICOQUÍMICAS .....	62
4.4. RESULTADO DE LOS ÁCIDOS GRASOS .....	62
4.4.1. Características del Aceite por Cromatografía .....	62
4.5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EFICIENCIA DE EXTRACCIÓN .....	63
4.5.1. Diagrama de Pareto .....	64
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>67</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO B. ....</b>	<b>78</b>

**Área:** Procesos Industriales

**Tema:** Cinética de extracción del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 08 de enero de 2020.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fruto del Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana L.</i> ).....	20
Figura 2.	Corte transversal de la semilla de ( <i>Physalis peruviana l.</i> ).....	25
Figura 3.	Vista de frente de la semilla de ( <i>Physalis peruviana l.</i> ) .....	25
Figura 4.	Ácidos grasos .....	30
Figura 5.	Ácidos grasos saturados .....	31
Figura 6.	Ácidos poliinsaturados .....	31
Figura 7.	Ácidos grasos con estructuras peculiares.....	32
Figura 8.	Comportamiento Concentración Versus Tiempo.....	39
Figura 9.	Pendiente de Concentración versus Tiempo de Orden cero .....	40
Figura 10.	Pendiente de la Concentración versus Tiempo de Primer Orden .....	41
Figura 11.	Diagrama cualitativo para las pruebas de extracción del aceite de las semillas del Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana L.</i> ) .....	45
Figura 12.	Momento Dipolar.....	52
Figura 13.	Lavado de las semillas del Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana l.</i> ) .....	40
Figura 14.	Secado de las semillas del Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana l.</i> ).....	40
Figura 15.	Extracción del aceite de las semillas de <i>Physalis peruviana l.</i> .....	41
Figura 16.	Concentración del aceite vs Tiempo .....	59
Figura 17.	Regresión Lineal de Ln de Concentración versus Tiempo .....	59
Figura 18.	Diagrama de Pareto Estandarizada para Eficiencia de Extracción .....	64



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Taxonomía del Aguaymanto.....	21
Tabla 2.	Nombres comunes de ( <i>Physalis peruviana L.</i> ) .....	22
Tabla 3.	Valor nutricional del Aguaymanto bajo las condiciones de cultivo del Perú .....	27
Tabla 4.	Composición de fitosteroles de aceite extraído de los frutos de <i>physalis peruviana L</i> .....	28
Tabla 5.	Composicion de ácidos grasos en el aceite extraído de <i>Physalis peruviana L.</i> .....	33
Tabla 6.	Composición de ácidos grasos (expresados como porcentaje del total de metilester de ácidos grasos del aceite de Aguaymanto).....	36
Tabla 7.	Propiedades físicas del Éter de Petróleo .....	37
Tabla 8.	Operacionalización de variables .....	53
Tabla 9.	Datos del Diseño Experimental .....	54
Tabla 10.	Variable respuesta.....	55
Tabla 11.	Matriz de diseño.....	56
Tabla 12.	Extracción y rendimiento del aceite de las semillas del Aguaymanto ( <i>Physalis peruviana L.</i> ).....	57
Tabla 13.	Comportamiento de la concentración vs tiempo.....	58
Tabla 14.	Combinación de los niveles de factores.....	61
Tabla 15.	Densidad e índice de refracción.....	62
Tabla 16.	Características de Ácidos Grasos en el aceite de semillas de Aguaymanto.	62
Tabla 17.	Análisis de la varianza .....	63



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

**CG-SM:** Cromatografía de gases con espectrometría de masas

**IE:** Impacto electrónico

**eV:** Energía de ionización

**g:** Gramos

**L:** Litros

**min:** Minutos

**°C:** Centígrados

**mL:** Mililitro

**n:** Rendimiento (%)

**$\rho$ :** Densidad (g/ml)

**IR:** Índice de refracción

**m:** Masa (Kg)

**v:** Volumen (mL)

**CA:** Concentración del aceite

**CA0:** Concentración inicial del aceite

**R<sup>2</sup>:** Valor de confianza

**Ln:** Logaritmo natural

**Voil:** volumen del aceite

**$\rho$  oil:** densidad del aceite

**W:** peso de muestra



## RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar la cinética de extracción del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana l.*), por el método sólido-líquido. Durante el proceso una vez que la materia prima está limpia, se procede a la selección de los frutos aptos, posteriormente se realizó el despulpado para obtener las semillas de dicho fruto, estas se redujeron de tamaño, sometiéndolas al secado y colocándolas en lunas de reloj, en una estufa a una temperatura de 40 °C por 10 h, para evitar la degradación de las semillas, así poder someter a molienda para la extracción del aceite en el equipo Soxhlet, se usó como solvente éter de petróleo al 95% a temperatura de ebullición de 30 a 40 °C, la concentración se determinó en el modelo cinético de primer orden CA y (-rA), para la muestra extraída CA=1,931107328 g/ml con una velocidad de reacción (-rA) = 1,166388x10<sup>-4</sup> g/ml, luego se procedió a la caracterización físico-química para la muestra extraída del aceite, evaluando una densidad de 0,9222g/ml e índice de refracción (IR) de 1,4744 brix , y para el análisis de ácidos grasos en aceite de semillas del Aguaymanto se realizó por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas, analizando el porcentaje de grasa total de ácido palmítico con 7,23 %, estereato de metilo con 3,22%, ácido oleico con 10,96 %, ácido vaccenico con 1,37% , ácido linoleico con 77,22% que tiene el mayor porcentaje de presencia de grasa total, fueron realizados en el Laboratorio de Análisis Químico, Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría de la Universidad Nacional de San Antonio de Abad – Cusco. Se uso el software Statigraphic para determinar los parámetros óptimos de la extracción, la temperatura óptima es de 30 °C en un tiempo óptimo de 1h (60 min), se concluye que la ecuación que más se ajusta para la cinética es de primer orden.

### PALABRAS CLAVES

Aceite, cinética, extracción, *physalis peruviana l.*, solvente.



## ABSTRACT

This research was carried out with the objective of determining the Aguaymanto Oil (*Physalis peruviana l.*) extraction kinetics, by the solid-liquid method. During the process, once the raw material is clean, the suitable fruits are selected, subsequently It has been made pulping to obtain said fruit seeds, These were reduced in size, subjecting them to drying and placing them on clock moons, in an oven at a temperature of 40 °C for 10 h, to avoid seeds degradation, thus to be able to subject to grinding for the oil extraction in the Soxhlet equipment, 95% petroleum ether was used as a solvent at a boiling temperature of 30 to 40 °C, the concentration was determined in the first order kinetic model  $CA y (-rA)$ , for the extracted sample  $CA = 1.931107328 \text{ g/ml}$  with a reaction rate  $(-rA) = 1.166388 \times 10^{-4} \text{ g/ml}$ , Then, the physicochemical characterization was carried out for the sample extracted from the oil, evaluating a density of 0.9222g/ml and a refractive index (IR) of 1.4744 brix, and for the analysis of fatty acids in Aguaymanto seed oil, it was carried out by gas chromatography coupled to mass spectrometry, analyzing the total fat percentage of palmitic acid with 7.23%, methyl stearate with 3.22%, oleic acid with 10.96%, vaccenic acid with 1.37%, linoleic acid with 77.22% which has the highest presence of total fat percentage, They were carried out in the Chemical Analysis Laboratory, Chromatography and Spectrometry Laboratory of San Antonio de Abad - Cusco National University. Statigraphic software was used to determine the optimal extraction parameters, the optimum temperature is 30 °C in an optimal time of 1h (60 minutes), it is concluded that the equation that best fits for kinetics is of the first order.

### KEYWORDS

Oil, kinetics, extraction, *physalis peruviana l.*, solvent.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) fue descubierta en 1753 por el científico sueco Carlos Linneo, es un arbusto de los andes peruanos, conocida como fruta nativa desde la época de los incas, en los últimos años ha adquirido una importancia en el mercado ya que es rico en ácidos grasos y está en numerosas industrias de productos cosméticos, medicinales ya que es antibacteriana, antipirético, inmuno moduladora, así generando una continua renovación de la tecnología empleada para obtener estos productos.

En la región Puno el aguaymanto es de consumo directo, así como también se procesan la materia prima a productos acabados del aguaymanto como la gelatina, mazamorra, mermelada, néctar y se cuenta con el crecimiento de estos frutos en otras provincias de la Región.

Según Deza (2014). La extracción por sólido- Líquido del aceite de una semilla por medio de solvente consiste en la disolución de un componente (o grupo de componentes) que forman parte de un sólido, empleando un disolvente adecuado donde hay contacto del disolvente con el sólido a tratar, para disolver el componente o soluto por último la separación de la disolución y el resto del solido (con la disolución adherida al mismo).

En el presente trabajo uno de los objetivos es determinar la cinética de extracción del aceite de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), y las características fisicoquímicas y su composición, a partir de las semillas de este fruto, donde se sometió a secado a 40 ° C a un tiempo de 10 horas para evitar de degradación, las semillas se sometieron a molienda, se extrajo el aceite del aguaymanto a escala laboratorio usando como solvente



orgánico éter de petróleo por el método solido- liquido usando el soxhlet, a temperatura de ebullición del solvente orgánico.

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo determinar la cinética de extracción de aceite de Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) por el método solido-liquido?

### 1.1.1. Planteamiento de los problemas específicos

- ¿Cuál será el tiempo óptimo para la extracción del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)?
- ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) obtenida de la semilla?
- ¿Cuáles serán los grupos funcionales presentes en el aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) mediante la técnica cromatográfica?

## 1.2. OBJETIVO GENERAL

Determinar la cinética de extracción del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), por el método solido-liquido.

### 1.2.1. Objetivos específicos

- Determinar el tiempo óptimo de la extracción del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) mediante el método sólido- líquido.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas en función del aceite obtenido del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*).
- Caracterizar e identificar los grupos funcionales del aceite obtenido del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) por cromatografía gases



### 1.3. HIPOTESIS GENERAL

La cinética de la extracción del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), es de primer orden

#### 1.3.1. Hipótesis específica

- El tiempo óptimo de la extracción del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) determina la cantidad de aceite extraído.
- Las propiedades fisicoquímicas del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), están enmarcadas en las normas técnicas establecidas para aceites grasos.
- Los grupos funcionales identificados en el aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), son las características de los aceites grasos.

### 1.4. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

#### 1.4.1. Justificación científica y/o tecnológica

El aceite vegetal es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas oleaginosas de frutas o pepitas u otras partes de las plantas. La determinación de la cinética de extracción del aceite de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) nos permitirá diseñar la tecnología en la extracción y el aprovechamiento del aceite que posteriormente puede ser utilizado con fines industriales. Se pretende dar un valor agregado al aceite de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) con el fin de alcanzar mayores beneficios en la industria alimentaria, farmacéutica y motivar a la comunidad científica, a realizar más estudios básicos.



### 1.4.2. Justificación social

El aceite de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) tiene propiedades como vitamina A, B y C, fibra, potasio, fosforo, hierro y zinc, mediante sus propiedades medicinales, tiene una actividad anti-inflamatoria, anti-hepatoxica, anti-hepatoma, anti-septico e inmunosupresora para el tratamiento de diversas enfermedades, entre ellas el cáncer, diabetes, hepatitis, dermatitis, malaria, asma entre otros. Así generando una tecnología que permitirá el aprovechamiento de la materia prima y la demanda en las industrias (medicinales, farmacéuticas y terapéuticas), en nuestra región y el país el aceite del aguaymanto generaría puestos de trabajo gracias a sus propiedades para fines industriales.

### 1.5. ANTECEDENTES

**Ramadan (2009)**, dice que las bayas enteras, las semillas y la pulpa / cáscara de arándano dorado (*Physalis peruviana L.*) se compararon en términos de ácidos grasos, clases de lípidos, triacilgliceroles, fitosteroles, vitaminas liposolubles y  $\beta$ -caroteno. El contenido total de lípidos en las bayas enteras, semillas y partes sin semillas fue 2,0 a 1,8 y 0,2% (en una base de peso fresco), respectivamente. El ácido linoleico fue el ácido graso dominante seguido del ácido oleico como el segundo ácido graso principal. Los ácidos palmítico y esteárico fueron los principales saturados. En el aceite de pulpa / cáscara, el perfil de ácidos grasos se caracterizó por mayores cantidades de saturados, monoeno y trieno que en los aceites enteros de bayas y semillas. Los lípidos neutros comprendieron > 95% del total de lípidos en el aceite de bayas enteras y aceite de semilla, mientras que los lípidos neutros se separaron en el nivel inferior en el aceite de pulpa / piel.

**Chasquibol et al., (2015)**, estudió el contenido de ácidos grasos y antioxidantes en el aceite de las semillas del fruto del “Aguaymanto”. La extracción del aceite crudo se realizó por el método de prensado por expeller con un rendimiento del 18,09 %. Se



cuantificó ácidos grasos, tocoferoles y esteroides por métodos cromatográficos. El aceite presenta un alto porcentaje de  $\omega$ -6 (76,7 %) con un grado de insaturación de 77,1 %. Los tocoferoles  $\alpha$ - (70 ppm),  $\beta$ - (1452 ppm),  $\gamma$ - (1469 ppm) y  $\delta$ - (1445 ppm) son las principales especies que han sido separadas y cuantificadas por HPLC. Los esteroides  $\delta$ -5-avenasterol (17,1%),  $\beta$ -sitosterol (9,7%), estigmasterol (4,9%) y campesterol (4,8 %), son las especies más importantes separadas y cuantificadas por CG.

**Camacho et al., (2014)**, en esta investigación determinaron las características físico-químicas del aceite extraído de las semillas del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt), de las variedades roja (R) y amarilla (A), que permitan definir su utilidad como posible materia prima oleaginosa. Los parámetros evaluados fueron: acidez libre oleica (%) (R: 1,1 y A: 1,1); índice de saponificación (mg KOH/g) (R: 195,3 y A: 196,2); índice de yodo (cg I<sub>2</sub>/g) (R: 143,3 y A: 142,0); índice de peróxidos (meq O<sub>2</sub>/kg) (R: 1,5 y A: 1,4); materia insaponificable (g/kg) (R: 19,6 y A: 20,3); índice de refracción a 40 °C (R: 1,4720 y A: 1,4710) y densidad relativa a 20 °C (R: 0,9236 y A: 0,9240). La composición de ácidos grasos determinada fue: palmítico (R: 7,7 y A: 7,4); esteárico (R: 3,5 y A: 3,1); oleico (R: 16,3 y A: 17,7); linoleico (R: 69,0 y A: 69,3) y linolénico (R: 3,5 y A: 2,5). La presencia de ácidos grasos mono y poli-insaturados en las proporciones encontradas le imparte importancia desde el punto de vista nutricional, aspecto que permite recomendar al aceite evaluado como posible agente nutracéutico y como aceite para aderezos.

