

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE
DEL ACEITE ESENCIAL DE ROMERO (*Rosmarinus
officinalis*) Y ORÉGANO (*Origanum vulgare*)
EN ACEITE DE SACHA INCHI**

Autor: Bach. Ebert Rojas Puerta

Asesor: Ms.C. Julio Mariano Chavez Milla

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

DATOS DEL ASESOR

Ms. C. Julio Mariano Chavez Milla

DNI: 32796959

Registro ORCID N° 0000-0002-2335-8457

<https://orcid.org/0000-0002-2335-8457>

Campo de Investigación y Desarrollo según la Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económico (OCDE):

2.00.00---Ingeniería, Tecnología

2.11.00---Otras ingenierías, Otras tecnología

2.11.01---Alimentos y bebidas

DEDICATORIA

Este sacrificio se lo dedico al ser supremo invencible, Dios todo poderoso por darme vida, salud y fuerzas en todo momento para lograr este objetivo tan preciado.

A los progenitores y creadores de la familia, hermanos, por ser mi soporte incansable y moral para seguir adelante con esta oportunidad de culminar esta investigación.

A mis dos hijas: Molly Sayuri Rojas Chavez y Anny Sofía Rojas Chavez que son mi mayor inspiración, motor y motivo para alcanzar esta meta que tanto esperé.

AGRADECIMIENTO

A mi mentor, Dios de las alturas, escudo contra las adversidades y darme la oportunidad para lograr esta meta.

Gracias, a mi facultad de la FICA al darme facilidad de usar sus respectivos laboratorios de Ingeniería Agroindustrial, de Química y de Tecnología de Alimentos.

Al Blgo. *Ms. C.* Julio Mariano Chavez Milla por su crucial asesoramiento a lo largo del proceso de realización de la tesis.

A mis amigos Ever Arteaga, Esamat yuu, Wüibin Rios y a mi primo Lloni Rojas Puerta por su apoyo en el desarrollo del proyecto.

Agradezco al Instituto de Investigación (INDES) por el acceso a sus laboratorios de Fisiología y Bromatología Vegetal (FISIOBVEG).

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. Policarpio Chauca Valqui

RECTOR

Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. Flor Teresa García Huamán

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ing. *Mg. Sc.* Armstrong Barnard Fernandez Jeri

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-K


VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis*) Y OREGANO (*Origanum vulgare*) EN ACEITE DE SACHA INCHI; del egresado Ebert Rojas Puerta de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de esta Casa Superior de Estudios.

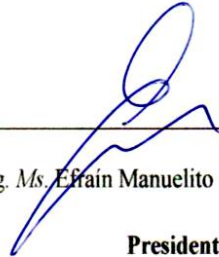


El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 17 de febrero del 2022


Firma y nombre completo del Asesor
Msc. JULIO MARIANO CHAVEZ MILLA

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Ing. Ms. Efraín Manuelito Castro Alayo

Presidente



Ing. Ms. Robert Cruzalegui Fernández

Secretario



Ing. Ms. Roberto Carlos Mori Zabarrurú

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-O

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL ACEITE ESENCIAL DE ROMERO (Rosmarinus officinalis) Y ORÉGANO (Origanum vulgare) EN ACEITE DE SACHA INCHI”

presentada por el estudiante () / egresado (X) *Ebert Rojas Puerta*

de la Escuela Profesional de *Ingeniería Agroindustrial*

con correo electrónico institucional *031011A192@untrm.edu.pe*

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene *2.5* % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor () / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, *17* de *febrero* del *2022*

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 14 de Junio del año 2023, siendo las 11:00 horas, el aspirante: Ebert Rojas Puerta, defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Evaluación de la capacidad antioxidante del aceite esencial de romero (Rosmarinus officinalis) y orégano (Origanum vulgare) en aceite de sacha inchi, teniendo como asesor a Ble. Mg. C. Julio Mariano Chavez Milla, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Ing. Ms. Efraín Manuelito Castro Alayo

Secretario: Ing. Ms. Robert Javier Guadalupe Fernández

Vocal: Ing. Ms. Roberto Carlos Mori Zabaiburu



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado ()

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 11:50 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

PRESIDENTE

VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

Datos del Asesor.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas	v
Visto Bueno del Asesor de la Tesis.....	vi
Jurado Evaluador de la Tesis.....	vii
Constancia de Originalidad de la Tesis.....	viii
Acta de Sustentación de la tesis.....	ix
Índice o Contenido General.....	x
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Figuras.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
III. RESULTADOS.....	26
IV. DISCUSIÓN.....	30
V. CONCLUSIONES.....	33
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Arreglo factorial	18
Tabla 2.	Diseño y análisis estadístico de los tratamientos	19
Tabla 3.	Descripción del procedimiento experimental	19
Tabla 4.	Características fisicoquímicas del aceite de sachá inchi y aceite esencial de romero (<i>Rosmarinus officinales</i>) y orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	26
Tabla 5.	Análisis de la Capacidad Antioxidante de los aceites esenciales	45
Tabla 6.	Análisis de Índice de Peróxidos de aceite de Sacha Inchi	45
Tabla 7.	Descripción de la prueba Tukey respecto al Índice de Peróxidos en días	46
Tabla 8.	Descripción de la prueba Tukey respecto al Índice de Peróxidos de AE	47
Tabla 9.	Descripción de la prueba Tukey respecto al Índice de Peróxidos en dosis de aceites esenciales	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Porcentaje de Capacidad Antioxidante del aceite de Romero y Orégano	26
Figura 2.	Índice de Peróxido del aceite de Sacha Inchi con aceites esenciales	27
Figura 3.	Índice de Peróxido del aceite de Sacha Inchi a diferentes dosis de aceite esencial de Romero y Orégano	28
Figura 4.	Medias marginales del Índice de Peróxido con respecto al día de almacenamiento	29
Figura 5.	Planta de <i>P. huayllabambana</i> de la localidad del anexo el Triunfo	40
Figura 6.	Procesos de obtención del aceite de Sacha Inchi	40
Figura 7.	Equipo Refractómetro para determinar Índice de Refracción	41
Figura 8.	Pesado de aceite de Sacha Inchi usando un Picnómetro y Balanza Analítica	41
Figura 9.	Medición de Dpph	41
Figura 10.	Muestras de Dpph, Metanol+AE	41
Figura 11.	Observando las absorbancias de las muestras de AER y AEO mediante Espectrofotometría	42
Figura 12.	Adición de aceites esenciales en aceite de Sacha Inchi	42
Figura 13.	Muestras preparadas de aceites para analizar Índice de Peróxidos	43
Figura 14.	Análisis de Índice de Peróxidos	44

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue evaluar la capacidad antioxidante del aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) y orégano (*Origanum vulgare*) en aceite de Sacha Inchi. El diseño utilizado fue un (DCA) en arreglo factorial (2A x 3B) con 3 repeticiones, siendo A el tipo de aceite esencial (*R.officinalis* y *O.vulgare*) y B, las dosis (Testigo; 0,15; 0,20 y 0,25%). Se evaluaron la actividad antioxidante utilizando el método de índice de peróxidos a los 2, 7, 14 y 21 días de conservación a temperatura ambiente y por último para encontrar las diferencias significativas se llevó a cabo un análisis de varianza. Por la tanto se concluye que el aceite esencial de *R.officinalis* y *O.vulgare* reduce el deterioro del aceite de sachá Inchi a una concentración de 0.20% y 0.15%, sin embargo el aceite de romero presentó mejor capacidad antioxidante a una concentración de 0.20% para inhibir la degradación del aceite de Sacha Inchi.

