

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“MEZCLA DEL ACEITE DE *LUPINUS MUTABILIS* CON ACEITE DE
PLUKENETIA VOLUBILIS Y ACEITE DE *OLEA EUROPAEA* PARA
MEJORAR SU ESTABILIDAD OXIDATIVA”**



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

TESISTAS: BACH. FIESTAS MENDEZ DANIEL ADOLFO

BACH. FLORES MORENO MARLY DAYANA

ASESOR: DRA. LUZ MARÍA PAUCAR MENACHO

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ 2020



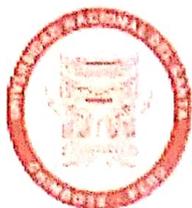
**HOJA DE AVAL DE JURADO
EVALUADOR**

El presente trabajo de tesis titulado "MEZCLA DEL ACEITE DE LUPINUS MUTABILIS CON ACEITE DE PLUKENETIA VOLUBILIS Y OLEA EUROPAEA PARA MEJORAR SU ESTABILIDAD OXIDATIVA", para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial, presentado por los bachilleres: FLORES MORENO MARLY DAYANA y FIESTAS MENDEZ DANIEL ADOLFO, teniendo como asesora a la Dra. Luz María Paucar Menacho, designada mediante la resolución decanal N° 343-2019-UNS-FI, ha sido revisado y aprobado el día 18 de Diciembre del 2020 por el siguiente jurado evaluador, designados mediante resolución N° 282-2019-UNS-CFI.

Dr. Victor Castro Zavaleta
Presidente

Dra. Luz María Paucar Menacho
Integrante

Mg. Jorge Domínguez Castañeda
Secretario



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 4:00 p.m. del 18 de Diciembre del Dos Mil Veinte se instaló mediante la plataforma virtual ZOOM, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 262-2019-UNS-CFI integrado por los docentes:

- Dr. Victor Augusto Castro Zavaleta (Presidente)
- Mg. Jorge Marino Dominguez Castañeda (Secretario)
- Dra. Luz María Paucar Menacho (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“MEZCLA DEL ACEITE DE LUPINUS MUTABILIS CON ACEITE DE PLUKENETIA VOLUBILIS Y OLEA EUROPAEA PARA MEJORAR SU ESTABILIDAD OXIDATIVA”, elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- Flores Moreno Marly Dayana
- Fiestas Mendez Daniel Adolfo

Asimismo, tienen como Asesora a la docente: Dra. Luz María Paucar Menacho

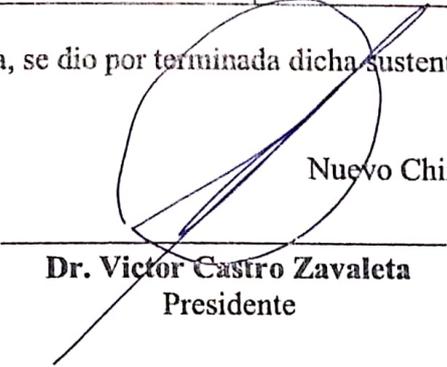
Finalizada la sustentación, los Tesisistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

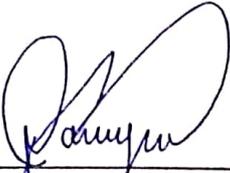
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
Flores Moreno Marly Dayana	16	BUENO

Siendo las 5:30pm del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 18 de Diciembre del 2020


Dr. Victor Castro Zavaleta
Presidente


Dra. Luz María Paucar Menacho
Integrante


Mg. Jorge Dominguez Castañeda
Secretario



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 04: 00 pm del 18 de diciembre del 2020 se habilitó la plataforma virtual ZOOM, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N°262-2019-UNS-CFI integrado por los docentes:

- Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta (Presidente)
- Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda (Secretario)
- Dra. Luz María Paucar Menacho (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“MEZCLA DE ACEITE DE LUPINUS MUTABILIS CON ACEITE DE PLUKENETIA VOLUVILIS Y OLEA EUROPAEA PARA MEJORAR SU ESTABILIDAD OXIDATIVA”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- FIESTAS MENDEZ DANIEL ADOLFO
- FLORES MORENO MARLY DAYANA

Asimismo, tienen como Asesora a la docente: Dra. Luz María Paucar Menacho

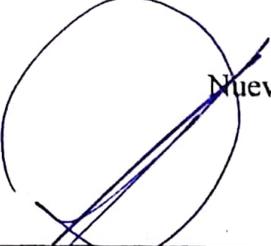
Finalizada la sustentación virtual, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
FIESTAS MENDEZ DANIEL ADOLFO	16	BUENO

Siendo las 17:35 del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 18 de diciembre del 2020