**Guillen (2016)**, realizó una caracterización física y química del aceite de palta obtenida mediante dos tipos de extracción, mediante Soxhlet (éter de petróleo) y prensa de tornillo helicoidal (a escala piloto), se observó que el tamaño y masa de la fruta son muy variables debido a que son frutos descartes; los análisis físicos químicos realizados al aceite de palta variedad Hass extraído por Soxhlet fueron: color verde oscuro, densidad relativa a



20°C 0,808 g/ml , índice de refracción a 25°C 1, 442, índice de peróxido de 19,181 meq / kg aceite , índice de yodo de 80,764 g/100g aceite , % de ácidos grasos libres 0,911 % , punto de Fusión (15°C). Y los realizados al aceite de palta variedad Hass extraído por prensado en frío resultaron ser: color verde esmeralda, densidad relativa a 20°C 0,947 g/ml, índice de refracción a 25°C 1, 470; índice de peróxido de 10.446 meq / kg aceite, índice de yodo de 106 g/100g aceite, % ácidos grasos libres 0,616%, punto de fusión (12°C) y un tiempo de vida útil de 4 años a 25°C. En los resultados el aceite de la variedad Hass extraído por prensado en frío resaltando ser de mejor calidad, pero de bajo rendimiento (21,2%) mientras que el aceite de palta extraído por Soxhlet fue de mayor rendimiento 75,8%.

**Suarez et al., (2012)**, llevaron a cabo la caracterización física y química del aceite de las semillas de *Vitis labrusca L.* (uva Isabella), obtenidas como desecho del procesamiento de la pulpa para jugo, siguiendo los procedimientos descritos en las normas ICONTEC para grasas y aceites. Las semillas fueron lavadas y secadas (durante 2 días a 40°C), luego fueron molidas en presencia de nitrógeno líquido; la extracción se realizó con n-hexano. Los parámetros físicos evaluados fueron: densidad (0,9246g/cm<sup>3</sup>) e índice de refracción (1,4753 a 23°C). Los químicos: índice de acidez (2,1870 % de ácido oleico), índice de peróxidos (0 meq de O<sub>2</sub>/Kg), índice de saponificación (175,1161) meq KOH/g) e índice de yodo (136,6853 cg de I<sub>2</sub>/g). Según el análisis por Cromatografía de gases-espectrometría de masas, los ácidos grasos mayoritarios son el ácido linoleico conjugado (53,843%), el oleico (E) (24,671 %) y el palmítico (13,922 %).

**Londoño et al., (2014)**, La extracción del aceite de la semilla de patilla consistió inicialmente en un estudio fisicoquímico de la semilla, con la finalidad de conocer su contenido nutricional mediante la realización de diferentes análisis como humedad, cenizas, grasas, fósforo, proteínas y carbohidratos. Posteriormente se procedió con la extracción del aceite utilizando el equipo de extracción sólido-líquido Soxhlet, empleando hexano como solvente mediante el diseño factorial del tipo 2<sup>3</sup>. Luego de esto



se realizó la caracterización del aceite crudo y refinado siguiendo la metodología descrita por las normas COVENIN, donde el aceite presentó propiedades que le confieren gran potencial en la industria cosmética en la elaboración de jabones. Por último, se hizo un perfil lipídico por medio de una cromatografía de gases, arrojando un alto contenido de ácidos grasos insaturados (linoléico y oleico) que le dan la potencialidad de ser aplicado como un aceite apto para consumo humano de excelentes propiedades y calidad.

**Cerón *et al.*, (2011)**, el presente estudio fue determinar el rendimiento en aceite y los ácidos grasos presentes en las semillas de guanábana (*Annona muricata*), suministradas por la empresa (INPADEMA) en el municipio de Pasto (Nariño), la extracción se llevó a cabo mediante el extractor Soxhlet, utilizando como solvente éter etílico de punto de ebullición 40-60 °C. La determinación de los ácidos grasos presentes se realizó por cromatografía de gases GC-FID. Se obtuvo un rendimiento de 30,59% en aceite, en cuanto a la composición de ácidos grasos se encontró: palmítico 29,60%; esteárico 5,89%; oleico 33,47%; linoleico 27,77% y linolénico 3,28%. Se determinó que el 35,49% de los ácidos grasos son saturados y el 64,51% en su mayoría son insaturados y podrían ser de gran interés en las diferentes industrias.

**Parada (2015)**, En el presente trabajo se realizó un estudio de la elaboración de jugo concentrado de arándano donde se genera como residuo una torta de prensado conformada por los orujos de la fruta y sus semillas. Se le ha dado un valor agregado a esta torta de prensa y obtener aceite y fibra dietética a partir de la semilla del arándano. Tanto el aceite crudo como el refinado presentaron un elevado contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3 n-3), de 28,11% y 28,36%, respectivamente; así como también de ácido linoleico (C18:2 n-6), con 41,34% y 39,55%, respectivamente. Todos los parámetros físicos y químicos presentaron diferencias significativas entre los dos tipos de aceite al 95% de confianza. Para aceite crudo y refinado, respectivamente, la A.L. inicial fue de 1,58% y 1,64% expresado como



ácido oleico; el I.P. fue de 4,30 meq de  $O_2$ /kg y 3,37 meq de  $O_2$ /kg; el I.Y. fue de 168,39 g  $I_2$ /100g y 163,89 g  $I_2$ /100g; el I.S. fue de 188,15 mg KOH/g y 185,19 mg KOH/g; el I.R. (20°C) fue de 1,4738 y 1,4775; el P.E. (20°C) fue de 0,922 y 0,920; y el color fue naranja y naranja amarillento. El contenido de FDT en la fracción desgrasada de la semilla fue de 83,5% (b.s.) y su composición en FDS y FDI fue de 77,66% (b.s.) y 5,8% (b.s.), respectivamente.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

Fue descrita por primera por Carlos Linneo 1753, su nombre científico es (*Physalis peruviana* L.), es una fruta oriunda de los países andinos (Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia), perteneciente a la familia solanácea, pariente de la papa, tomate, ají y rocoto.

En el Perú, se desarrolla entre los 1500 a 3000 msnm. Es una planta perenne y arbustiva que normalmente crece a 1 a 1,5m y su fruto es carnoso de color rosado está envuelto en un cáliz de 5 pétalos. La cascara es delgada y lustrosa (representa un 3,5%) del fruto que contiene abundantes semillas del 26,5% (100 a 300 semillas), Ministerio de agricultura de colombia, (2012).



**Figura 1.** Fruto del Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

**Fuente:** Rojas 2016



### 2.1.2. Clasificación Taxonómica

El aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), es una planta originaria de los Andes sudamericanos, pertenece a la familia de las Solanáceas; es decir, posee características similares a la familia de la papa, el tomate y el tabaco, aun cuando su crecimiento es arbustivo. A continuación, se muestra la taxonomía del aguaymanto Schreiber, (2015).

**Tabla 1.**

*Taxonomía del Aguaymanto*

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Tribu	Physaleae
Subtribu	Physalinae
Género	Physalis

**Fuente:** (Schreiber, 2015).

### 2.1.3. Nombres Vulgares

Esta especie se conoce con diversos nombres comunes de acuerdo a su procedencia, Sierra exportadora, (2014).

**Tabla 2.***Nombres comunes de (Physalis peruviana L.)*

País	Nombres comunes
Bolivia	Aweillumantu, Capuli, Motojobobo embolsado, Ruro ruro chinchi chinchi
Chile	Bolsa de Amor, Capulí
Colombia	Uchuva, Uchuba, Uchubo, Alquenque, Buchuvba, Capuli, Guachuvo vejigon, Guchuba, Guchero, Tomate, Vejigon,.
Perú	Aguaymanto, Capulí, Tomate de bolsa, Tomate Silvestre, Cereza del Perú.
Venezuela	Cuchuva, Huevo de sapo, Topotopo y Topo-topo
Ecuador	Uvilla
Estados unidos	Golden Berry o cape, gooseberry

**Fuente:** Sierra Exportadora 2014

#### 2.1.4. Familia solanácea

La familia Solanácea comprende 102 géneros y 2460 especies. En el Perú hay 42 géneros y 600 especies; dentro de esta clasificación se reconocen 208 especies y seis variedades como endémicas en 16 géneros. Esta familia ocupa el sexto lugar por su diversidad en especies endémicas, siendo *Solanum*, *Nolana* y *Jaltomata* los géneros más ricos en especies.

También incluye especies de gran importancia económica: alimenticia, como la papa, (*Solanum tuberosum* L.); tomate, (*Solanum lycopersicum* L.); berenjena, (*Solanum melongena* L.); chile, (*Capsicum* spp.); y capulí o aguaymanto, (*Physalis*

*Peruviana* L.); otras de uso industrial como el tabaco, (*Nicotiana tabacum* L.); ornamentales como petunia, (*Petunia* spp.); floripondio, (*Brugmansia* spp.); copa de oro, (*Cyphomandra* spp.); y huelle de noche, (*Cestrum nocturnum* L.). Algunas



especies de la familia se les atribuye uso medicinal: (*Datura stramonium* L.) (*Nicandra physalodes* G.) y (*Physalis* spp.).

### 2.1.5. Características morfológicas

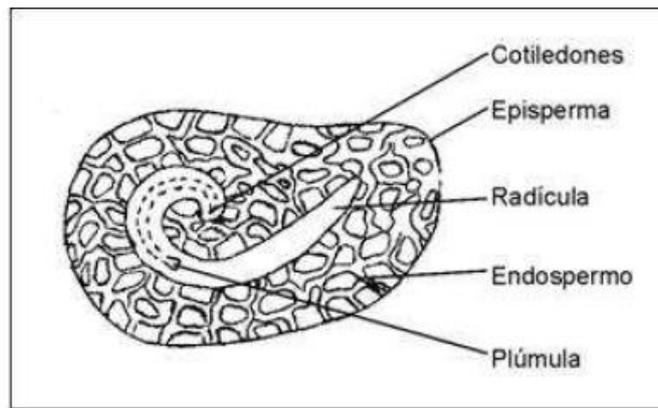
Es una planta de tipo herbáceo a semiarborescente erecta, perenne y fuertemente ramificada y pueden alcanzar una altura de 1,30 a 2,0 m y algunos casos puede alcanzar hasta 1,8 metros. La característica de la planta según su estructura son Schreiber, (2015).

- **Raíz:** La *physalis peruviana* L. posee una raíz fibrosa de las cuales la mayoría está situada a unos 10 a 15 cm de profundidad, presenta una coloración amarillo pálido y puede estar formado por un conjunto de raíces que forman un radio hasta de 0,60 m que luego se ramifica.
- **Tallo:** es de color verde cubierto con vellosidades (pelos). Durante la etapa de crecimiento se desarrolla sus ramas laterales que crecen más que el propio tallo, con el objetivo de agrandar lateralmente a la planta el cual sirve como protección del suelo contra la erosión.
- **Hojas:** presentan una peculiar característica que son suaves al tacto por las vellosidades, son de formas enteras y acorazonadas, se las considera cordiformes y son de forma alterna a la planta con un limbo entero.
- **Flor:** la corola de la flor es circular mide aproximadamente (20 mm de diámetro), hermafrodita solitaria y pedunculada con cinco pequeños picos. El cáliz llega a un tamaño de 5 cm de largo, presenta características como un farol colgante que dentro de ella encierra un fruto pequeño que es una baya de  $14,0 \pm 6,0$  mm de diámetro. El color verde del cáliz se mantiene hasta madurar el fruto y

posteriormente cambia de tonalidad a un pardo translúcido cuando el fruto se pone amarillo (etapa de maduración).

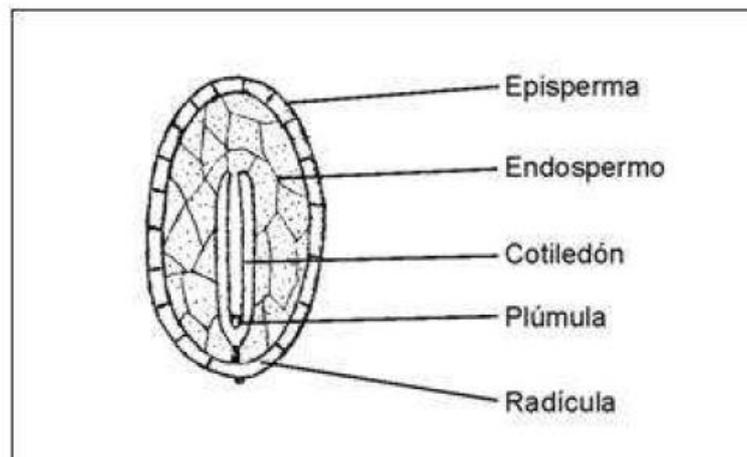
- **Fruto:** varía dependiendo según los ecotipos (habidad específico), el color y aroma depende esencialmente del grado de madurez, que van desde un verde limón (fisiológicamente verde) a un amarillo dorado (fisiológicamente maduro). La baya carnosa presenta una pulpa jugosa de sabor azucarado muy agradable y sus semillas están rodeadas de materia mucilaginosa. El diámetro y el peso varían según los ecotipos, desde  $1,80 \pm 0,55$  cm y  $4,80 \pm 3,30$  g respectivamente. La fruta contiene muchas semillas. Cuando ha completado la madurez, el cáliz y la fruta caen, el fruto se desarrolla durante  $70 \pm 10$  días.
- **Semillas:** las semillas son muy pequeñas, ovaladas, achatadas, miden de  $2,0 \pm 1,0$  mm de largo, de ancho un promedio aproximado de 1,0 mm; siendo el número muy variable en cada fruto que van desde 150 a 320 semillas por fruto; la semilla es de color amarillo grisáceo o amarillo parduzco.