Palabras clave: Aceite de sachá inchi, romero, orégano, índice de peróxidos, actividad antioxidante.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the antioxidant capacity of essential oil of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and oregano (*Origanum vulgare*) in Sacha Inchi oil. The design used was a (DCA) in factorial arrangement (2A x 3B) with 3 repetitions, being A the type of essential oil (*R. officinalis* and *O. vulgare*) and B, the doses (Control; 0.15; 0.20 and 0.25%). Antioxidant activity was evaluated using the peroxide index method at 2, 7, 14 and 21 days of storage at room temperature and finally, to find significant differences, an analysis of variance was carried out. Therefore, it is concluded that the essential oil of *R. officinalis* and *O. vulgare* reduces the deterioration of sachá Inchi oil at a concentration of 0.20% and 0.15%, however, rosemary oil presented better antioxidant capacity at a concentration of 0.20 % to inhibit the degradation of Sacha Inchi oil.

Keywords: Sacha inchi oil, rosemary, oregano, peroxide index, antioxidant activity.

I. INTRODUCCIÓN

El género *Origanum* europeo presenta similar composición química que el género *Lippia* en América, abarcando diversas especies comerciales, en el mundo existen dos tipos de antioxidante natural, el europeo *origanum vulgare* de la familia Labiatae y el americano (*Lippia spp*) de la familia Vernaceae, éstos sobresalen por su amplia disposición y sus propiedades aromáticas (Pascual et al., 2001). Incluso se puede conseguir aceite esencial desde hojas y tallos de plantas de romero (*Rosmarinus officinalis*) se usa como conservante de alimentos para diferentes matrices de carne (cerdo, res, cordero y aves de corral), pescado y alimentos procesados, crecen silvestres, principalmente en la región del Mediterráneo occidental (Hernández et al., 2016). La semilla de sacha inchi ha sido una especie que sirvió de alimento a personas indígenas que se encontraban en la Amazonía, donde se alimentaban saludablemente con animales y plantas exóticas de la Amazonía (Flores, 2010).

Los productos naturales con alto contenido de aceites de origen vegetal, especialmente los omega 3 son demandados por el mercado mundial en los últimos años (Calúa, 2017), el aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis Linneo*) ha logrado ser parte de nuestras vidas por la gran cantidad de omegas, a un que la existencia de los ácidos grasos poliinsaturados son los que están expuestos al deterioro oxidativo (Zapata et al., 2015). Por esta característica la alteración de los lípidos, es la principal causa de la descomposición de los alimentos, donde se evidencian ciertos cambios en su valor nutricional, generando olores y sabores desagradables y por consiguiente la pérdida de la calidad y económica del producto (Duy & Ohshima, 2013).

Por otro lado, las ventas peruanas de sacha inchi ascendieron el 137% en el año 2017 como un producto natural. El país que tuvo mayor demanda fue Corea del Sur con el 63% de sacha inchi peruano (Carrión, 2018). En el Perú el sacha inchi asciende a 2406 toneladas (0,1% de la producción total) en una extensión sembrada de 220 hectáreas (0,2% del total del área sembrada) principalmente en la región de Loreto (Chirinos et al., 2009).

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) es la especie aceitosa con enredaderas que crece en Perú, Bolivia y Colombia. Los ácidos grasos insaturados, especialmente alfa linolénico (C18:3) y linoleico (C18:2), forman parte del 82% del contenido

total del aceite. Esta oleaginosa constituía la dieta de indígenas desde tiempos antiguos y es considerado en estas épocas como un cultivo muy importante. Por sus ácidos grasos esenciales, tocoferoles en abundancia y antioxidantes, por lo que su consumo en la dieta habitual podría prevenir problemas cardiovasculares en poblaciones de América Latina, comparadas con el aceite de oliva, que presenta bajas propiedades cardioprotectoras. (Alayón & Echeverry, 2016; Paez, 2015 y otros).

En el sector Agroindustrial del Perú, la rancidez es uno de los problemas más comunes y preocupantes que se presenta durante la producción, almacenamiento, transporte y procesamiento de productos grasos, debido a una variedad de factores físicos y químicos que la pueden ocasionar y controlarla precisa acción coordinada, trabajando desde la recolección del fruto oleaginoso hasta que llega al consumidor final (Wilman & Delgado, 2004; Arévalo, 2013; Iparraguirre, 2019). Por lo tanto, en la actualidad el aseguramiento de la calidad de los aceites de nueces que pueden deteriorarse con la oxidación, se realizan el procesamiento, almacenamiento y envasado adecuado de los productos siendo necesario para extender su vida útil y minimizar la pérdida de sus antioxidantes endógenos (Shahidi & John, 2010. P. 274-305).

Según EsSalud (2015) la ingesta de sachá inchi ayuda a controlar el colesterol y triglicéridos elevados, cuida al corazón y está vinculado contra el síndrome metabólico. Esta planta es denominada como el “maní de los incas”, se encuentra en presentaciones de aceites, harinas, semillas tostadas y en estado natural. Es por esta razón que se pretende que el aceite de sachá inchi sea inocuo, por eso investigaciones recientes evidenciaron que las esencias de poleo de la región Amazonas, posee una elevada capacidad de retardar el daño oxidativo y la pérdida del aceite de *P.huayllabambana* (Gomez, 2017).

En un estudio realizado por Mejía (2019), comparó la capacidad antioxidante de los extractos alcohólico y acuoso de romero (*Rosmarinus officinalis*), frente a un compuesto sintético, donde se determinó que el extracto acuoso posee mayor capacidad antioxidante; por su parte Ventura (2017) encontró que el aceite esencial de *Lippia* spp posee actividad antioxidante debido a su potencial capacidad para atrapar radicales libres.

Ante esta realidad problemática se produce el nacimiento de la pregunta de investigación ¿Cuál es la capacidad antioxidante del aceite esencial de romero y orégano en aceite de sacha inchi?.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

- **Material biológico:**

Aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*)

Aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*)

Semillas de sachá inchi (*Plukenetia Huayllabambana*)

- **Reactivos:**

Tiosulfato de sodio 0,1N, Etanol Absoluto (Chemical, pureza 99,9%), DPPH 50 mg (Sigma-Aldrich, pureza 99,10%), Cloroformo (Merck, pureza 99,4%), Ácido Acético Glacial (Merck, pureza 99,85%), Yoduro de potasio diluido (Merck, pureza 99,5%), Almidón al (1%), Agua destilada, Metanol (Sigma-Aldrich, pureza 99,8%).

2.2. Métodos

2.2.1. Diseño Experimental

Considerando que la investigación es de dos factores, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), se empleó un experimento 2AX3B bajo un diseño experimental en arreglo factorial, por lo tanto se realizó un experimento con dos factores A = Tipo de aceite esencial (*Rosmarinus officinalis* y *Origanum vulgare*) y B = Concentración de los aceites (Testigo; 0,15; 0,20 y 0,25 %), aplicado a muestras de aceite de sachá inchi (5g), realizando 6 tratamientos por triplicado (18 unidades experimentales) más un control con tres réplicas.

Tabla 1
Arreglo factorial

Factor (A)	Factor (B)	Tratamientos	Replicas
A ₁	B ₁	A ₁ B ₁	3(A ₁ B ₁)
	B ₂	A ₁ B ₂	3(A ₁ B ₂)
	B ₃	A ₁ B ₃	3(A ₁ B ₃)
A ₂	B ₁	A ₂ B ₁	3(A ₂ B ₁)
	B ₂	A ₂ B ₂	3(A ₂ B ₂)
	B ₃	A ₂ B ₃	3(A ₂ B ₃)

2.2.2. Tratamientos

La distribución de los tratamientos de acuerdo con el diseño que se utilizó para el análisis estadístico se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Diseño y análisis estadístico de los tratamientos

Muestra	Tipo de aceite esencial(a)	Dosis(b)	Tratamientos
Aceite de Sacha Inchi	Aceite esencial de Romero	0.15%	A1B1
		0.20%	A1B2
		0.25%	A1B3
	Aceite esencial de Orégano	0.15%	A2B1
		0.20%	A2B2
		0.25%	A2B3

Tabla 3

Descripción del procedimiento experimental

Tratamientos	Código	Descripción
T1	A1B1	Aceite de sachá inchi mezclado con aceite esencial de romero a 0,15%
T2	A1B2	Aceite de sachá inchi mezclado con aceite esencial de romero a 0,20%
T3	A1B3	Aceite de sachá inchi mezclado con aceite esencial de romero a 0,25%
T4	A2B1	Aceite de sachá inchi mezclado con aceite esencial de orégano a 0,15%
T5	A2B2	Aceite de sachá inchi mezclado con aceite esencial de orégano a 0,20%
T6	A2B3	Aceite de sachá inchi mezclado con aceite esencial de orégano a 0,25%

2.2.3. Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron con la finalidad de evaluar la capacidad antioxidante de los aceites esenciales en aceite de sachá inchi (*P. huayllabambana*) fueron las siguientes:

Recolección de la muestra de sachá inchi *P. huayllabambana*

La semilla de sachá inchi que se recolectó, fue en buen estado de madurez de color oscuro y bien seco.