Dr. Víctor Augusto Castro Zavaleta
Presidente


Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda
Secretario


Dra. Luz María Paucar Menacho
Integrante

03 copias

Contenido

I.	RESUMEN	7
	ABSTRACT	8
II.	Introducción	9
III.	Marco Teórico	10
3.1.	Tarwi	10
3.1.1.	Origen.....	10
3.1.2.	Composición de la semilla de Tarwi.	10
3.1.3.	Lípidos del aceite de tarwi.	11
3.2.	Sacha Inchi	11
3.2.1.	2.2.1. Origen.....	11
3.2.2.	Composición de la semilla de sachu inchi.	11
3.2.3.	Composición química de sachu inchi.	12
3.3.	Oliva	13
3.3.1.	Origen.....	13
3.3.2.	Composición lipídica del aceite de oliva.	14
3.4.	Mezcla de aceite comestible.....	14
3.5.	Lípidos	17
3.6.	Oxidación de los lípidos	17

3.7.	Cinética y productos de la oxidación lipídica	18
3.8.	2.7. Método de rancimat	19
IV.	Materiales y métodos	21
4.1.	Lugar de análisis	21
4.2.	Materiales	21
4.2.1.	Materia prima.....	21
4.2.2.	Reactivos.	21
4.2.3.	Materiales.	21
4.2.4.	Equipos.....	22
4.3.	Metodología de análisis	24
4.3.1.	Determinación de acidez libre ffa.....	24
4.3.2.	Determinación del valor peroxido-determinacion del punto iodometrico (visual).	24
4.3.3.	Índice de estabilidad oxidativa – método rancimat	24
4.3.4.	Determinación de valor p-anisidina.....	24
4.3.5.	Determinación de humedad.	24
4.3.6.	Determinación de ácidos grasos.....	24
4.4.	Procedimiento experimental	25
4.5.	Diseño experimental.....	26

V.	Resultados y discusión	28
5.1.	Rendimiento del aceite de tarwi	28
5.2.	Densidad relativa de los aceites	30
5.3.	Índice de refracción en aceites	30
5.4.	Índice de acidez, índice de peróxido , índice de anisidina y valor totox.	31
5.5.	Humedad en los aceites.....	33
5.6.	Composición de ácidos grasos por cromatografía de gases	34
5.7.	Determinación del Índice de estabilidad oxidativa	41
5.8.	Análisis de varianza en la estabilidad oxidativa de los aceites.	44
5.1.	Estimación de la vida útil del aceite de sachá inchi	45
VI.	Conclusión	47
VII.	RECOMENDACIONES:	48
VIII.	Bibliografía	49
IX.	Anexos:	59

Figura 1: Autooxidación lipídica	18
Figura 2: Principio del Método Rancimat	20
Figura 3 Extracción de Aceite de <i>Lupinus mutabilis</i>	25
Figura 4 Estimación de la vida útil del T08 a 25°C:	46
Figura 5:Centrifugación de aceite	69
Figura 6: Extracción del Aceite	69
Figura 7: Aceite centrifugado	70
Figura 8: Materiales para Acidez de Aceite.....	70
Figura 9: Materiales para Acidez de Aceite.....	70
Tabla 1: Composición de la semilla de Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>).....	10
Tabla 2: Composición de ácidos grasos de aceites	11
Tabla 3 Composición de la semilla de Sacha Inchi	12
Tabla 4 Composición de ácidos grasos de Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)	13
Tabla 5: Composición de la semilla Olivo (<i>Olea Europaea</i>).....	13
Tabla 6: Composición de ácidos grasos de Oliva (<i>Olea Europaea</i>).....	14
Tabla 7: Parámetros nutricionales de los aceites mezclados y sus efectos sobre la salud.	16
Tabla 8 Análisis de varianza para el Índice de Estabilidad Oxidativa.....	27

Tabla 9 Determinación de densidad, refracción, acidez, anisidina, peróxido, humedad y totox:	29
Tabla 10: Composición de ácidos grasos de aceites vegetales determinados mediante cromatógrafo de gases	35
Tabla 11: Composición de ácidos grasos de Aceites Vegetales determinados mediante Cromatógrafo de gases	37
Tabla 12: Composición de ácidos grasos de Aceites Vegetales determinados mediante Cromatógrafo de gases	39
Tabla 13: Estabilidad Oxidativa de los Tratamientos	41
Tabla 14: Análisis de varianza de OSI.....	44
Tabla 15: Estimación de la vida útil	45