La morfología y características de la semilla son los siguientes: 1. **Episperma.** La **testa** es dura o coriácea, superficie con fisuras de forma redondeada; **Tegmen**, delgado. 2. **Endospermo.** Color blanco, posee fisuras redondeadas. 3. **Embrión. Hipocótilo**, a manera de hendidura en la base de los cotiledones; **Plúmula**, dilatación ovoidea por encima del hipocótilo; **Radícula**, dilatación ovoidea por debajo del hipocótilo. **Cotiledón**, en número de 2 y forma ligeramente ovoidea, como se observa en la Figura 2 Y 3.



**Figura 2.** Corte transversal de la semilla de (*Physalis peruviana* L.)

**Fuente:** Schreiber, (2015).



**Figura 3.** Vista de frente de la semilla de (*Physalis peruviana* L.)

**Fuente:** Schreiber, (2015).

### 2.1.6. Variedades del aguaymanto

Aunque no se conocen variedades definidas de la especie *Physalis peruviana* L., se conocen varios ecotipos de los que se cultivan básicamente tres, que proceden de Kenia, Sudáfrica y Colombia, de donde han tomado sus nombres, que se diferencian por el color y el tamaño del fruto, por la forma del cáliz y por el peso de los frutos cuando maduran, los ecotipos Sudáfrica y Kenia tienen un peso promedio de 6 a 10 gramos, mientras que el de origen Colombiano son más pequeños y pueden pesar entre 4 a 5 gramos. En el Perú se tienen varios ecotipos o selecciones que se diferencian



principalmente por el color del fruto, verde amarillo, verde limón y color naranja Schreiber, (2015).

- **Colombiano o keniano:** El ecotipo colombiano se caracteriza por tener una mejor coloración y mayor contenido de azúcares, por lo cual ha tenido mucha demanda en los mercados internacionales y el país ha llegado a ser el principal productor mundial de aguaymanto.
- **Giallo Grosso:** La fruta de oro grande se come cruda o en conserva después de maduración, en las zonas con inviernos suaves la planta tiene una duración de varios años.
- **Gigante:** Grande de fruta color oro naranja, aproximadamente una pulgada de diámetro con un sabor delicioso, las plantas son vigorosas, crece de 3 a 5 pies de altura requiere una larga temporada de crecimiento.
- **Gigante Poha Berry:** La fruta es de aproximadamente una pulgada, las hojas son verde gris y diferente de otros *Physalis peruviana L.*, la planta crece de 1 a 2 ½ m de altura.
- **Oro Berry:** Frutas tienen en promedio una pulgada de diámetro pudiendo ser de hasta 2 pulgadas, la pulpa es muy sabrosa y dulce, el jugo de la fruta sin semillas es similar en color y la intensidad de sabor a jugo de naranja, las frutas secas se utilizan en pasteles de frutas, en lugar de pasas de uva, se dice que es resistente a las heladas ligeras en comparación con otras especies de *Physalis peruviana L.*, en climas más fríos, necesita 1.5 años a partir de semillas.

- **Largo Aston:** Selección original de Long Ashton destinado a obtener de Golden Berrys, se dice que es superior a otros tipos.

### 2.1.7. Composición nutricional del aguaymanto

El Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), es un fruto que se caracteriza por sus propiedades nutricionales, además el aceite obtenido de la semilla tiene un alto grado de insaturación (89,5%) como ácido linoleico omega 6 y un alto contenido de antioxidantes naturales como tocoferoles totales y esteroides totales, contiene una gran selección de vitaminas A (retinol), vitaminas C, B1, B2, B6 o piridoxina, niacina o B3 y B12, Vitamina E, fibra, pectina, minerales (fósforo y hierro), proteínas y carbohidratos. Contenido de oligoelementos esenciales para el organismo humano. La composición química y el valor nutricional del Aguaymanto por cada 100gr.

**Tabla 3.**

*Valor nutricional del Aguaymanto bajo las condiciones de cultivo del Perú*

Componentes	Factor nutricional por cada 100g de fruta	
	Cant.	U.M.
Humedad	78,90	%
Carbohidratos	16	g
Cenizas	1,01	g
Fibra	4,90	g
Grasa total	0,16	g
Proteína	0,05	g
Ácido ascórbico	43	mg
Calcio	8	mg
Caroteno	1,61	mg
Fósforo	55,3	mg
Hierro	1,23	mg

Niacina	1,73	mg
Riboflavina	0,03	mg

Fuente: Terán S. Roger. CEDEPAS. 2012

### 2.1.7.1. Fitoesteroles

Son esteroides de origen vegetal (compuestos con 28 o 27 átomos de carbono), químicamente su estructura es similar al colesterol (27 átomos de carbono). Se encuentran en casi todos los tallos, frutos y hojas vegetales. Las principales fuentes son los aceites vegetales, semillas oleaginosas, en cereales, legumbres, frutos secos.

Los fitoesteroides como proveedores de una amplia variedad de efectos fisiológicos; entre ellos efecto antiinflamatorio, antitumoral, antibacteriano y antifúngico.

Los fitoesteroides son de gran interés debido a su capacidad antioxidante. El aceite extraído de la piel de la pulpa de fruto de *P. peruviana L.* tiene altos niveles de esteroides vegetales.

#### Tabla 4.

Composición de fitoesteroides de aceite extraído de los frutos de *physalis peruviana L.*

Los fitoesteroides (g por kg de lípidos totales)	Aceite de semilla	Pulpa y piel de aceite
Campesterol	6,48	11,50
$\beta$ - Sitosterol	5,71	4,99
$\Delta$ 5-Avenasterol	4,57	11,80
Lanosterol	2,27	7,44
Estigmasterol	1,32	6,17
El ergosterol	1,11	2,68
$\Delta$ 7-Avenasterol	1,04	8,62
Esteroides totales	22,50	53,20

Fuente: Ramadán *et al.*, 2003

Como se muestra en tabla 4, el campesterol es el más abundante de fitosterol en los



aceites de *P. peruviana* L., además contiene  $\beta$ -sitosterol y estigmasterol; la presencia de estos esteroides en el fruto de *P. peruviana* L. podría ser responsable de la capacidad de la fruta para reducir los niveles de colesterol. En términos generales el aguaymanto puede considerarse una fruta con altos niveles de esteroides, Puente *et al.*, (2011).

#### 2.1.7.2. Vitaminas

El fruto de la *P. peruviana* L. es altamente nutritiva, contiene altos niveles de vitaminas A, B y C. La vitamina A desempeña un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de los jóvenes es importante para la diferenciación celular, incluyendo el sistema hematológico, estabilización de la membrana lisosomal, el mantenimiento de la integridad del tejido epitelial y tiene un efecto inmuno estimulador.

El ácido ascórbico se encuentra ampliamente distribuida en las frutas y verduras frescas. Está clasificada como una vitamina soluble en agua, que es la razón por la cual es abundante en frutas con contenido de agua que supera el 50%. Esto explicaría el alto nivel de ácido ascórbico (vitamina C) en el fruto de *P. peruviana* L. La vitamina C es un antioxidante importante en la dieta, ya que reduce los efectos adversos del oxígeno reactivo y nitrógeno reactivo.

#### 2.1.8. Ácidos grasos

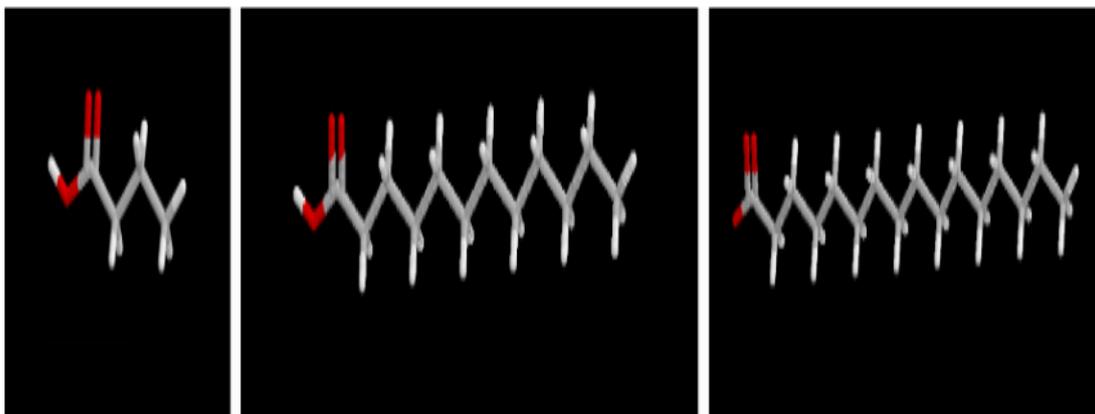
Los ácidos grasos son ácidos orgánicos monoenoicos, que se encuentran presentes en las grasas, raramente libres, y casi siempre esterificando al glicerol y eventualmente a otros alcoholes. Son generalmente de cadena lineal y tienen un número par de átomos de carbono. La razón de esto es que en el metabolismo de los eucariotas, las cadenas de ácido graso se sintetizan y se degradan mediante la adición o eliminación de unidades de acetato. No obstante, hay excepciones, ya que se encuentran ácidos grasos de número impar de átomos de carbono en la leche y grasa

de los rumiantes, procedentes del metabolismo bacteriano del rumen, y también en algunos lípidos de vegetales, que no son utilizados comunmente para la obtención de aceites.

Los ácidos grasos como tales (ácidos grasos libres) son poco frecuentes en los alimentos, y además son generalmente producto de la alteración lipolítica. Sin embargo, son constituyentes fundamentales de la gran mayoría de los lípidos, hasta el punto de que su presencia es casi definitoria de esta clase de sustancias.

### 2.1.8.1. Ácidos grasos saturados

Los ácidos grasos saturados más comunes son los de 14, 16 y 18 átomos de carbono. Dada su estructura, los ácidos grasos saturados son sustancias extremadamente estables desde el punto de vista químico.



*Figura 4.* Ácidos grasos

Ácidos butíricos (4:0)  
(16:0)

Acido láurico (12:0)

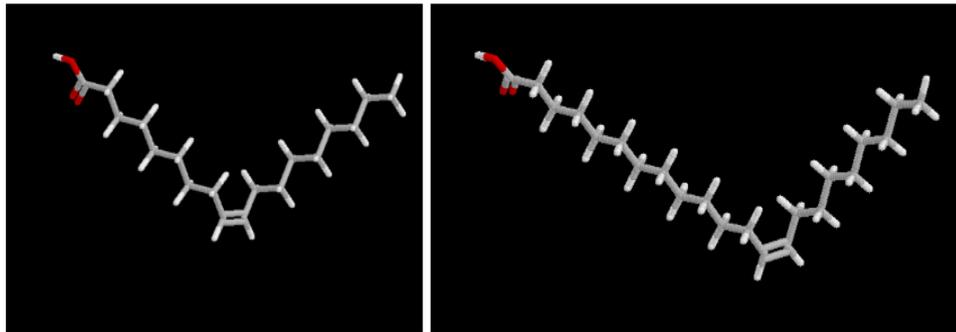
Acido palmítico

### 2.1.8.2. Ácidos grasos insaturados

Los ácidos grasos insaturados tienen en la cadena dobles enlaces, en un número que va de 1 a 6, los que tienen una sola insaturación se llaman monoinsaturados, quedando

para el resto el término de poliinsaturados, aunque evidentemente también puede hablarse de diinsaturados, triinsaturados, etc.

En los ácidos grasos habituales, es decir, en la inmensa mayoría de los procedentes del metabolismo eucariota que no han sufrido un procesamiento o alteración química, los dobles enlaces están siempre en la configuración *cis*.



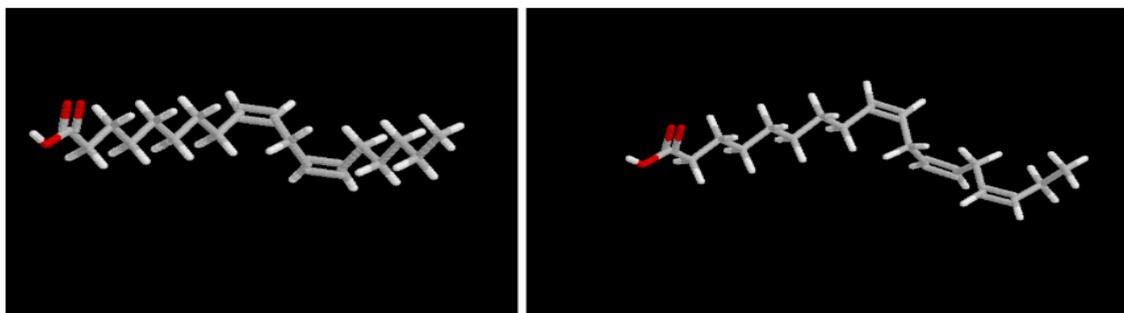
**Figura 5.** Ácidos grasos saturados

Ácido oleico (18:1 n-9)

Ácido erucico (22:1 n-9)

### 2.1.8.3. Ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos poliinsaturados más frecuentes pertenecen a las series n-6 y n-3, que tienen como cabezas respectivas al ácido linoleico (18:2 n-6) y al linolénico (18:3 n-3). Estos dos ácidos grasos son esenciales, es decir, no pueden sintetizarse en el organismo, y deben obtenerse de la dieta. Todos los demás ácidos grasos de sus series sí pueden obtenerse a partir de ellos.