Obtención de la semilla

Para ello, las almendras se obtuvieron de forma manual, aplicando un golpe suave, logrando separar las semillas de la cáscara, previamente seleccionadas las semillas por daño físico, con vanos, hongos o apolilladas, para su posterior extracción del aceite.

Índice de refracción

Para determinar el índice de refracción se realizó con el equipo refractómetro (Velaquín, Zwaj), usando agua destilada, se colocó 1 gota de muestra seguidamente se cerró la tapa para manipular el corrector de dispersión y el mando; la lectura se hizo observando el campo de imagen (Yalta, 2019).

Acidez titulable

Fórmula para calcular el porcentaje de acidez

$$\% \text{ ácido } X = 100 \left[\left(\frac{N.V.P}{W} \right) \right]$$

N= normalidad de la solución de N_aOH

V= ml de N_aOH gastado en la titulación

PeX= Peso miliequivalente del ácido orgánico X

W= peso de la muestra con 4 cifras decimales.

Densidad relativa

Para la determinación de la densidad relativa se siguió el procedimiento descrito por: Serna, L y López, S. (2010) se lavó el picnómetro cuidadosamente enjuagándolo mediante agua corriente y en seguida con agua destilada, se secó en la estufa y posteriormente se enfrió en el desecador de vidrio que contiene material desecante. Se calculó el peso del picnómetro limpio y seco, luego se cargó el agua destilada, evitando lograr el enrasamiento, se colocó por 30 minutos en agua a 25 °C. Se completó hasta enrasar y se tapó para eliminar burbujas permitiendo que parte del agua salga por el capilar de la tapa. Se secó el excedente de agua con un papel filtro, evitando que éste absorba parte del agua contenida en el picnómetro. Se pesó el picnómetro, conteniendo el agua.

Se vertió el picnómetro, se secó y añadió la muestra de aceite de Sacha inchi y se llevó a cabo el mismo procedimiento realizado anteriormente. En seguida se calculó los pesos del aceite y agua comprendido en ese volumen.

El valor de la gravedad específica se determinó con la siguiente ecuación:

$$\text{Gravedad específica} = \frac{A - B}{C - B}$$

Siendo:

A= Peso del picnómetro conteniendo el aceite de sachá inchi

B= Peso del picnómetro seco.

C= Peso del picnómetro conteniendo agua destilada.

Capacidad antioxidante del aceite de romero y orégano.

La capacidad antioxidante del aceite de romero y orégano se midió por la técnica de DPPH, explicado por Brand-Williams, Cuvelier y Berset, rectificado por Castañeda, Ramos e Ibáñez (2008), que a continuación el mismo describe:

Se preparó 50 ml de una solución de (1,1-diphenil-2-picril hidracilo) con metanol de 20 mg/L; después se preparó soluciones metanólicas de la muestra en concentraciones de 200 ul/ml (solución A).

Se llevó a cabo el ajuste del Espectrofotómetro UV-Visible a través del blanco de metanol agua 2:1, a cero; seguidamente se preparó el blanco de muestra con 0,75 ml de muestra (solución A) y 1,5 ml de metanol; posteriormente se preparó el patrón de referencia con 1,5 ml de solución de DPPH y 0,75 ml de agua.

Se actuó con la preparación de las muestras con 0,75 ml de solución A y 1,5 ml de solución de DPPH, se colocó a evolucionar por 5 min y se prosiguió con la lectura a 517 nm por espectrofotometría.

Se efectuó la interpretación de la absorbancia del patrón de referencia y del blanco de muestra, luego fueron tomadas las lecturas de las muestras preparadas y con los valores de las absorbancias alcanzadas se encontró el porcentaje de captación de radicales libres (DPPH). El modelo para calcular el % de captación de radicales libres fue la siguiente:

$$\text{Captación en \% de (RL): } \left[1 - \frac{(A_2 - A_3)}{A_1} \right] * 100$$

Dónde:

A1= Absorbancia del patrón de referencia.

A2= Absorbancia de la muestra.

A3= Absorbancia del blanco de muestra.

Índice de peróxidos.

Este método permitió analizar la cantidad de oxígeno relacionado al grado de oxidación del aceite. Se tomó muestras a los 2, 7, 14 y 21 días de almacenamiento. La acción antioxidante de la esencia de romero y oregano en aceite de sacha inchi, se midió por la técnica de índice de peróxido mencionado por Akiyoshi y Hajime, rectificado por Vargas-Arispuro, Sanz, Martínez-Tellez, &

Primo-Yúfera (1998), que a continuación el mismo describe, según la AOAC, para lo cual se utilizó la cámara de extracción del Laboratorio del INDES CES de la UNTRM-A.

Se preparó un gramo de muestra normalmente en una balanza analítica y se suministró en un matraz de 250 ml. Seguidamente se adicionó 10 ml de cloroformo y se agitó. Inmediatamente se agregó 25 ml de ácido acético glacial y 1 ml de solución saturada de KI y se almacenó en una cámara oscura por 5 min. Después se añadió 75 ml de agua destilada, se agitó vigorosamente. Se usó almidón al 1% hasta observar un color azul oscuro. Finalmente se tituló con tiosulfato de sodio 0,1N hasta que la coloración azul desaparezca, seguidamente se midió el gasto y se hizo una prueba en blanco, para calcularlos se utilizó la fórmula siguiente:

$$IP = \frac{(S-B) \times N \times 1000}{m}$$

Donde:

IP = Índice de peróxido (meq de Oxígeno activo / Kg de muestra.).

S = ml de $N_{a_2S_2O_3}$ gastado en titular la muestra.

B = son los ml de $N_{a_2S_2O_3}$ gastado en titular el blanco.

N = es la normalidad de la disolución de $N_{a_2S_2O_3}$ utilizada.

m = es el peso de muestra (g).

2.3. Procedimiento

El AER (*Rosmarinus officinalis*) con 35,18% de 1,8- cineol y orégano (*Origanum vulgare*) con 64,18% de carvacrol, se adquirió de la empresa Núa Perú, quien desarrolla productos aromáticos naturales de calidad distinguida, sin suplementos químicos ni sintéticos. La semilla de sachá inchi (*Plukenetia Huayllabambana*) se adquirió en el anexo del Triunfo, que se encuentra a 1721 m.s.n.m, distrito la Jalca Grande, en la provincia de Chachapoyas, región Amazonas. Posteriormente fue trasladado al laboratorio de Ingeniería

Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas para su respectivo tratamiento.