**Figura 6.** Ácidos poliinsaturados

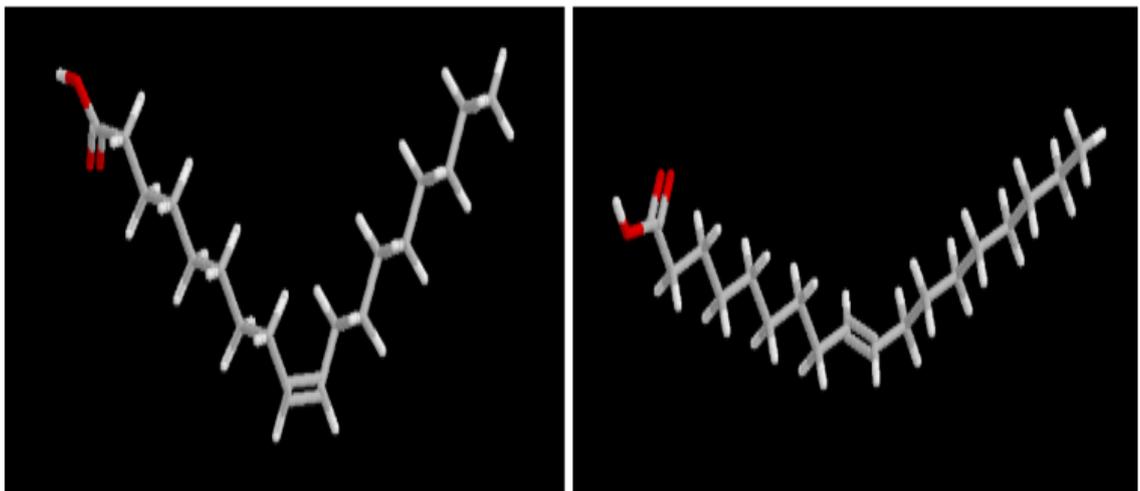
Ácido linoleico (18:2 n-6)

Ácido linoleico (22:2 n-6)

#### 2.1.8.4. Ácidos grasos con estructuras peculiares

Como ya se ha indicado, los ácidos grasos comunes tienen la cadena con un número par de átomos de carbono. Sin embargo, las bacterias sintetizan frecuentemente ácidos grasos con un número impar de átomos de carbono, que pasan a las grasas animales. En el caso de los rumiantes, la peculiaridad de su alimentación, muy dependiente de la fermentación bacteriana del rumen, hace que estos ácidos grasos se encuentren en su grasa y especialmente en la leche en un porcentaje pequeño, pero significativo. Los más abundantes son el 15:0 y el 17:0. También en algunos vegetales aparecen ácidos grasos de número impar de átomos de carbono, como el ácido pelargónico, de nueve átomos de carbono, producido por la ruptura oxidativa del ácido oleico. Por la misma razón, aparecen en la leche y grasa de los rumiantes indicios de ácidos grasos de cadena ramificada y ácidos grasos con dobles enlaces en configuración trans.

Los ácidos grasos trans se encuentran también en pequeñas cantidades en algunos aceites de semillas poco frecuentes, pero son muy abundantes en las grasas procesadas por hidrogenación. En la figura pueden verse las diferencias en la configuración entre los dos isómeros, cis y trans, el 18:1 n-9.



*Figura 7.* Ácidos grasos con estructuras peculiares

Ácido oleico

Acido eláídico

### 3.1.8.5. Lípidos

Ramadan *et al.*, (2003) estudio el fruto de *Physalis peruviana L.* contiene 2% de aceite, de los cuales 1,8% se extrae de las semillas y 0,2% propiedad de la piel de la pulpa y fruta. Los aceites extraídos de frutos de *Physalis peruviana L.*, consiste en 15 ácidos grasos, entre los cuales están el ácido linoleico, oleico, palmítico y esteárico, que constituyen 95 % de los ácidos grasos totales. El ácido linoleico es el ácido linoleico y ácido oleico en la pulpa y la piel es de 2:1, y 5:1 semilla. Es bien sabido que los lípidos dietéticos ricos en ácido linoleico pueden prevenir los trastornos cardiovasculares tales como enfermedades cardiovasculares. Los derivados de ácido linoleico sirven como componentes estructurales de la membrana plasmática, como precursores metabólicos y reguladores de algunos componentes.

La composición de ácidos grasos y altas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran en los aceites extraídos de *P. peruviana L.* hacen de esta fruta ideal para la nutrición Ramadan *et al.*, (2009).

**Tabla 5.**

Componente (%)	Aceite de semilla	Pulpa y piel de aceite
Los ácidos grasos saturados	11,30	16,10
Monoenos totales	12,20	27,70
Dienos totales trienos totales	76,10	44,40
Trienos totales	0,33	11,70

*Composición de ácidos grasos en el aceite extraído de Physalis peruviana l.*

**Fuente:** Radaman *et al.*, (2003).



Los aceites del aguaymanto se caracterizan por un alto nivel de vitamina K1(filoquinona), que comprende más de un 0,2% del total de los lípidos (Ramadan *et al.* 2003). La vitamina K1 presenta un nivel que es muy bajo en la mayoría de los alimentos (10mg/100g), y la mayoría de la vitamina se obtiene a partir de unas pocas verduras verdes y frondosas.

### **2.1.9. Aceites vegetales**

Se definen como compuestos orgánicos (triglicérido) un tipo de glicerol que pertenece a la familia de los lípidos que es extraído a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía. Deza (2014), entre las semillas de plantas cultivadas por su aceite, las más conocidas son: el cacahuete; la colza, el resino, la soja y el girasol.

#### **2.1.9.1. Clasificación de los aceites vegetales**

Las principales fuentes vegetales de aceite son las semillas y los frutos oleaginosos. la diferente composición y estructura de ambas condiciona el procesado al que se someten con el fin de extraer el aceite.

Antes de la extracción, las semillas deben ser limpiadas, molidas, laminadas y expandidas a fin de mejorar la eficiencia de la extracción por solventes, las células deben romperse para aumentar la transferencia de masa.

#### **2.1.10. Aceite del (*Physalis peruviana L.*)**

El aceite crudo extraído de las semillas del “aguaymanto” pueden ser considerado una nueva fuente de aceite natural, de muy buena calidad, por su elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados, antioxidantes naturales y fitoesteroles.



La producción del aceite a gran escala podría ser utilizado en el desarrollo de nuevos productos: aceites vegetales, cremas solares, bebidas funcionales, productos nutracéuticos, formulas infantiles, productos para el cuidado de la piel, etc.

#### **2.1.11. Aspectos fotoquímicos del aceite del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)**

Lock et al, (2005), reporta en los frutos un contenido de 2,0% de aceite (sobre base fresca), del cual 1,8% corresponde a la semilla y la diferencia a la pulpa/cáscara. El estudio se hizo considerando el aceite obtenido de tres partes: del fruto completo (FC), de las semillas (S) y de la pulpa/cáscara (PC). Se detectó la presencia de 15 ácidos grasos, siendo el predominante el ácido linoleico seguido del ácido oleico, en una relación de 2:1 en la pulpa y cascara (PC) y de 5:1 en el fruto completo y semillas (FC y S). Esto lo hace de mucho interés dada la importancia que adquiere un producto rico en ácido linoleico en la prevención de los desórdenes cardiovasculares, tales como las enfermedades coronarias, aterosclerosis e hipertensión arterial. Otros ácidos grasos presentes son los ácidos palmíticos, esteárico y  $\gamma$ -linoleico.

En la siguiente tabla se muestra la composición de los ácidos grasos en los aceites de fruto completo (FC), semillas (S) y pulpa y cascara (PC).

**Tabla 6.**

*Composición de ácidos grasos (expresados como porcentaje del total de metilester de ácidos grasos del aceite de Aguaymanto)*

<b>Tipo de ácido graso</b>	<b>FC</b>	<b>S</b>	<b>PC</b>
C12:0	0,49±0,03	0,35±0,01	0,91±0,04
C14:0	1,00±0,06	1,00±0,05	0,50±0,02
C16:0	8,62±0,25	7,29±0,19	9,58±0,33
C16:1n-7	0,63±0,02	0,52±0,02	1,06±0,04
C18:0	2,57±0,09	2,51±0,07	2,92±0,10
C18:1n-9	13,0±0,43	11,7±0,39	20,1±0,55
C18:2n-6	70,5±3,05	76,1±3,11	44,4±1,28
C18:3n-6	1,79±0,04	0,31±0,03	8,66±0,12
C20:0	0,28±0,01	0,20±0,01	0,40±0,05
C18:3n-6	0,11±0,01	0,02±0,004	1,09±0,04
C20:1n-9	0,01±0,001	nd	0,22±0,01
C20:3n-6	0,22±0,01	nd	1,95±0,18
C22:1n-9	0,26±0,02	nd	2,70±0,07
C24:0	0,22±0,01	nd	1,85±0,06
C24:1n-9	0,30±0,02	nd	3,66±0,29
Total saturados	13,1±0,32	11,3±0,26	16,1±0,78
Total monoenos	14,2±0,45	12,2±0,21	27,7±2,02
Total dienos	70,5±4,55	76,1±4,84	44,4±23,22
Total trienos	2,12±0,16	0,33±0,08	11,7±0,29

Fuente: Lock et al., (2005)

### **2.1.12. Éter de petróleo**

El éter de petróleo, también conocido como bencina, nafta VM & P, nafta de petróleo, nafta ASTM o ligroína, es una mezcla líquida de diversos compuestos volátiles, muy inflamables, de la serie homóloga de los hidrocarburos saturados o alcanos. Se emplea principalmente como disolvente no polar.

#### **2.1.12.1. Propiedades físicas y químicas**

Esta fracción está compuesta principalmente por pentano e isopentano algunas de sus propiedades son las siguientes:

**Tabla 7.***Propiedades físicas del Éter de Petróleo*

<b>Propiedad</b>	<b>Valor</b>
Forma	Líquido
Color	Incoloro
Olor	Característico a hidrocarburo y gasolina
Punto de ebullición	30-40 °C
Punto de inflamación	250 °C
Temperatura de auto inflamación	288 °C
Densidad relativa (agua=1) a 20°C	0,67

**Fuente:** Hoja de seguridad Éter de petróleo MSDS (2016)

**2.1.13. Métodos de obtención de aceite****2.1.13.1. Extracción sólido - líquido**

Deza (2014). Por otro lado, la destilación es una operación básica mediante la cual se separan dos o más compuestos de una mezcla líquida empleando calor (agente energético de separación) para generar una fase vapor enriquecida en los compuestos más volátiles, quedando la fase líquida enriquecida en los compuestos menos volátiles. Las fases líquida y vapor generadas se encuentran en equilibrio termodinámico, de tal forma que la composición de ambas fases dependerá de las diferencias entre las presiones de vapor de los componentes puros. Cuanto más diferentes sean las presiones de vapor de los compuestos puros más fácilmente se separan los compuestos puesto que presentarán puntos de ebullición más diferentes, quedando pues los componentes más volátiles contenidos mayoritariamente en la fase vapor. La fase vapor generada posteriormente se llevará a un condensador para obtener un producto destilado final en forma líquida. Esta operación de destilación permitirá separar el soluto del disolvente., permitiendo la reutilización del disolvente recuperado.



### **2.1.13.2. Extracción por Soxhlet**

La extracción sólido- Líquido es un proceso difusional que consiste en separar el componente soluto del sólido mediante el contacto del líquido o vapor por diferentes métodos mencionados anteriormente en un sistema llamado extractor en forma controlada.

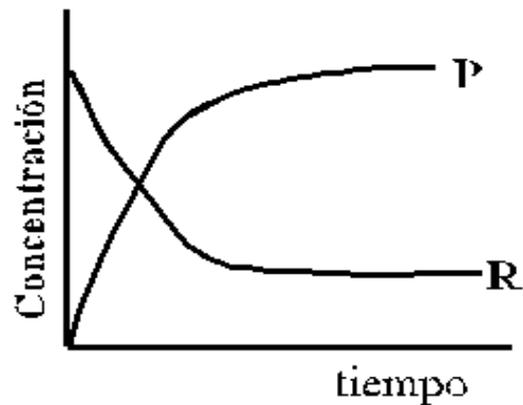
En la extracción por solvente se ponen en contacto con las semillas oleaginosas pre-tratadas (matriz sólida porosa) con solvente puro o una mezcla de solvente (micela) para transferir el aceite desde la matriz sólida hacia el medio fluido. Si bien el principio de la extracción es relativamente simple, se trata de un mecanismo complejo, especialmente para materiales oleaginosos debido a la estructura celular de los cuerpos lipídicos vegetales. Por ello, es dificultoso explicar todos los fenómenos que tienen lugar, durante la extracción por solvente, a través de una sola teoría

### **2.1.14. Cinética Química**

La cinética química es el estudio de las velocidades de las reacciones químicas y de los mecanismos mediante los cuales se transforman en otra. El estudio de los factores que determinan la rapidez de la reacción química es: la naturaleza de los productos, concentración, el efecto de la temperatura, la naturaleza del medio de reacción y la presencia de agentes catalíticos.

#### **2.1.14.1. Determinación de la ley de rapidez de reacción**

Podemos determinar la ley de rapidez de reacción por un experimento donde se mida el cambio en concentración de una especie como función de tiempo. Si la especie es un reactivo (R), la concentración del mismo disminuye con el tiempo y si la especie es un producto (P), la concentración aumenta con el tiempo.



**Figura 8.** Comportamiento Concentración Versus Tiempo

El cambio en concentración del reactivo es negativo porque desaparece y por esto la rapidez de la desaparición se expresa.

$$r_{C_2H_5I} = - \frac{\Delta[C_2H_5I]}{\Delta t} = - \frac{d[C_2H_5I]}{dt}$$

Si se expresa en términos de los productos el cambio en concentración es positivo y la rapidez se expresaría como:

$$r_{HI} = r_{C_2H_4} = + \frac{\Delta[HI]}{\Delta t} + \frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t}$$

Debido a la estequiometría de la reacción las rapidezces son equivalentes y las dos ecuaciones anteriores se pueden igualar.

$$r_{HI} = r_{C_2H_4} = r_{C_2H_5I} = + \frac{\Delta[HI]}{\Delta t} = + \frac{\Delta[C_2H_4]}{\Delta t} = - \frac{\Delta[C_2H_5I]}{\Delta t}$$

## 2.1.15. Determinación del orden de reacción

### 2.1.15.1. Método gráfico de rapidez integrada

Usando el cálculo integral las leyes de rapidez tienen una ecuación específica dependiendo del orden de la reacción para

Reacciones del tipo:

$$r = \pm \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \pm \frac{d[A]}{dt} = k[A]^n$$

a. Orden cero,  $n=0$  (separando variables e integrando)

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A]^0 = -K$$

$$d[A] = -Kdt$$

$$\int_{[A]_0}^{[A]} d[A] = -k \int_0^t dt$$

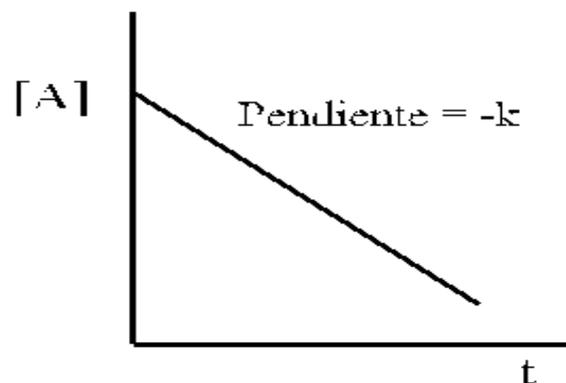
$$[A] - [A]_0 = -kt$$

$$[A] = -kt + [A]_0$$

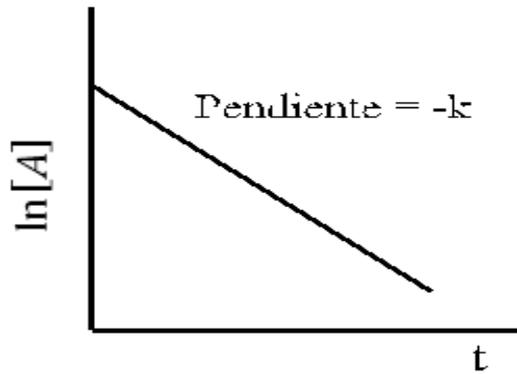
b. Orden uno,  $n=1$  (usando el mismo método de separación de variable de integración)

$$\frac{d[A]}{dt} = -k[A] \Rightarrow \ln[A] = -kt + \ln[A]_0$$

Un ejemplo de las gráficas de las tres ecuaciones lineales se presenta en la figura a continuación.