Extracción de aceite de sachá inchi

Para extraer aceite de sachá inchi se procedió por el método de prensado en frío descrito por Barrena y Olivares (2011) que detalla a continuación: Se pesó aproximadamente 190 g de semillas de Sachá inchi. Se trituro las semillas de sachá inchi con el molino de granos manual. Se depositó las semillas trituradas en el cilindro de la prensa para extraer aceite. Se colocó el cilindro sobre la bandeja de acero inoxidable que recibió el aceite. Se giró la palanca de la prensa para bajar el pistón hacia el cilindro de la prensa. Se guió el cilindro para que el pistón ingrese. Se giró la palanca de la prensa hasta bajar completamente el pistón para comprimir las semillas molidas contenidas en el cilindro. El aceite discurrió a través de las ranuras del cilindro hacia la bandeja donde se colectó. Se giró en sentido contrario la palanca de la prensa para retirar el pistón. Se limpió con el dedo todo el aceite adherido al pistón y al cilindro y se agregó a la bandeja. Se retiró del cilindro la semilla prensada con ayuda de una espátula. Se utilizó envase oscuro y se almacenó en refrigeración a 10 °C.

Aplicación de las sustancias químicas naturales de romero y orégano en aceite de sachá inchi.

Se utilizó 105 g de aceite de sachá inchi (*P.huayllabambana*) previamente filtrado como muestra para comprobar la capacidad antioxidante y 36 ml de aceite de romero y orégano, para ello se hizo lo siguiente:

Se evaluó la eficacia antioxidante de los aceites esenciales de romero y orégano a concentraciones 0,15; 0,20 y 0,25 %; con un testigo de 3 réplicas en la oxidación de aceite de Sachá inchi sometidos al medio ambiente.

Se agregó 5 g de aceite de sachá inchi en un tubo de ensayo de 10 ml sin aceite esencial por triplicado, 5 g de aceite de sachá inchi en tres tubos de ensayo de 10 ml, a cada uno se les añadió las dosis de 0,15; 0,20 y 0,25% de aceite de romero y a 5 g de aceite de sachá inchi en tres tubos de ensayo de 10 ml, a cada uno se les añadió 0,15; 0,20 y 0,25% de aceite de orégano. Se

homogenizaron por 3 minutos para lograr una mezcla de aceite-aceite esencial y se realizó por triplicado.

2.4. Análisis de datos

El procesamiento de los datos se realizó, a través del software estadístico SPSS versión 26, el programa Excel 2019 y Word 2019; para someter a prueba la hipótesis y determinar la concentración y el tipo de aceite esencial, fue mediante la prueba estadística Análisis de varianza (ANOVA), este análisis se realizó para conocer la existencia de diferencia significativa estadística de los resultados del experimento entre los criterios de la variable, tratamientos y las interacciones entre factores en estudio; la prueba de Tukey para determinar la magnitud de las diferencias entre tratamientos y factores al 5% de significancia con grados de libertad (GL) del error.

III. RESULTADOS

3.1. Propiedades fisicoquímicas del aceite de Sacha Inchi, aceite esencial de Romero y Orégano.

Tabla 4

Características fisicoquímicas del aceite de Sacha Inchi y aceite esencial de Romero (Rosmarinus officinalis) y Orégano (Origanum vulgare).

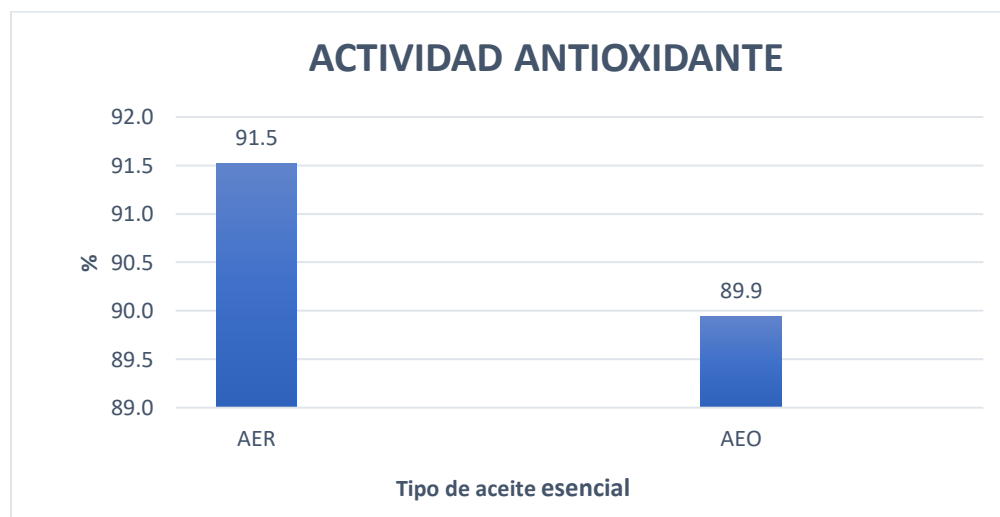
ACEITE DE SACHA INCHI	
Índice de refracción	1,481
Índice de acidéz	0,9536
Densidad relativa	0,93687286
Acidéz titulable	0,4768
Índice de refracción de AER	1,467
Índice de refracción de AEO	1,433

3.2. Capacidad antioxidante del aceite esencial de romero y orégano.

La figura 1, muestra que el AER presenta mayor porcentaje de capacidad antioxidante que el AEO, conforme lo describe el análisis ANOVA con sus diferencias estadísticamente significativas con respecto a ambos aceites, esto se debe depende del tipo de especie aromática y a la acción de sus componentes.

Figura 1

Porcentaje (%) de Capacidad Antioxidante del aceite de Romero y Orégano.

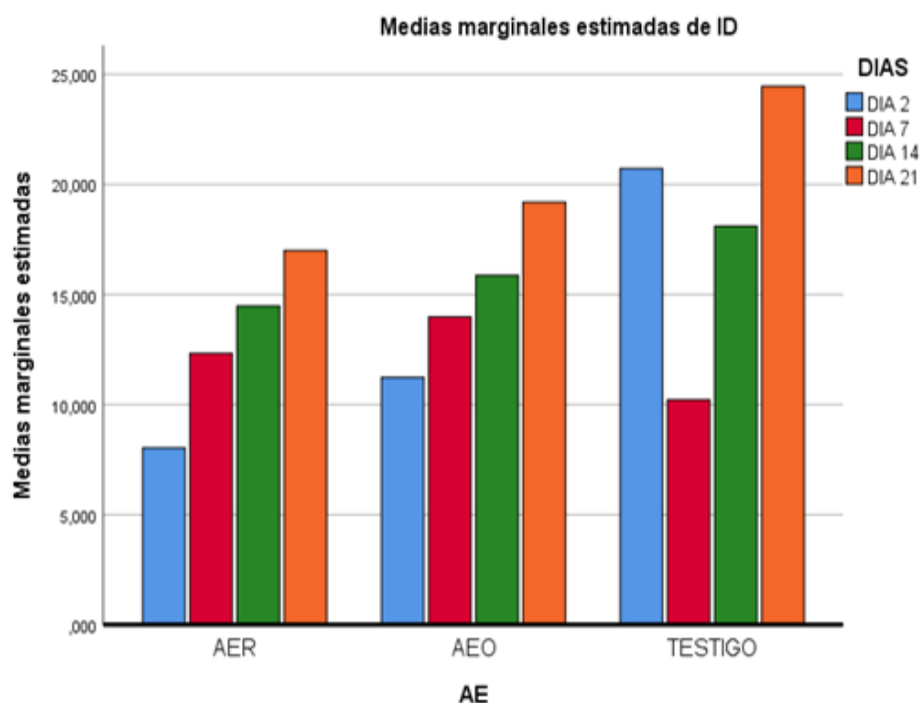


3.3. Índice de Peróxido.

Se observa en la figura 2, que al incrementarse el tiempo de almacenamiento, la oxidación también aumenta tanto para los tratamientos como para el aceite de *Plukenetia Huayllabambana* sin antioxidante natural, durante los 21 días de almacenamiento. Se encontró diferencias altamente significativas en el tiempo de almacenamiento ($P < 0.05$) (tabla 6) en análisis de varianza y según Tukey ($p < 0.05$) (Tabla 7) en el día 2 y 7 con respecto al día 21.