**Figura 9.** Pendiente de Concentración versus Tiempo de Orden cero



**Figura 10.** Pendiente de la Concentración versus Tiempo de Primer Orden

## 2.1.16. Modelamiento matemático de la cinética de extracción del aguaymanto

### 2.1.16.1. Método integral de análisis de datos

En el método de análisis se ensaya siempre una ecuación cinética particular, se integra y se compara los datos de concentración  $C$  frente al tiempo  $t$ .

$$-r_0 = -\frac{dC_A}{dt} = f(k, C)$$

$$-r_0 = -\frac{dC_A}{dt} = kf(C)$$

$$-\frac{dC_A}{f(C)} = kdt$$

$$\int_{[A]_0}^{[A]} \frac{dC_A}{C_A} = -k \int_0^t dt$$

$$\ln C_A - \ln C_{A0} = -kt$$

$$\ln C_A = -kt + \ln C_{A0}$$

$$C_A = C_{A0} \text{EXP}^{-kt}$$

En la que  $f(C)$  solamente ha de contener concentraciones de sustancias que pueden expresar en función de  $C_{A0}$ .



### 2.1.16.2. Factores que influyen en la extracción sólido-Líquido

Deza, (2014) Los factores más importantes que influyen sobre la velocidad de extracción son:

**a) Tamaño de las partículas sólidas.** Evidentemente cuanto más pequeñas sean, mayor es la superficie interfacial y más corta la longitud de los poros. Por tanto, mayor es la velocidad de transferencia. Sin embargo, tamaños excesivamente pequeños pueden hacer que las partículas se apelmacen dificultando la extracción.

**b) Tipo de disolvente.** El disolvente debe ser lo más selectivo posible y se recomienda de baja viscosidad.

**c) Temperatura.** Un aumento de la temperatura favorece la solubilidad y aumentan los coeficientes de transferencia de materia. El límite superior se fija atendiendo a criterios de calidad del producto, criterios económicos y de seguridad con respecto al disolvente.

**d) Agitación del disolvente-soluto.** Favorece la transferencia por aumento de coeficientes de transferencia de materia en la interfase S/L. Además, se evita la sedimentación y apelmazamiento de las partículas sólidas.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1.MATERIALES

##### 3.1.1. Localización

La parte experimental de la investigación se llevó a cabo en el laboratorio de análisis de agua y suelo de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, empleando el equipo de extracción solido-liquido (Soxhlet).

##### 3.1.2. Materia prima

La presente investigación utiliza como materia prima las semillas del Aguaymanto (*Physalis peruviana l.*) así mismo la muestra fue sometida a las operaciones de selección, identificación y limpieza.

##### 3.1.3. Materiales y métodos de Investigación

###### Equipos e instrumentos

- Soxhlet
- Cromatografía de gas agilent technologies 5975 B inert XL EI/CI MSD
- Cronómetro digital
- Balanza Analítica (electronic scale JM).
- Estufa
- Termómetro calibrado de 0-100°C
- Cocinilla eléctrica
- Papel filtro



### **Material de vidrio**

- Probeta de 200 ml
- Matraz de 100 ml
- Vaso precipitado de 100 ml
- Luna de reloj
- Pipeta
- Envases de vidrio de color acaramelado

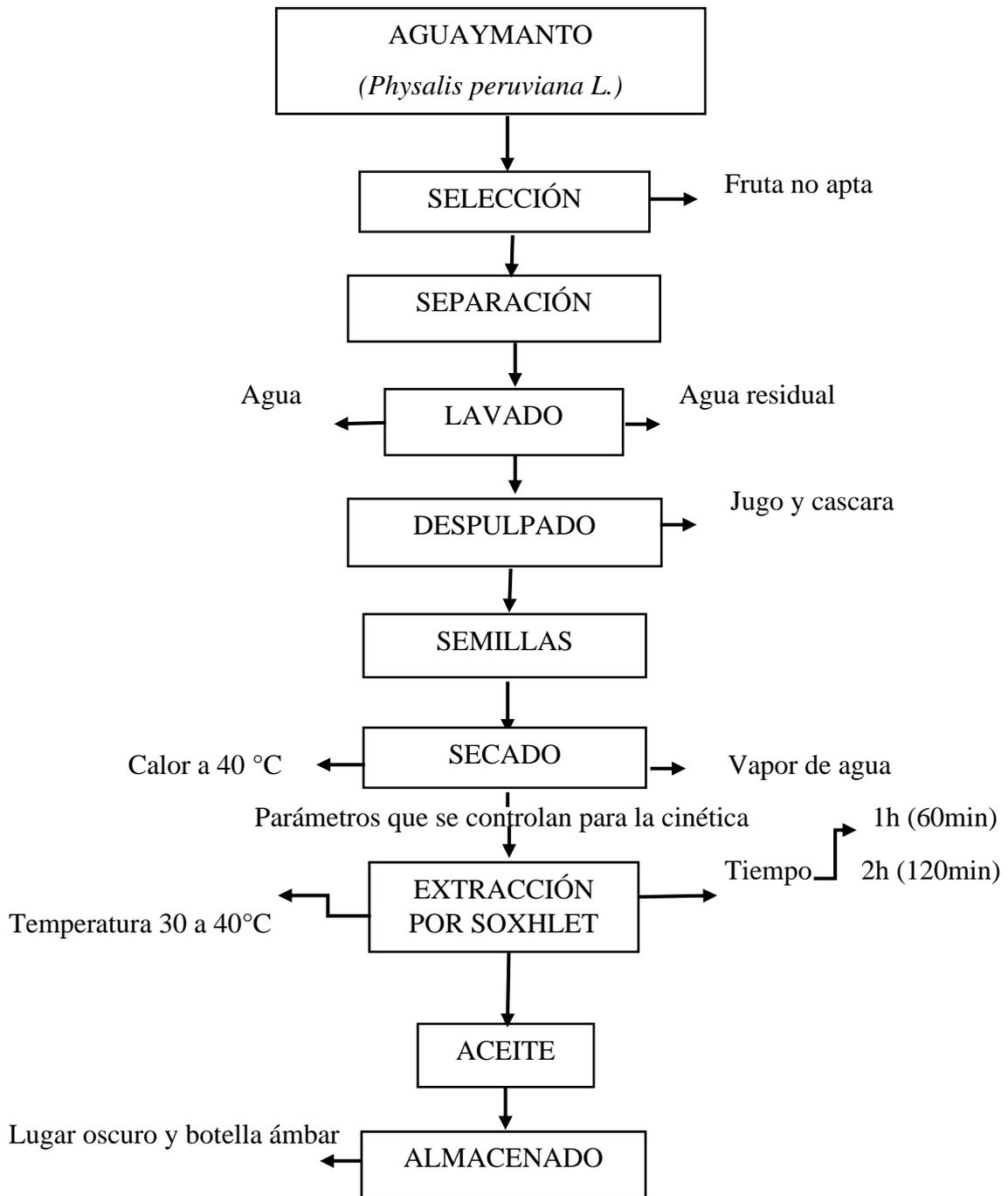
### **Materia experimental**

- Semillas del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

### **Reactivos**

- Agua, destilada y desionizada
- Éter de petróleo (95<sup>a</sup>)
- Etanol (96<sup>a</sup>)

### 3.2.METODOLOGÍA



**Figura 11.** Diagrama cualitativo para las pruebas de extracción del aceite de las semillas del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.1. RECOLECCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL AGUAYMANTO

*(Physalis peruviana l.)*

La materia prima Aguaymanto (*Physalis peruviana l.*), fue obtenido en el “mercado Dominical” de la provincia de San Román del departamento de Puno. Las cuales son seleccionadas, lavadas, despulpadas, secada en una estufa a 40°C por un tiempo de 10 horas para disminuir el contenido de humedad inferior al 4% para evitar la degradación del color y el aumento de ácidos grasos y por último a molienda malla 100.

#### 3.2.1.1.Descripción de la materia prima

Fruto ovoide, redondeado de tamaño de 1,5 a 2 cm de diámetro de color naranja.

#### 3.2.1.2.Preparación de la Materia Prima

1. Los frutos del Aguaymanto (*Physalis peruviana l.*), se transportó hasta el laboratorio de Análisis de Agua y Suelos de la Facultad de Ingeniería Agronómica, se sometió a la selección manual de tamaño y se lavó con agua destilada para separar los presentes contaminantes e impurezas de los frutos.



**Figura 12.** Lavado de los frutos del Aguaymanto (*Physalis peruviana l.*)

2. El fruto del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), se despulpo separando las semillas del fruto, se lavaron con agua y se secó en una estufa a 40°C por 10

horas, las semillas de *physalis peruviana* L. se sometieron a molienda a malla 100.



**Figura 13.** Secado de las semillas del Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

3. Se pesan 14g de semilla molida del Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) se colocan en sobres de papel filtro y se colocan en el Soxhlet, se mezcla con el solvente extractor éter de petróleo 200 ml, realizando los experimentos, controlando el tiempo y temperatura de extracción hasta encontrar el tiempo óptimo de extracción.



**Figura 14.** Extracción del aceite de las semillas de (*Physalis peruviana* L.)

4. Para hallar la cinética los parámetros a controlar son temperatura y tiempo



5. La concentración del aceite extraído se monitoreo y se analizaron.

### 3.2.2. DETERMINACIÓN DE LA CINÉTICA

#### 3.2.2.1. Cinética química

La Cinética Química se encarga de la rapidez de las reacciones química y tiene, además, como objetivo el estudio de los factores que influyen en la rapidez de un proceso químico, como lo son la temperatura, los cambios de concentración de reactantes, la adición de catalizadores, etc.

Illa (2019), diferentes pasos o procesos elementales (cómo ocurren las reacciones a nivel atómico- molecular) a través de los cuales los reactivos se convierten en productos debemos estudiar los mecanismos de reacción. Modelo Cinético de primer orden.

$$-r_A = \frac{dC_A}{dt}$$

#### 3.2.3. CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*)

##### 3.2.3.1. Características fisicoquímicas del aceite del aguaymanto (*physalis peruviana L.*)

Se determinó la densidad e índice de refracción del aguaymanto (*physalis peruviana L.*). El análisis se realizó en el laboratorio de Cromatografía y Espectrometría. Pabellón de control de calidad del Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

##### 3.2.3.2. Determinación de la Densidad

Rosas, (2015). La densidad es una propiedad básica de cualquier líquido, y se define como la masa por unidad de volumen, expresada en g/ml a una temperatura dada



(20°), la temperatura ha de controlarse ya que la densidad varía aproximadamente 0,00068 unidades por grado.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Donde:

$\rho$  = Densidad

$m$  = Masa del picnómetro vacío

$v$  = Peso del picnómetro con la muestra

### 3.2.3.3. Índice de refracción

El índice de refracción de una sustancia es una propiedad física característica de muchas sustancias relación entre la velocidad de un rayo de luz en el vacío y la velocidad de la luz a través de la sustancia. Por conveniencia práctica se refiere a la relación aire sustancia. Es igualmente la relación del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción AENOR, (1992).

El índice de refracción de la luz es una propiedad física característica de muchas sustancias; es el cambio de dirección de una onda electromagnética al pasar de un medio a otro, debido al cambio de velocidad que experimenta, Olmo, et al., (2015). Ensayos fisicoquímicos. Madrid.

$$n = \frac{c}{v}$$

Donde:

$n$  = Índice de refracción del medio

$c$  = la velocidad de la luz en el vacío

$v$  = velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula (agua, vidrio, etc)

### **3.2.3.4. Determinación de la composición química por cromatografía de gases acoplado con espectro de masas (GC/MS)**

El aceite de aguaymanto (*physalis peruviana l.*) obtenido, se sometió a un análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (agilent technologies 5975B inert XL EI/CI MSD). Se usó una columna capilar de sílice fundida HP-5MS de 30 metros x 0,25 $\mu$  de espesor. Como gas de arrastre se empleó helio a un flujo de 1ml/min. La temperatura inicial fue de 60 °C, el modo de inyección fue “Split”. Para determinar los ácidos grasos. El análisis se realizó en el laboratorio de Cromatografía y Espectrometría. Pabellón de control de calidad del Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

### **3.2.3.5. Determinación de la humedad del aguaymanto “Método gravimétrico”**

Rosas, (2015). Se determina por medio del secado de las semillas de Aguaymanto en una estufa a temperatura de 40°C. Se basa en la diferencia de peso de la muestra problema, luego de ser sometida a deshidratación y eliminando el agua de su composición.

$$\%Humedad = \frac{M_2 - M_1}{M_2} * 100 \quad (3.7)$$

Dónde:

$M_2$  = masa de la luna de reloj con la muestra de ensayo (g)

$M_1$  = masa de la luna de reloj con la muestra de ensayo desecado (g)

### **3.2.3.6. Determinación de la concentración**

La concentración química es la cantidad en que se encuentran las sustancias que se disuelven (solute) en relación a la o las sustancias que lo disuelven (solvente). En este



sentido, la cantidad de soluto siempre será menor al solvente para que se considere una solución.

Rosas (2015), la concentración del aceite del aguaymanto (*Physalis peruviana l.*)

$$\frac{V_{Max} - V_t}{W_{muestra}} = C_A$$

Donde:

$V_t$  = Volumen de aceite obtenido en el tiempo t.

$V_{Max}$  = Volumen máximo de aceite ml.

$C_A$  = Concentración de aceite en el tiempo t.

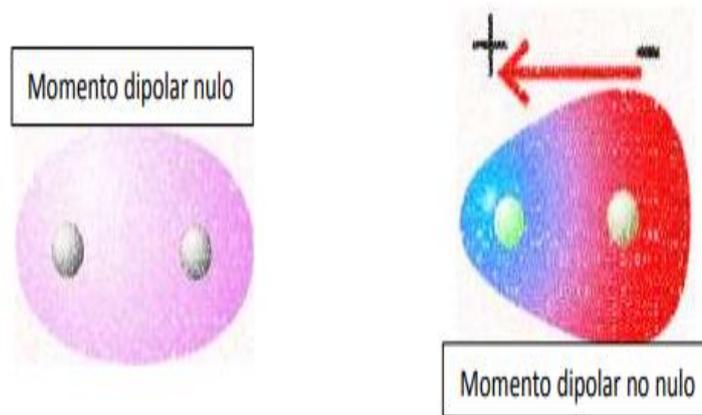
$W_{muestra}$  = Peso de las semillas g.

### 3.2.3.7. Método de determinación de estructuras moleculares

#### 3.2.3.7.1. Espectroscopia Infrarrojo (IR)

Deza, (2014), menciona que la espectroscopia infrarroja, o IR, es un tipo de espectroscopia vibracional, es una técnica espectroscópica donde se analizan las vibraciones moleculares.

Una condición necesaria para que se produzca una vibración en una molécula al incidir sobre ella un haz de energía infrarroja es la presencia de momentos dipolares. Sí el momento dipolar es nulo no hay absorción de energía infrarroja, caso contrario, habrá absorción de energía infrarroja.



**Figura 15.** Momento Dipolar

Estudia los fenómenos de interacción entre la radiación de origen infrarrojo y la materia. Esencialmente la energía de la radiación, localizada en determinada longitud de onda del infrarrojo, es absorbida por una molécula (o parte de ella) que se encuentra vibrando en su estado basal a la misma longitud de onda que la radiación infrarroja incidente, provocando con ello un cambio en la intensidad de la vibración.

### 3.2.3.8. Operacionalización de las variables de la cinética de extracción del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

**Tabla 8.**

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices</b>	<b>Valoración</b>
Independiente aguaymanto ( <i>physalis peruviana</i> L.)	(vi) Descripción biológica de la materia prima	Nombre científico y común % de humedad	Familia Orden
Dependiente caracterización aceite aguaymanto ( <i>physalis peruviana</i> L.)	(vd) Extracción del aceite del aguaymanto ( <i>Physalis peruviana</i> L.) Propiedades físico-químicas Determinación del ácido graso	Grupos funcionales Densidad Índice de refracción	Cromatografía gaseosa (g/ml)
Variables intervinientes temperatura	Cantidad de calor en el medio	Temperatura	°C

## 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 3.3.1. Diseño central de primer orden

Un diseño factorial  $X^2$ , fue utilizado para determinar la influencia de las variables: temperatura y tiempo en el proceso extracción del aceite. En la tabla 12 se puede apreciar los rangos y códigos de cada una de las variables para el estudio.

**Tabla 9.***Datos del Diseño Experimental*

Símbolo	Nombre de los factores	Unidades	Xmin	X max
X <sub>1</sub>	Tiempo de extracción	min	60	120
X <sub>2</sub>	Temperatura	°C	30	40

### 3.3.2. Análisis Estadístico

Se realizó con software STATGRAPHICS. El modelo cuadrático para cada respuesta fue la siguiente:

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_{ii} X_i^2 + \sum \sum \beta_{ij} X_i X_j$$

Donde, Y es la respuesta predicha;  $\beta_0$  es una constante;  $\beta_i$  es el coeficiente lineal;  $\beta_{ii}$  es el coeficiente cuadrático,  $\beta_{ij}$  es el coeficiente de interacción de las variables i y j, y  $X_i$  y  $X_j$  son variables independientes.

La adecuación del modelo se determinó mediante la evaluación de la falta de ajuste, coeficiente de determinación ( $R^2$ ) obtenido a partir del análisis de la varianza (ANOVA) que se ha generado por el software. La significación estadística del modelo y las variables del modelo se determina al nivel de probabilidad. El software utiliza la ecuación modelo cuadrático para la construcción de superficies de respuesta. Superficie de respuesta tridimensional y gráficos de contorno se generaron graficando una respuesta vs dos variables independientes, manteniendo siempre la solución óptima. Representaciones gráficas de superficie de respuesta se determinaron para cada variable de respuesta. Los gráficos se hicieron por el software STATGRAPHICS.

Estas variables naturales se cambian a variables codificadas mediante las siguientes operaciones:

1) *Tiempo de extracción (t)*

- Cálculo del promedio:  $t = (60 + 120) / 2 = 90$
- Cálculo de la diferencia  $td = (120 - 60) / 2 = 30$
- Cambio de variable  $X_1 = (t - 90) / 30$

Luego:

$$\text{Si } t = 60 \text{ min} \rightarrow X_1 = -1$$

$$\text{Si } t = 120 \text{ min} \rightarrow X_1 = +1$$

$$\text{Si } t = 90 \text{ min} \rightarrow X_1 = 0$$

2) *Temperatura (Tem)*

- Cálculo del promedio:  $T = (30 + 40) / 2 = 35$
- Cálculo de la diferencia  $D = (40 - 30) / 2 = 5$
- Cambio de variable  $X_2 = (T - 35) / 5$

Luego :

$$\text{Si } T = 30 \rightarrow X_2 = -1$$

$$\text{Si } T = 40 \rightarrow X_2 = +1$$

$$\text{Si } T = 35 \rightarrow X_3 = 0$$

**Tabla 10.**

*Variable respuesta*

Símbolo	Nombre de la respuesta	Unidad
Y	Eficiencia de extracción	%

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3. Sistema de diseño experimental

Se hará uso del diseño experimental  $2^k$ , para la determinación el predominio de las variables, la interacción y la curva de ajuste, como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 11.***Matriz de diseño*

Experimentos	Matriz de diseño		
	Variables codificadas		
	X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
1	+1	-1	-1
2	+1	+1	-1
3	+1	-1	+1
4	+1	+1	+1
5	0	0	0
6	0	0	0

**Fuente:** Elaboración propia

Basados en el diseño se han efectuado las pruebas experimentales en el laboratorio para la respuesta del vector de observación.

- **Optimización de variables**

Se hará uso del criterio de la primera derivada para determinar los parámetros mínimos y máximos relativos que pueden existir en la ecuación:

$$Y = X_0 + b*X_1 + c*X_2 + e*X_1*X_2$$



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

##### 4.1.1. Proceso de extracción de aceite de las semillas del aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)

El proceso de extracción solido-liquido del aceite de las semillas del aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), se realiza bajo los siguientes parámetros.

- Temperatura ambiente 18°C
- Temperatura de extracción de 30- 40 °C
- Tiempo de 30 min a 270 min

**Tabla 12.**

*Extracción y rendimiento del aceite de las semillas del Aguaymanto (Physalis peruviana L.)*

Nº	Muestra (g)	Tiempo (min)	Volumen (ml)
1	14	30	3,27
2	14	60	3,33
3	14	90	3,38
4	14	120	3,44
5	14	150	3,50
6	14	180	3,56
7	14	210	3,60
8	14	240	3,62
9	14	260	3,64
10	14	270	3,65

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 12, se observa 10 corridas para la extracción del aceite de las semillas del aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), trabajando con un peso constante de 14 g para cada corrida en tiempos diferentes y con el volumen obtenido para cada corrida.

El volumen para la extracción del aceite del aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) varía según al tiempo para las 10 corridas.

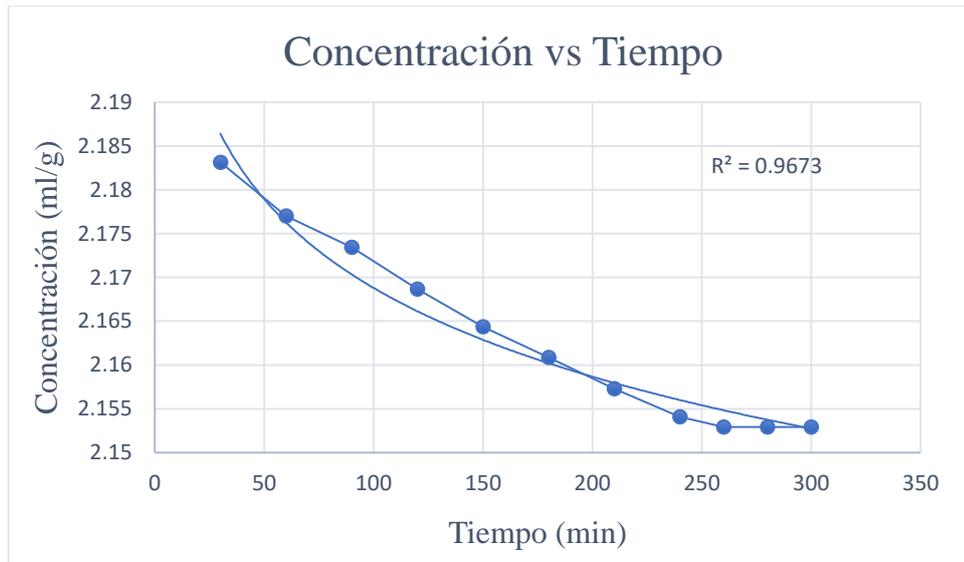
#### 4.1.1.1. Comportamiento de la Concentración versus el Tiempo

**Tabla 13.**

*Comportamiento de la concentración vs tiempo*

Nº	Tiempo (min)	Concentración (g/ml)
1	30	2,19028571
2	60	2,17628571
3	90	2,17085714
4	120	2,16721429
5	150	2,16378571
6	180	2,16014286
7	210	2,15728571
8	240	2,15407143
9	260	2,15292857
10	270	2,15285714

**Fuente:** Elaboración propia

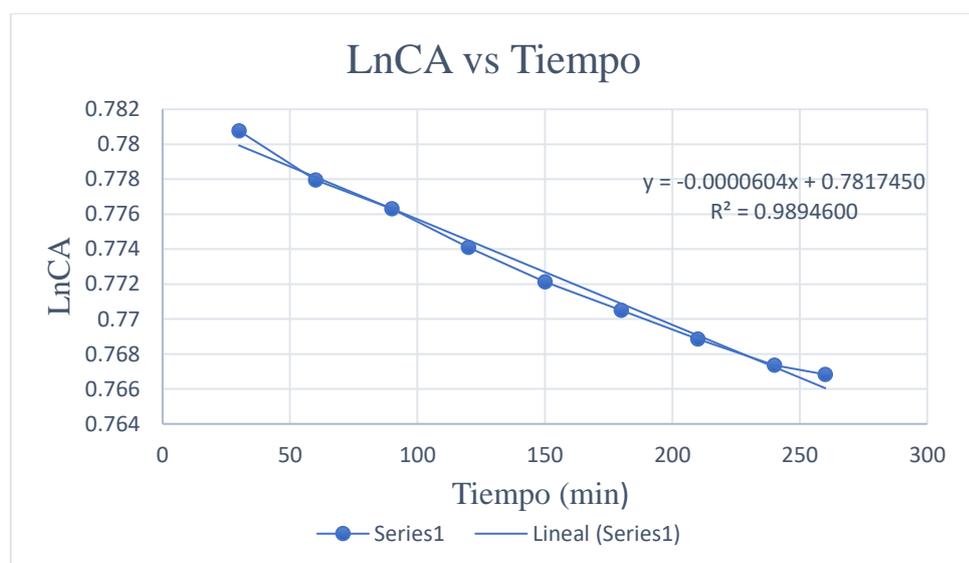


**Figura 16.** Concentración del aceite vs Tiempo

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura (16), se observa la concentración vs Tiempo en base a la primera corrida y para cada intervalo de tiempo, donde la concentración disminuye a medida que transcurre el tiempo que se considera como la concentración máxima con la que inicia la degradación de la concentración hasta llegar al punto de concentración 2,15407143ml/g para un intervalo de 8 a partir de esta tiende a ser constante.

#### 4.1.1.2. Cálculo de la constante de la velocidad de reacción



**Figura 17.** Regresión Lineal de Ln de Concentración versus Tiempo

**Fuente:** Elaboración propia.



En la figura 17, se observa que en esencia la pendiente es negativa por lo tanto podemos afirmar que nos encontramos frente a una velocidad de extracción de primer orden.

Los resultados de regresión de la figura son:

Pendiente igual  $6,04 \times 10^{-5}$  el cual se iguala a la pendiente de la ecuación 3,5 A partir de la ecuación de regresión se tiene:

$$y = 6,04 \times 10^{-5} x + 0,7817450$$

$$r_A = \frac{dC_A}{dt} \dots \dots \dots (I)$$

$$\ln C_A = \ln C_{A_0} - K_1 t$$

A partir de la siguiente grafica  $\ln C_A = f(t)$ , se obtiene la siguiente ecuación:

$$\ln C_A = 6,04 \times 10^{-5} t + 0,7817450$$

Donde:

$$m = -k;$$

$$k = 0,0000604 \text{ h}^{-1}$$

Ecuación del modelo cinético de primer orden, reemplazando en la ecuación.

$$(-r_A) = k_1 C_A$$

$$(-r_A) = 6,04 \times 10^{-5} C_A$$

Cálculo de la concentración ( $C_A$ )

$$\ln C_A = -0,7817450 - 6,04 \times 10^{-5} t$$

Para  $t = 0$

$$\ln C_A = 0,7817450$$

$$C_A = e^{-0,7817450}$$

$$C_A = 1,931107328 \text{ g/ml}$$



Cálculo para la velocidad de la reacción del aceite de aguaymanto (*physalis peruviana l.*)

$$(-r_A) = k_1 C_A$$

$$(-r_A) = 6,04 \times 10^{-5} \times 1,931107328$$

$$(-r_A) = 1,166388 \times 10^{-4}$$

En la ecuación se representa la velocidad de extracción del aceite de aguaymanto, teniendo la constante y la concentración cuyas constantes fueron  $K_1=6,04 \times 10^{-5} \text{ min}^{-1}$  y una concentración de  $C_A = 1,931107328 \text{ g/ml}$

Efectivizando una regresión simple para obtener una correlación ( $R^2 = 0,98946$  % de confianza).