Figura 2

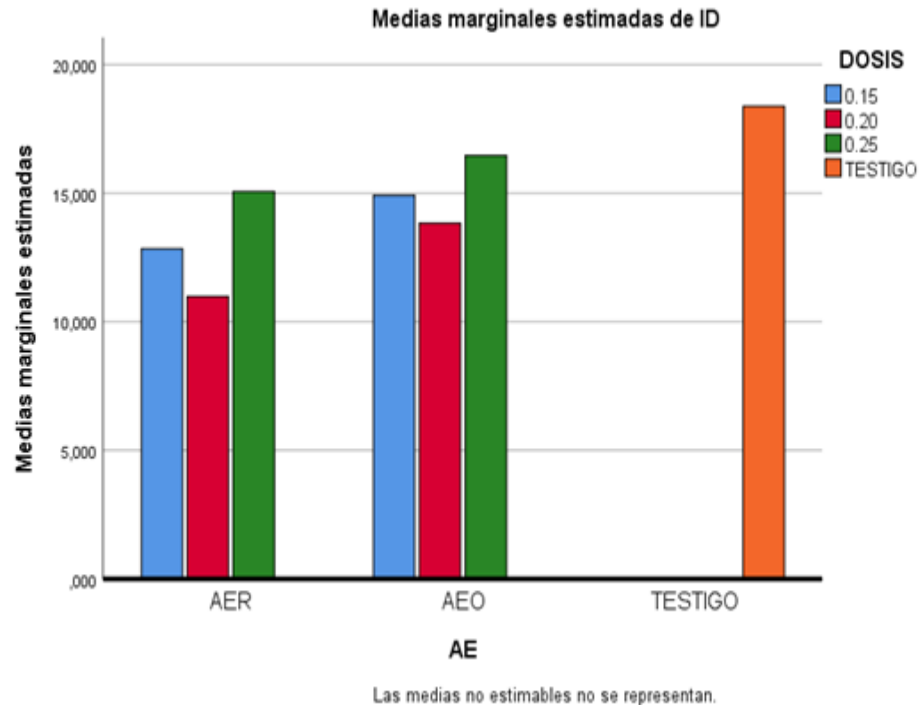
Índice de Peróxido del aceite de Sacha Inchi con aceites esenciales.



En la figura 3, se observa la concentración que tuvo mayor efecto antioxidante, fue el 0,20% de aceite esencial de romero y orégano comparado con el testigo (sin aceite esencial), existiendo diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$) que obtuvo un valor de índice de peróxido más alto, entre aceites esenciales tuvieron el mismo comportamiento, según Anova ($p > 0.05$) y (Tukey, $p > 0.05$) (Tabla 8).

Figura 3

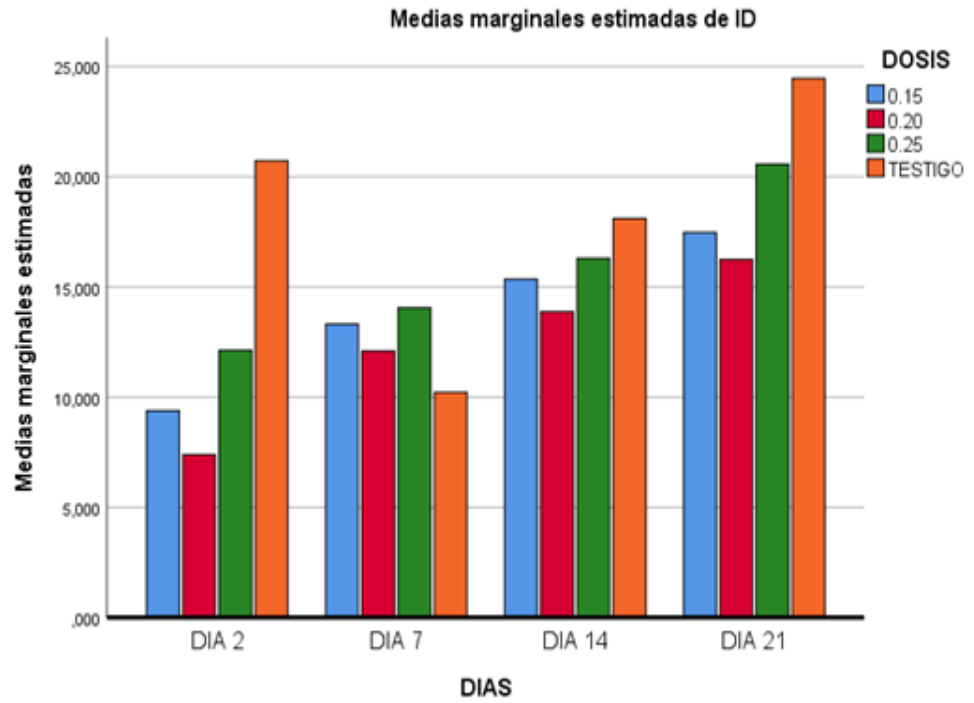
Índice de Peróxido del aceite de Sacha Inchi a diferentes dosis de aceite esencial de Romero y Orégano.



Por otro lado, se observa que no existe diferencias significativas ($p > 0.05$) (tabla 6) de acuerdo al análisis de varianza entre las dosis, pero si entre 0,20% y 0.15% con respecto al testigo a través del tiempo de almacenamiento según (prueba tukey, $p < 0.05$) (Tabla 9), por lo tanto, se podría decir que tuvieron una actividad antioxidante y a 0,25% una actividad prooxidante (figura 4), con predisposición de las medias marginales del índice de peróxidos con respecto al tiempo de almacenamiento; se manifiesta un aumento progresivo del índice de peróxidos y en el día 2 el testigo presenta un índice alto para luego descender y luego incrementarse. Sin embargo, la concentración más adecuada es de 0,20% para inhibir el deterioro oxidativo del aceite de sachá inchi.

Figura 4

Medias marginales del Índice de Peróxidos con respecto al día de almacenamiento.



IV. DISCUSIÓN

En este estudio se midió las cualidades fisicoquímicas del aceite de sachá inchi y aceite esencial de romero (*Rosmarinus officinalis*) y orégano (*Origanum vulgare*) en cuanto a índice de refracción, índice de acidez, densidad relativa y acidez titulable están dentro del rango, así como lo indica la NTP 151. 400 (2009) (tabla 4) cabe señalar que el aceite de Sachá inchi fue de calidad.

Para el índice de refracción del AER presentó 1,467, este valor es más alto a 1,1307, mientras que el AEO alcanzó 1,433 este valor es similar a lo reportado por Cáceres et al. (2021), el resultado se podría ver afectado por las variaciones de las estaciones de cosecha como invierno y primavera.

La figura 1, muestra la sustancia aromática de *R. officinalis* tuvo mayor capacidad antioxidante que el aceite esencial de *O.vulgare*, porque podría deberse a la acción de sus componentes principales (Alva & Avalos, 2019; León et al, 2015). Por otro lado, Ventura (2017) menciona que la acción antioxidante de la sustancia aromática de orégano silvestre (*Lippia sp*) depende del método de extracción. Así mismo Mestanza (2017), menciona que la actividad antioxidante de la sustancia aromática de romero (*R. officinalis*) de la región Amazonas es alrededor de tres veces menor al de la vitamina C, analizada mediante la técnica del (DPPH); esto se debería a los diversos climas presentes en dicho lugar, siendo el componente mayoritario del aceite esencial el myrceno o beta-myrceno.

Los resultados alcanzados de las evaluaciones efectuadas en la actividad antioxidante de aceites esenciales en aceite de sachá inchi, se evidencia que en el tiempo de almacenamiento de 21 días, el aceite esencial de *R.Officinalis* tuvo resultados superiores a comparación del aceite esencial de *O.vulgare*, probablemente por los metabolitos secundarios (Figura 2), en las dosis 0,20 y 0,15 % (Figura 3) hasta el día 2, siendo similares a los resultados reportados por Gómez (2017) donde encontró que la mejor concentración de aceite esencial de poleo como conservante natural del aceite de sachá inchi es 2 g/kg; por medio del método de deterioro oxidativo.