#### 4.2.RESPUESTA DEL TIEMPO ÓPTIMO DE LA EXTRACCIÓN DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana L.*)

Meta: maximizar tiempo de extracción.

**Tabla 14.**

*Combinación de los niveles de factores*

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Tiempo	1.0	2.0	1.0
Temperatura	30.0	40.0	30.0

Esta tabla 14, muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza el tiempo de extracción, sobre la región indicada.

De acuerdo con la respuesta de la superficie, las condiciones óptimas para extraer el aceite son a 30 °C y a 1h (60min) de extracción.

### 4.3. RESULTADOS DE PRUEBAS FISICOQUÍMICAS

**Tabla 15.**

*Densidad e índice de refracción*

<b>Características físicas</b>	<b>Resultado</b>
Densidad	0,9222
Índice de refracción	1,4744

**Fuente:** Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco (Laboratorio de Análisis Químico)

En la tabla 15 se muestra los resultados de la densidad con 0,09222 g/cc e índice de refracción con 1,4744, obtenido por extracción sólido líquido fue semejante al aceite de Kjento Kjento con una densidad de 0,9152 g/ml y con índice de refracción de 1,4701 extraído por sólido-líquido, lo que indicaría la calidad y pureza del aceite.

### 4.4. RESULTADO DE LOS ÁCIDOS GRASOS

#### 4.4.1. Características del Aceite por Cromatografía

La identificación de los componentes del aceite de *Physalis peruviana L.* y sus cantidades relativas, por el análisis cromatografía de gases se presenta en el cuadro de los 5 componentes que fueron identificados y se representa en su porcentaje de acuerdo a su composición relativa.

**Tabla 16.**

*Características de Ácidos Grasos en el aceite de semillas de Aguaymanto*

<b>Ácido graso</b>	<b>% En grasa total</b>
Ácido palmítico	7,23
Estereato de metilo	3,22
Ácido oleico	10,96
Ácido vaccenico	1,37
Ácido linoleico	77,22

**Fuente:** Universidad Nacional de San Antonio de Abad (Laboratorio de cromatografía y espectrometría).



En la tabla 16 se obtuvieron los siguientes datos: el Ácido palmítico con un porcentaje de grasa total de 7,23 %, Estereato de metilo con 3,22 % de grasa total, 9-Ácido oleico con 10,96% de grasa total, el Ácido vaccenico con un 1,37%, Ácido linoleico con 77,22% de grasa total se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco en el laboratorio de cromatografías y espectrometría.

En su mayor porcentaje se presenta el Ácido linoleico con 77,22 % de ácido graso, sirven como componentes estructurales de la membrana plasmática, como precursores metabólicos y reguladores de algunos componentes.

#### 4.5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EFICIENCIA DE EXTRACCIÓN

**Tabla 17.**

*Análisis de la varianza*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tiempo	0,190096	1	0,190096	387,95	0,0026
B: Temperatura	0,000049	1	0,000049	0,10	0,7818
AB	0,000001	1	0,000001	0,00	0,9681
Error total	0,00098	2	0,00049		
Total (corr.)	0,191126	5			

**Fuente:** Statgraphics centurión versión 17,207.

R-cuadrada = 99,4872 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 98,7181 porciento

Error estándar del est. = 0,0221359

Error absoluto medio = 0,012

Estadístico Durbin-Watson = 0,654082 (P=0,1013)

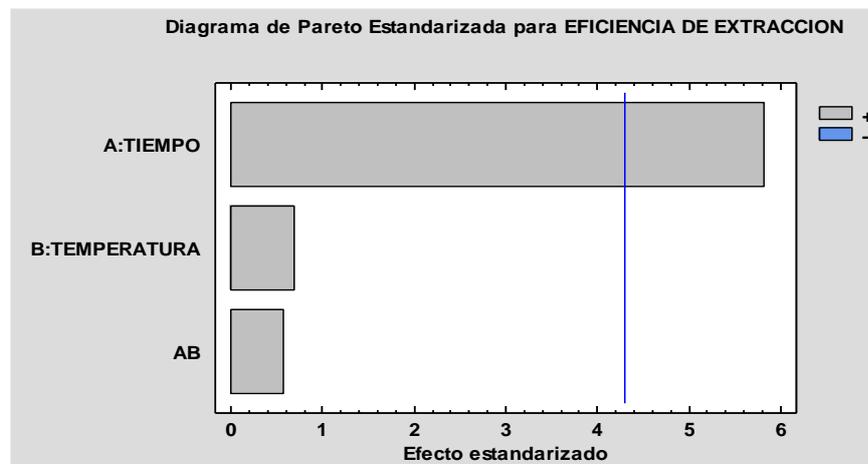
Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,427551

## El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Eficiencia de Extracción en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 1 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 99,4872% de la variabilidad en Eficiencia de Extracción. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 98,7181%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,0221359. El error medio absoluto (MAE) de 0,012 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

### 4.5.1. Diagrama de Pareto



**Figura 18.** Diagrama de Pareto Estandarizada para Eficiencia de Extracción



A través del diagrama de Pareto se observa la influencia de los factores sobre el aceite extraído. En el A el rendimiento es óptimo debido a que el tiempo influye en la extracción con la materia. En la temperatura si bien es cierto existe influencia en la extracción en un mínimo porcentaje.



## V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir:

1. En la extracción del aceite del aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), por sólido-líquido (Soxhlet), se ajusta a un modelo matemático de primer orden, con una ecuación lineal con lo cual se determinó una cinética de primer orden.
2. El tiempo óptimo de la extracción de aceite de Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) por el método de extracción sólido- Líquido es en una hora (60 min) y a una temperatura de 30 °C.
3. En el informe de análisis fisicoquímico el aceite de aguaymanto presenta una densidad 0,9222 g/cc e índice de refracción de 1,4744 se trabajaron a una temperatura de 20 °C.
4. En el análisis por cromatografía de gases, indica que la composición de los ácidos grasos del aceite del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*), el ácido palmítico tiene 7,23 % de grasa total, el estereato de metilo 3,22 % de grasa total, el ácido oleico presenta 10,96 % de grasa total, el ácido vaccenico presenta 1,37% de grasa total y el ácido linoleico tiene el mayor porcentaje de presencia de grasa total con un 77,22 %.



## VI. RECOMENDACIONES

- A los futuros investigadores, se recomienda tener el uso de los equipos de protección personales (EPP), como mandil, respirador, guantes y lentes de protección; ya que en el proceso de la extracción el solvente tiene sus efectos secundarios que podría ocasionar lesiones temporales.
- A los futuros investigadores se recomienda el uso de otras técnicas de extracción de aceite de aguaymanto (*physalis peruviana l.*) para la verificación del tiempo óptimo de extracción del aceite de las semillas de fruto del aguaymanto.
- Mediante la extracción solido-liquido, se debe tener en cuenta la temperatura, pues esta afectara en el proceso de extracción.



## VII. REFERENCIAS

- Chasquibol, S. y. (2015). Composición fitoquímica del aceite de las semillas del fruto del "aguaymanto", *Physalis peruviana* L. . Lima.
- Camacho B., Sanchez E., Garcia D., Moreno J., Linarez O., (2009) Características fisicoquímicas y composición en ácidos grasos del aceite extraído de semillas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt) variedades roja y amarilla, Universidad Simón Rodríguez. Laboratorio de Biomoléculas. Núcleo Canoabo. Carretera Canoabo-Urama, Sector Los Naranjos, Canoabo-Estado Carabobo, República Bolivariana.
- Cerón A. O. (2012). Identificación de ácidos grasos presentes en el aceite extraído a partir de semillas de Guanabana (*Annona muricata*). REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS 29 (1) : 81 - 87. 2012, 8.
- Deza. T. (2014). Cinética de extracción de la linaza (*Linaseum*). Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano , Puno, Puno.
- Exportadora, S. (2014). Ficha comercial del aguaymanto, catalogo de productos aguaymanto. obtenido de <http://www.sierraexportadoora.gob.pe/productos/catalogo-de-productos-aguaymanto>.
- Guerrero D., S. C. (2012). Diseño de la línea de producción para la obtención y envasado de néctar de aguaymanto. Facultad de Ingeniería, Área departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Piura, Peru.
- Guillen S. J., (2016), Obtención y caracterización fisicoquímica del aceite de palta (persea americana) extraído por el método en frío (prensado) y caliente (soxhlet, Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
- Illa, M. Y. (2019). Cinética y caracterización fisicoquímica de la extracción de aceite de la copra de coco (*Cocos nucifera* L.) con dos solventes orgánicos, Universidad Nacional del Altiplano-Puno.



- Smith J.M. (1990). "Ingeniería de la Cinética Química". Mexico: 5ta edición compañía editorial S.A. México (Exportadora).
- Lan Y. H. (2009). New cytotoxic withanolides from *Physalis peruviana* food chem. 116,462-9.
- Lok ,O y Rojas, R., (2005), Química y Farmacología de *Physalis peruviana* L. ("Aguaymanto"), Departamento de Ciencias Farmacéuticas, Facultad de Ciencias y Filosofía, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.
- Morillo M., M. V. (2017). Estudio de la composición química del aceite esencial de hojas de *Physalis peruviana* l. grupo de productos naturales y química medicinal, Instituto de investigaciones, departamento de farmacología y medicamentos orgánicos, Facultad de farmacia y bioanálisis Universidad de los Andes Merida, Venezuela.
- Parada C. E., (2005), Caracterización del aceite y la fibra dietética obtenidos a partir de semillas de Arándanos (*vaccinium corymbosum* L.), Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela de Ingeniería en Alimentos.
- Puente, L. A.; Pinto-Muñoz, S.A.; Castro, E.S.; Cortés, M. *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. Food Research International, Essex, v.44, p.1733-1740, 2011
- Ramadan M. F.; Moersel, J. T. 2003. Oil goldenberry (*Physalis peruviana* l.) Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51;969-974.
- Rojas E.J., Guerrero L.L., (2016), Adaptación y rendimiento de cinco ecotipos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en la parte media del valle chancay, Lambayeque, Perú.
- Rosas R.,(2015), Cinética de extracción del aceite esencial de *Kjento Kjento* , Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- Suarez Osorio, L. T. (2012). Obtención y caracterización del aceite de las semillas de *vitis labrusca* L. (uva isabella) y evaluación de su actividad antioxidante.
- Schreiber, Frank. 2012. Estudio de Prefactibilidad para la Producción y Comercialización de Aguaymanto (*physalis peruviana* L.) en condiciones de Valles Andinos. Sierra exportadora. Lima (Perú).



Terán S., Roger M., 2012. Manual técnico para el Manejo Agronómico del Aguaymanto Orgánico Unidad de Gestión Territorial celendín –. Centro de Promoción y Acción Social Norte Cedepas Norte - Filial Cajamarca. Perú.

## ANEXOS

### ANEXO A



**Figura A.1.** Pesado de la materia prima Auaymanto (*Physalis peruviana L.*)



**Figura A.2.** Lavado del fruto del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)



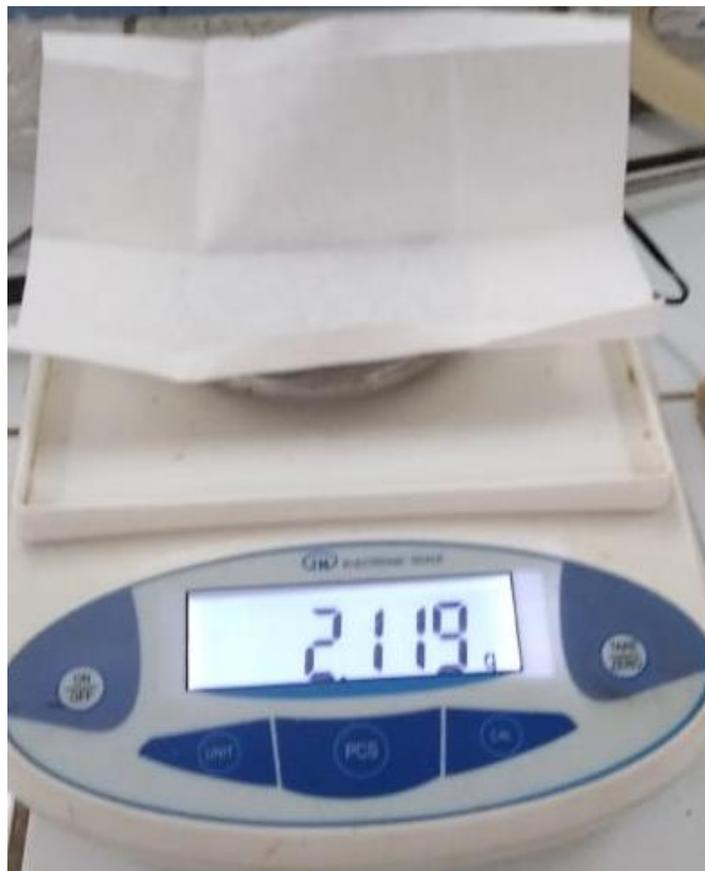
**Figura A.3.** Secado de la muestra de las semillas del aguaymanto (*physalis peruviana L.*) en la estufa