El aceite esencial de *R.Officinalis* demostró un efecto antioxidante comparado con el testigo (sin aceite esencial) (Figura 3); sin embargo, debe considerarse que las

dosis estudiadas de 0.25 % mostraron un efecto prooxidante (Figura 4) en concordancia con el estudio realizado por Baschieri et al. (2017), esto se podría deber a que existen compuestos no fenólicos que llegado a un punto favorecen la oxidación del aceite. Por otro lado, la adición de extracto de romero indica un mayor efecto antioxidante para algunos omega-3 como el ácido linoleico presentes en el aceite de cáñamo durante el periodo de almacenamiento (Moczkowska, y otros, 2020).

En estudios donde se determinaron que, a través de las pruebas de índice de acidez y peróxidos, la efectividad de porciones 0.2%, 0.15% de AEJ y 0.02% de ácido cítrico en aceite de oliva. Los resultados determinan que el aceite esencial de jengibre, presenta la posibilidad de retardar el deterioro de ácidos grasos insaturados en aceite virgen de oliva (Quispe y Taco; 2018). En otra investigación Nolzco, D., Téllez, L., & Ccapa, K. (2015) argumentan que los metabolitos secundarios de orégano adicionados a una concentración de 0,3 % en aceite de oliva extra virgen con un porcentaje de acidez de 0,168 e índice de peróxido inicial de 9,5 meq de peróxido/kg; la oxidación del aceite de oliva sería mínima, sin embargo, a una concentración de 0,1 %; no sucede lo mismo. En la investigación donde se evaluaron el efecto antioxidante de los metabolitos secundarios de huacatay (*Tagetes minuta*) en la oxidación de aceite de girasol (*Helianthus annuus*); expuestos a humedad, temperatura y luz, resultando para el aceite de *Helianthus annuus* expuesto al medio ambiente fue estable hasta el séptimo día; para las muestras mezcladas con extracto y aceite esencial de *Tagetes minuta* fueron estables por 36 días, permaneciendo el I.O, por debajo de 3 y concluyeron que el extracto y aceite esencial de *Tagetes minuta*, reducen la oxidación de ácidos grasos insaturados presentes en aceite de *Helianthus annuus* (Velóz y Pavón , 2020). Por lo tanto, es fundamental precisar que el efecto antioxidante de los aceites esenciales está fuertemente relacionado al tipo de especie aromática probada, adicionalmente de las condiciones de evaluación.

Los aceites esenciales pueden ser utilizados en la conservación postcosecha de frutas (Mou et al., 2021) y en productos lácteos (Abner et al., 2021), sin embargo, sería necesario realizar investigaciones de las características organolépticas del aceite adicionando las esencias para definir la aceptabilidad de los consumidores

(Yalta, 2019), así mismo, el mecanismo de reacción de oxidación específico para los monoterpenos aún se desconoce (Mezza et al., 2017).

V. CONCLUSIONES

La sustancia aromática de *R.officinalis* y *O.vulgare* presenta mejor capacidad protectora de la rancidez del aceite de sachá inchi en dosis de 0.20% y 0.15% en un tiempo de 21 días de almacenamiento expuestos al medio ambiente.

La sustancia aromática de *R.officinalis* presentó mejores resultados en cuanto a la prevención de la oxidación ($p < 0.05$), por tanto puede ser usado para proteger a aceites extravirgenes, a causa de su potencial capacidad protectora.

La concentración adecuada de los aceites esenciales es de 0.20% para inhibir la degradación del aceite de sachá inchi.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abner, L. I., Ibrahim, N., Abdel-Salam, A. B., & Fahim, K. M. (2021). Potential application of ginger, clove and thyme essential oils to improve soft cheese microbial safety and sensory characteristics. *Food Bioscience*, 42, 101177. doi:10.1016/j.fbio.2021.101177
- Alva, R. K., & Avalos, L. A. (2019). Efecto protector antioxidante del extracto y aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* sobre la autooxidación del aceite de *Helianthus annuus*, expuesto a factores ambientales. Tesis, Pimentel. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13079>.
- Arévalo, S. (2013). Cambios bioquímicos en el procesamiento de aceites y grasas. Tesis, Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/>.
- Barrrena & Olivares (2011) Manual de laboratorio de Ingeniería de Operaciones Agroindustriales II.
- Baschieri, A., Ajvazi, M. D., Tonfack, J. L. F., Valgimigli, L., & Amorati, R. (2017). Explaining the Antioxidant activity of some common non-phenolic components of essential oils. *Food Chemistry*, 232, 656–663. doi:10.1016/j.foodchem.2017.04.036
- Bazán, S. A., & Lezama, M.Y.(2017) Evaluación de la capacidad antioxidante del aceite esencial de las hojas de *Peperomia dolabriformis* Kunth frente al radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/8510>
- Cáceres, M. B., Rozo, V. F., & del Valle García, E. (2021). Estudio de la calidad de aceites esenciales de orégano, tomillo y romero cultivados en severino (el Carmen, Jujuy) recolectados en invierno y primavera. *Revista Científica FCA*, 14(1).
- Calua, D. (2017). Factores que influyen en el crecimiento de las exportaciones de Sacha Inchi en Perú. Trabajo final. Repositorio Institucional Científico y Académico de la Facultad de Agronomía-UBA. Obtenido de <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/especializacion/2017caluavasquezdavid.pdf>.

- Castañeda, C. B., Ramos, L. E., & Ibáñez, B. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista Horizonte Médico*, 56-72. Universidad de San Martín de Porres. La Molina, Perú.
- Carrasco, F.J. (2009). Evaluación del efecto de aceites esenciales como inhibidores del enranciamiento en aceites comestibles. Trabajo de graduación. Universidad del Azuay. Cuenca Ecuador.
- Carrión, P. (2018). Exportaciones peruanas de sacha inchi crecieron 137% el 2017. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-peruanas-de-sacha-inchi-crecieron-137-el-2017-15991>.
- Chirinos, O., Adachi, L., Calderón, F., Díaz, R., Larrea, L., Mucha, G., & Roque, L. (2009). *Exportación de Sacha Inchi al mercado de Estados Unidos*. Lima-Perú. Editorial Cordillera S. A. C. Obtenido de https://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue_el%20documento%20completo.pdf.
- Delgado A, W. (2004). Por qué se enrancian las grasas y aceites?. *Revista Palmas*, 25(2), 35-43. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/990>.
- Duy Bao, Huynh Nguyen (2013). Lipid Oxidation. Strategies to Minimize Oxidative Deterioration in Aquatic Food Products. Vietnam. Challenges in Food Systems. AOCS Press 345–380. <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-6-3.50014-X>.
- Essalud (2015) El consumo de Sacha Inchi ayuda a reducir el colesterol elevado. Obtenido de <http://www.essalud.gob.pe/essalud-consumo-de-sacha-inchi-ayuda-a-reducir-el-colesterol-elevado>.
- Flores,D. (2010). Uso Histórico: Sacha Inchi (*Plukenetia volúbilis* L.). Obtenido de https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1371/Uso_historico_sacha_inchi_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1.
- Ganoza, K. G., & Vidal, D. K. (2019). Efecto protector antioxidante del extracto y aceite esencial de *Origanum Vulgare* L (orégano) sobre el proceso autoxidativo de aceite de girasol *Helianthus annuus*, expuesto a factores

ambientales. Tesis, Pimentel. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13079>

Gómez, N. A. (2017). *Evaluación del efecto antioxidante del aceite esencial de poleo (Minthostachys mollis) en aceite de sacha inchi (Plukenetia huayllabambana)*. Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas. Obtenido de <http://repositorio.unrmt.edu.pe/handle/UNTRM/1166>.

Hernández, M., Sotomayor, J., Hernández, A., & Jordán, M. (2016). *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Murcia, Spain. Academic Press. 677–688. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00077-8>.

Iparraguirre, K. (2019). Contribución al estudio de la vida útil de los aceites de Sacha Inchi (*Plukenetia Huayllabambana* y *P. Volubilis*) microencapsulados y su importancia en la industria alimentaria. Trabajo de investigación. Universidad de Lima. Obtenido de <http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/9337>.

León, G., Osorio, M., Esther, M., & Gil, J. (2015). Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(4):708-718

Mejía Calle, Paula Estefanía (2019). Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos alcohólico y acuoso de romero (*Rosmarinus officinalis*), frente a un compuesto sintético. Tesis. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17965>.

Mestanza Mendoza, M. (2017). *Caracterización fisicoquímica del aceite esencial de romero (Rosmarinus officinalis) de la Región Amazonas*. Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas. Obtenido de <http://repositorio.unrmt.edu.pe/handle/UNTRM/1167>

Mezza, G.N., Borgarello, A.V., Grosso, N.R., Fernandez, H., Pramparo, M.C., Gayol, M.F., (2017). Antioxidant activity of rosemary essential oil fractions obtained by molecular distillation and their effect on oxidative

stability of sunflower oil, Food Chemistry, doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.042>

Montero, E., Porras, J., & Sánchez, J. (2017) Efectos del uso de extracto de romero (*rosmarinus officinalis*) y ácido ascórbico en la estabilidad de las grasas insaturadas en los filetes de trucha arco iris (*oncorhynchus mykiss*) refrigerados y envasados al vacío".

Moczkowska, M., Karp, S., Horbanczuk, O. K., Hanula, M., Wyrwicz, J., & Kurek, M. A. (2020). *Effect of rosemary extract addition on oxidative stability and quality of hemp seed oil. Food and Bioprocess Processing*. doi:10.1016/j.fbp.2020.08.002

Mou, L., Du, X., Lu, X., Lu, Y., Li, G., & Li, J. (2021). Component analysis and antifungal activity of three Chinese herbal essential oils and their application of postharvest preservation of peach fruit. *LWT*, 151, 112089. doi:10.1016/j.lwt.2021.112089

Nolazco, D., Téllez, L., & Ccapa, K. (2015). Influencia de la concentración de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) en el tiempo de vida en anaquel del aceite de oliva (*Olea europea*/) extra virgen. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Norma Alayón, A., & Echeverri Jiménez, I. (2016). Sacha Inchi (*plukenetia volubilis* linneo): ¿ una experiencia ancestral desaprovechada? Evidencias clínicas asociadas a su consumo. *Revista Chilena de Nutrición*, Vol. 43, No. 2-2016, 43(2), 167-171.

NTP 151.400. (2009). Norma Técnica Peruana.

Páez Zurita, S. S. (2015). *Desarrollo del Branding Plan para el lanzamiento de productos con omega 3, en el Distrito Metropolitano de Quito, caso " Sacha inchi"* (Bachelor's thesis, Quito/PUCE/2015).

Pascual, M. E., Slowing, K., Carretero, E., & Sanchez, D. (2001). *lippia: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review.j*.

Quispe, R. (2017). *Efecto antimicrobiano y antioxidante del aceite esencial de orégano (Origanum vulgare), en el jamón de carne de alpaca (Vicugna*

- Pacos) (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7864>
- Quispe, K; Taco, R. (2018) *Evaluación del tiempo de extracción, factor de empaquetamiento, humedad del rizoma, en el rendimiento de la extracción del aceite esencial de jengibre (zingiber officinale roscoe) por arrastre de vapor, caracterización físicoquímica del aceite esencial y aplicación antioxidante en el Aceite de Oliva.* (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6561>
- Serna, L y Lopez, S. (2010) Actualización del manual del laboratorio de análisis de alimentos del programa de tecnología química de la universidad tecnológica de Pereira.
- Shahidi, F. (2010). *Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications // Oxidation and protection of nuts and nut oils.* Canadá. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 274–305. <https://doi.org/10.1533/9780857090331.2.274>.
- Stashenko, E., Martínez, J., Durán, D., Córdoba, Y., & Caballero, D. (2014). Estudio comparativo de la composición química y la actividad antioxidante de los aceites esenciales de algunas plantas del género *Lippia* (Verbenaceae) cultivadas en Colombia.
- Rodríguez, G ; Villanueva, E ; Glorio, P; & Baquerizo, M.(2015). Estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) *Scientia Agropecuaria.* Obtenido de: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>
- Tafur, G., Martínez, J., & Stashenko, E. (2005). Evaluación de la actividad antioxidante de aceites esenciales en emulsiones degradadas por radiación ultravioleta. *Revista Colombiana de Química*, 34 (1), 43-55. doi: 10.15446/rev.colomb.quim.
- Vargas-Arispuro, L., Sanz, B. I., Martínez-Tellez, M. A., & Primo-Yúfera, E. (1998). Actividad antioxidante de compuestos aislados del residuo no-volátil del

aceite esencial de naranja. *Grasas y Aceites*, 49(2), 159-164.
doi:10.3989/gya.1998.v49.i2.715.

Ventura, A. E. (2017). *Comparación de tres métodos en la extracción de aceite esencial de orégano silvestre (Lippia spp.)*. Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas. Obtenido de <http://repositorio.unrtm.edu.pe/handle/UNTRM/1192>

Velóz, S, Y., & Pavón, H, M. (2020) “Efecto protector antioxidante del extracto y aceite esencial de *Tagetes minuta*, sobre la autooxidación de aceite de *Helianthus annuus*, expuesto a factores ambientales”. Tesis, Pimentel. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13079>

Yalta, M. (2019) *Efecto de aceites esenciales de huacatay (tagetes minuta l.) y mariasacha (tagetes elliptica sm.) como conservante en la carne de cerdo*. Tesis de grado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas. Obtenido de <http://repositorio.unrtm.edu.pe/handle/UNTRM/1192>

Zapata, K; Piedrahita, A; Alzate, A; Cortes, F; & Rojano, B. (2015) Oxidative Stabilization of Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis* Linneo) Oil with Mortino (*Vaccinium Meridionale* SW) Suspensions Addition.

ANEXOS

6.1. Fotografías que representan el proyecto de tesis.

Figura 5

Planta de P. Huallabambana de la localidad del anexo el Triunfo



Figura 6

Proceso de obtención de las almendras de Sacha Inchi.



Figura 7
Equipo Refractómetro para determinar Índice de Refracción.



Figura 8
Pesado del aceite de Sacha Inchi con Picnómetro y Balanza Analítica

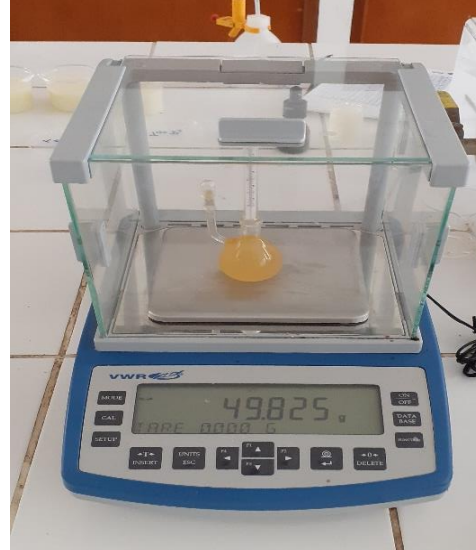


Figura 9
Medición de Dpph



Fifura 10
Muestras de Dpph, metanol+AE



Figura 11

Observando las lecturas de las absorbancias de las muestras de AER y AEO mediante Espectrofotometría.



Figura 12

Adición de AEs en aceite de Sacha Inchi.