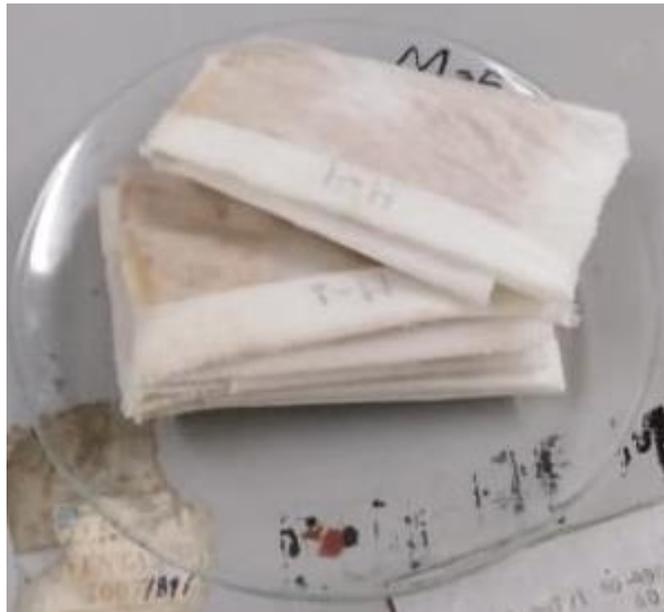
**Figura A.4.** Pesado de la muestra de las semillas secas del aguaymanto (*physalis peruviana L.*)



**Figura A.5.** Semillas secas de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) molida



**Figura A.6.** Peso del papel filtro



**Figura A.7.** Muestras para extraer el aceite de las semillas del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)



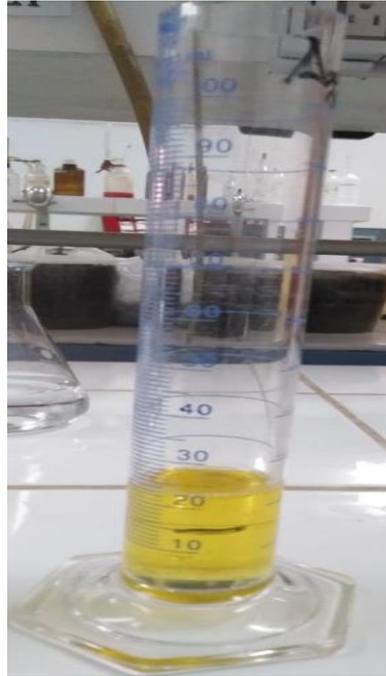
**Figura A.8.** Extracción del aceite de las semillas de Aguaymanto en el equipo Soxhlet



**Figura A.9.** Evaluación de la extracción del aceite de las semillas del Aguaymanto (*Physalis peruviana L.*)



**Figura A.10.** Toma de datos de la extracción del aceite



**Figura A.11.** Aceite extraído del Aguaymanto



**Figura A.12.** Equipo Hanna



**Figura A.13.** Determinación de la densidad del Aceite de Aguaymanto



**Figura A.14.** Muestra del Aceite de Aguaymanto





**Figura B.1** Certificado de los resultados del análisis físico-químico del aceite de aguaymanto (*Physalis peruviana l.*).

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad  
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

---

**RESULTADOS**

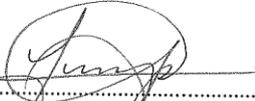
Cusco, 06 de Noviembre del 2019

**Solicitante** : Eufemia Yuri Pilco Vilca  
**Tipo de Análisis** : Caracterización de Acidos grasos en Aceite de semillas de Aguaymanto  
**Tipo de Muestras** : Frascos con Aceite  
**Cantidad de Muestra** : 1, aproximadamente 10 mL  
**Almacenamiento** : 4 °C.

Acido Graso	% en garasa total
Hexadecanoic acid	7.23
Methyl stearate	3.22
9-Octadecenoic acid (Z)-	10.96
11-Octadecenoic acid	1.37
9,12-Octadecadienoic acid	77.22

Nota: La identificación se baso mediante la comparación con la base de datos espectrales, National Institute of Standards and Technology versión 11 (NIST v11), expresa el contenido relativo de acidos grasos en grasa total, la metodología desarrollada para la caracterización de ácidos grasos es de acuerdo a la literatura descrita.

- Frank David Improving the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters Using Retention Time Locked Methods and Retention Time Databases Agilent Technologies, Inc. 2008.
- GC Analysis of a Grain Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Mix on SP™-2560 <https://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/articles/analytical-applications/gc/gc-analysis-of-a-grain-fatty-acid-methyl-ester-fame-mix-797-0004.html>

   
Guim. Jorge Choquehaira Pari  
Analista del Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría – UNSAAC.  
CGP - 914



**Figura B.2** Certificado de resultados del análisis por Cromatografía de gases del aceite de aguaymanto (*Physalis peruviana l.*).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad  
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855

## RESULTADOS

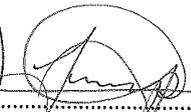
### Condiciones de Análisis de Ácidos Grasos

Cromatógrafo: Agilent 6890N  
Software de Control: Chemstation B.030  
Detector de Masas: Agilent 5975B  
Energía de Ionización: 70eV  
Modo de Ionización: Impacto Electrónico (IE)  
Modo de escaneo de masas: 40 400 uma  
Retraso del solvente: 6.0 minutos  
Inyector Automático: Agilent 7683B  
Columna: DB-23, 60m x I.D 0.250 x 0.15um Film.

Condiciones del cromatógrafo.  
Temperatura del Horno inicial 135°C  
Rampa:  
Pasos °C/min temp °C Final time  
Inic. 0 140  
1 0 140 5.00  
2 5.00 230 12.00  
Tiempo de Analisis: 35.00 min

Puerto de Inyección  
Modo: Split  
Relación de Split: 10:1  
Temp. Inicial: 250 °C  
Tipo de Gas: Helio  
Flujo: 0.7 mL/min  
Volumen de Inyección: 0.1 uL



  
Quim. Jorge Choquenaira Pari  
Analista del Laboratorio de Cromatografía y  
Espectrometría - UNSAAC.  
CGP - 914



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2019\Aguaymanto-EYPV\  
 Data File : ACEITE-AGUAYMENTO.D  
 Acq On : 6 Nov 2019 12:32  
 Operator : JCHP  
 Sample : Aceite-Aguaymanto  
 Misc : Aceite-Aguaymanto  
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1



Search Libraries: C:\Database\NIST11.L Minimum Quality: 0  
 Unknown Spectrum: Apex  
 Integration Events: RTE Integrator - rteint.p

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	17.027	7.23	C:\Database\NIST11.L			
			Hexadecanoic acid, methyl ester	119400	000112-39-0	98
			Hexadecanoic acid, methyl ester	119408	000112-39-0	98
			Hexadecanoic acid, methyl ester	119407	000112-39-0	97
2	20.405	3.22	C:\Database\NIST11.L			
			Methyl stearate	143130	000112-61-8	99
			Methyl stearate	143126	000112-61-8	98
			Methyl stearate	143129	000112-61-8	97
3	20.813	10.96	C:\Database\NIST11.L			
			9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	141302	000112-62-9	99
			11-Octadecenoic acid, methyl ester	141291	052380-33-3	99
			9-Octadecenoic acid, methyl ester, (E)-	141310	001937-62-8	99
4	20.930	1.37	C:\Database\NIST11.L			
			11-Octadecenoic acid, methyl ester	141291	052380-33-3	81
			trans-13-Octadecenoic acid, methyl ester	141314	1000333-61-3	81
			9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester	141302	000112-62-9	72
5	21.645	77.22	C:\Database\NIST11.L			
			9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester	139708	002462-85-3	99
			8,11-Octadecadienoic acid, methyl ester	139707	056599-58-7	99
			9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester	139725	000112-63-0	99

Wed Nov 06 13:56:31 2019 UNSAAC



Data Path : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2019\Aguaymanto-EYPV\  
 Data File : ACEITE-AGUAYMENTO.D  
 Acq On : 6 Nov 2019 12:32  
 Operator : JCHP  
 Sample : Aceite-Aguaymanto  
 Misc : Aceite-Aguaymanto  
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1



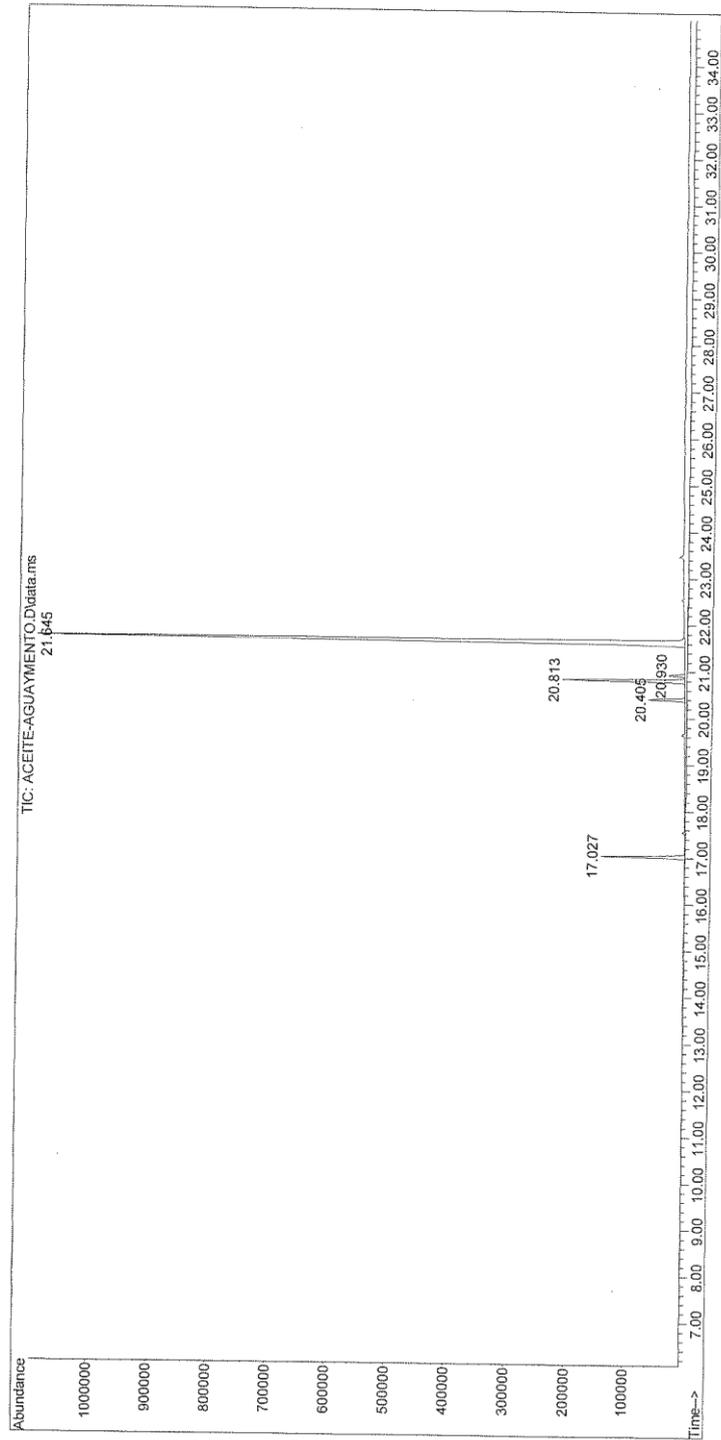
Search Libraries: C:\Database\Famedb23.L Minimum Quality: 0  
 Unknown Spectrum: Apex  
 Integration Events: RTE Integrator - rteint.p

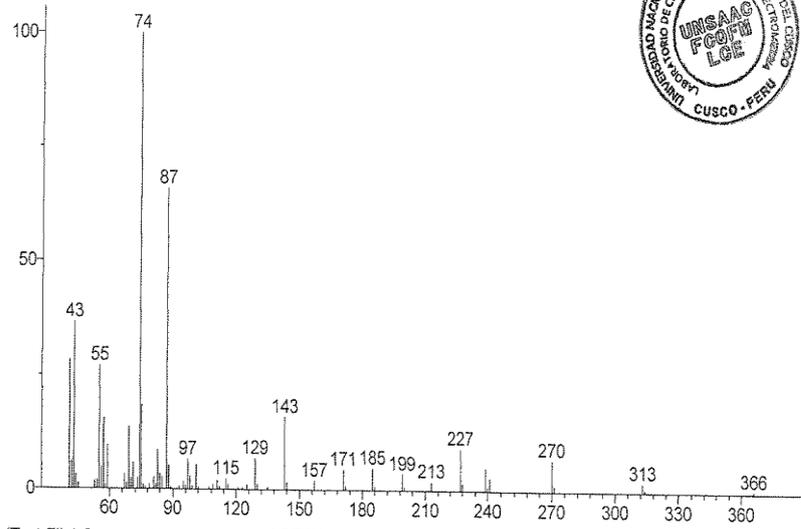
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	17.027	7.23	C:\Database\Famedb23.L			
			C 16:0	12	000112-39-0	99
			C 15:0	10	007132-64-1	80
			C 14:0	8	000124-10-7	80
2	20.405	3.22	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:0	16	000112-61-8	98
			C 14:0	8	000124-10-7	80
			C 16:0	12	000112-39-0	72
3	20.813	10.96	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:1 (trans - 9) (omega 9)	17	001937-62-8	99
			C 18:1 (cis - 9) (omega 9)	18	000112-62-9	99
			C 16:1 (cis - 9)	13	001120-25-8	76
4	20.930	1.37	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:1 (cis - 9) (omega 9)	18	000112-62-9	42
			C 18:1 (trans - 9) (omega 9)	17	001937-62-8	42
			C 16:1 (cis - 9)	13	001120-25-8	25
5	21.645	77.22	C:\Database\Famedb23.L			
			C 18:2 (cis,cis - 9,12) (omega 6)	20	000112-63-0	99
			C 18:2 (trans,trans - 9,12) (omega 6)	19	002566-97-4	99
			C 20:3 (cis - 8,11,14) (omega 6)	27	001783-84-3	6

Wed Nov 06 14:10:41 2019 UNSAAC



File : D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2019\Aguaymanto-EYPV\ACEITE-AGUAYM  
... ENTO.D  
Operator : JCHP  
Instrument : UNSSAC  
Acquired : 6 Nov 2019 12:32 using AcqMethod ACIDO GRASO-19-2R.M  
Sample Name: Aceite-Aguaymanto  
Misc Info : Aceite-Aguaymanto





(Text File) Scan 2066 (17.027 min): ACEITE-AGUAYMENTO.D\data.ms