Figura 13

Muestras preparadas de aceites para analizar Índice de Peróxidos

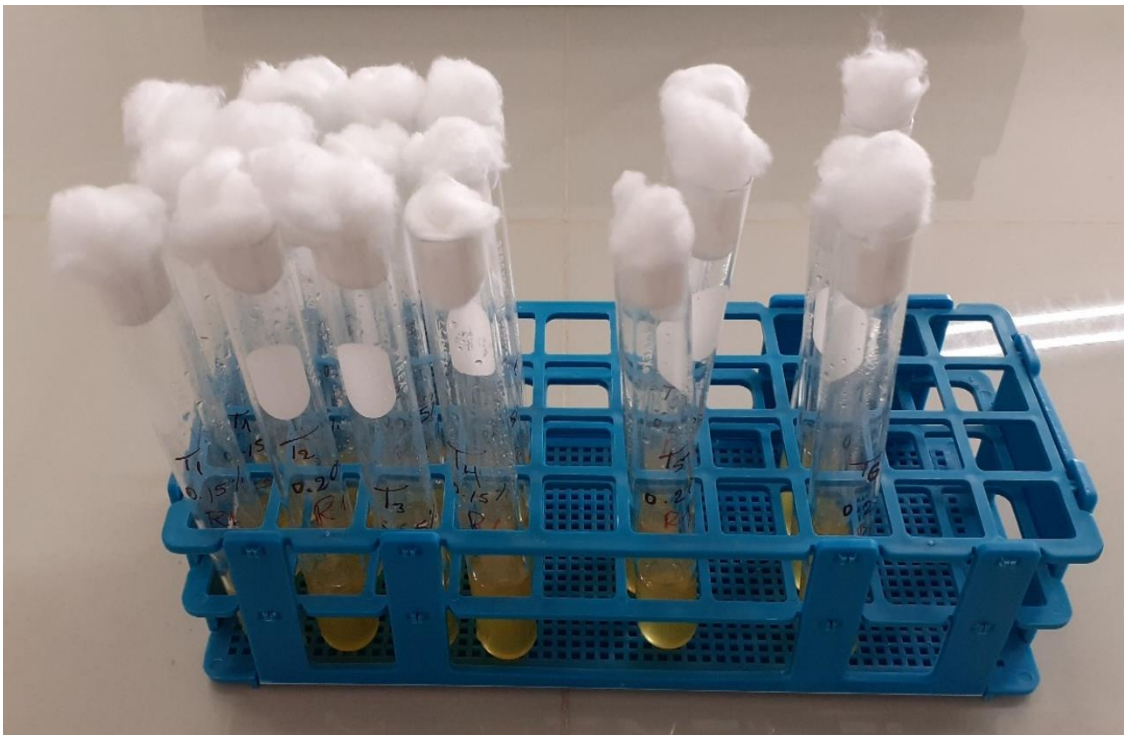


Figura 14

Análisis de Índice de Peróxido



6.2. Tablas de los análisis estadísticos.

Tabla 5

Análisis de Capacidad Antioxidante de los aceites esenciales

ANOVA					
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3.84	1	3.84	16.1118881	0.016
Dentro de los grupos	0.953333333	4	0.238333333		
Total	4.793333333	5			

Tabla 6

Análisis de Índice de Peróxido de aceite de Sacha Inchi

Pruebas de efectos inter-sujetos

ANOVA

Variable dependiente: IP

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1463,079 ^a	27	54,188	1,956	,017
Intersección	17520,350	1	17520,350	632,505	,000
DIAS	693,563	3	231,188	8,346	,000
DOSIS	136,185	2	68,093	2,458	,095
AE	80,222	1	80,222	2,896	,094
DIAS * DOSIS	20,877	6	3,479	,126	,993
DIAS * AE	8,578	3	2,859	,103	,958
DOSIS * AE	6,338	2	3,169	,114	,892
DIAS * DOSIS * AE	4,314	6	,719	,026	1,000
Error	1551,197	56	27,700		
Total	21009,472	84			
Total corregido	3014,276	83			

a. R al cuadrado = ,485 (R al cuadrado ajustada = ,237)

Pruebas post hoc

DIAS

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: IP

HSD Tukey

(I) DIAS	(J) DIAS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
DIA 2	DIA 7	-1,52143	1,624220	,785	-5,82218	2,77932
	DIA 14	-4,37714*	1,624220	,045	-8,67789	-,07639
	DIA 21	-7,78857*	1,624220	,000	-12,08932	-3,48782
DIA 7	DIA 2	1,52143	1,624220	,785	-2,77932	5,82218
	DIA 14	-2,85571	1,624220	,304	-7,15646	1,44504
	DIA 21	-6,26714*	1,624220	,002	-10,56789	-1,96639
DIA 14	DIA 2	4,37714*	1,624220	,045	,07639	8,67789
	DIA 7	2,85571	1,624220	,304	-1,44504	7,15646
	DIA 21	-3,41143	1,624220	,166	-7,71218	,88932
DIA 21	DIA 2	7,78857*	1,624220	,000	3,48782	12,08932
	DIA 7	6,26714*	1,624220	,002	1,96639	10,56789
	DIA 14	3,41143	1,624220	,166	-,88932	7,71218

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

Tabla 7

Descripción de la prueba Tukey respecto al Índice de Peróxidos en días.

IP

HSD Tukey^{a,b}

DIAS	N	Subconjunto		
		1	2	3
DIA 2	21	11,21476		
DIA 7	21	12,73619	12,73619	
DIA 14	21		15,59190	15,59190
DIA 21	21			19,00333
Sig.		,785	,304	,166

AE

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: IP

HSD Tukey

(I) AE	(J) AE	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
AER	AEO	-2,11111	1,240518	,214	-5,09774	,87552
	TESTIGO	-5,41806*	1,754358	,009	-9,64178	-1,19433
AEO	AER	2,11111	1,240518	,214	-,87552	5,09774
	TESTIGO	-3,30694	1,754358	,152	-7,53067	,91678
TESTIGO	AER	5,41806*	1,754358	,009	1,19433	9,64178
	AEO	3,30694	1,754358	,152	-,91678	7,53067

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

Tabla 8

Descripción de la prueba Tukey respecto al Índice de Peróxidos de AE.

IP

HSD Tukey^{a,b,c}

AE	N	Subconjunto	
		1	2
AER	36	12,95778	
AEO	36	15,06889	15,06889
TESTIGO	12		18,37583
Sig.		,391	,107

DOSIS

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: IP

HSD Tukey

(I) DOSIS	(J) DOSIS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0.15	0.20	1,47458	1,519318	,767	-2,54840	5,49757
	0.25	-1,88583	1,519318	,604	-5,90882	2,13715
	TESTIGO	-4,49958	1,860777	,085	-9,42671	,42755
0.20	0.15	-1,47458	1,519318	,767	-5,49757	2,54840
	0.25	-3,36042	1,519318	,133	-7,38340	,66257
	TESTIGO	-5,97417*	1,860777	,011	-10,90130	-1,04704
0.25	0.15	1,88583	1,519318	,604	-2,13715	5,90882
	0.20	3,36042	1,519318	,133	-,66257	7,38340
	TESTIGO	-2,61375	1,860777	,502	-7,54088	2,31338
TESTIGO	0.15	4,49958	1,860777	,085	-,42755	9,42671
	0.20	5,97417*	1,860777	,011	1,04704	10,90130
	0.25	2,61375	1,860777	,502	-2,31338	7,54088

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

Tabla 9

Descripción de la prueba Tukey respecto al Índice de Peróxidos en dosis de aceites esenciales.

IP

HSD Tukey^{a,b,c}

DOSIS	N	Subconjunto	
		1	2
0.20	24	12,40167	
0.15	24	13,87625	
0.25	24	15,76208	15,76208
TESTIGO	12		18,37583
Sig.		,208	,422