I. RESUMEN

La reacción de oxidación es responsable de la pérdida de calidad en aceites, siendo la mezcla de aceites una alternativa para modificar el perfil lipídico e incrementar el valor nutricional y vida útil del producto, por este motivo se mezcló el aceite de tarwi (*Lupinus Mutabilis*) con aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) y aceite de Oliva (*Olea europea*) para mejorar la estabilidad oxidativa; debido al alto contenido de ácido oleico del aceite de oliva y la capacidad antioxidante del aceite de sachá inchi. Las muestras de aceite de tarwi(AT), sachá inchi(SI) y oliva(O) se mezclaron en relación de los 10 tratamientos y se determinó la densidad, humedad, acidez, índice de anisidina, índice de peróxido, ácidos grasos y se evaluó el índice de estabilidad oxidativa a diferentes temperaturas (130, 140 y 150°C), el ANOVA ($p < 0.05$) indicó influencia significativa de la temperatura en los valores OSI y mediante el método de extrapolación se calculó la vida útil de los tratamientos siendo el T08 (AT 90%, ASI 5% y AO 5%) el de mayor tiempo 4.65 años a temperatura de almacenamiento de 20°C. En la caracterización fisicoquímica del T08 se obtuvo densidad relativa de $<0.881 \pm 0.001>$, humedad de $<0.280 \pm 0.003>$, grado de acidez expresado en porcentaje de ácido oleico de $<1.972 \pm 0.001>$, índice de anisidina de $<3.459 \pm 0.060>$, índice de peróxido de $<0.711 \pm 0.044>$, valor totox de $<4.892 \pm 0.119>$ y respecto a la composición de ácidos grasos, los componentes principales son el ácido oleico y linoleico presentando 45.55% y 30.11% respectivamente.

Palabras clave: Aceite de tarwi, aceite de sachá inchi, aceite de oliva, OSI, composición de ácidos grasos.

ABSTRACT

The oxidation reaction is responsible for the loss of quality in oils, the mixture of oils being an alternative to modify the lipid profile and increase the nutritional value and shelf life of the product, for this reason, tarwi oil (*Lupinus Mutabilis*) was mixed with sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis*) and Olive oil (European *Olea*) to improve oxidative stability; due to the high oleic acid content of olive oil and the antioxidant capacity of sacha inchi oil. Samples of tarwi oil (AT), sacha inchi (SI) and olive (O) were mixed in relation to the 10 treatments and the density, humidity, acidity, anisidine index, peroxide index, fatty acids were determined and the oxidative stability index was evaluated at different temperatures (130, 140 and 150 ° C), ANOVA ($p < 0.05$) indicated significant influence of temperature on OSI values and by the extrapolation method the useful life of the treatments was calculated, with T08 (AT 90%, ASI 5% and AO 5%) being the longest 4.65 years at a storage temperature of 20 ° C. In the physicochemical characterization of the best treatment (T08), a relative density of $<0.881 \pm 0.001>$ was obtained, humidity of $<0.280 \pm 0.003>$, degree of acidity expressed as a percentage of oleic acid of $<1.972 \pm 0.001>$, anisidine index of $<3.459 \pm 0.060>$, peroxide index of $<0.711 \pm 0.044>$, totox value of $<4.892 \pm 0.119>$ and regarding the fatty acid composition, the main components are oleic and linoleic acid, presenting 45.55% and 30.11% respectively.

Keywords: Tarwi oil, sacha inchi oil, olive oil, OSI, fatty acid composition.

II. Introducción

Los procesos primordiales de deterioro de las grasas y aceites son las reacciones de oxidación y de descomposición de sus productos. La reacción de oxidación es una reacción en cadena, con estas reacciones surgen sustancias orgánicas (como aldehídos y cetonas) responsables del olor y sabor a rancio, que finalmente se refleja en pérdida de calidad organoléptica y nutricional ya que el valor nutritivo desciende al disiparse algunas vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados, los productos producidos en la oxidación pueden llegar a ser nocivos para la salud (Navas, 2010).

Los aceites de origen vegetales son muy susceptibles al deterioro por oxidación, que si bien es imposible evitar se puede aumentar la estabilidad con el uso de antioxidantes y nitrógeno. La mezcla de diferentes tipos de aceites vegetales no sólo pueden modificar el perfil de ácidos grasos, también incrementar los niveles de lípidos bioactivos y antioxidantes naturales en las mezclas y entregar a los aceites mejor calidad, así como mayor valor nutricional a precios factibles (Marmesat *et al.*, 2012;. Aladedunye & Przybylski, 2013).

La estabilidad oxidativa del aceite es el factor de más importancia, debido a que la autooxidación es la principal causa de deterioro por rancidez del aceite, por lo tanto es un criterio en la evaluación de la calidad del aceite. Se han desarrollado pruebas de oxidación acelerada como la prueba de Estufa, Bomba de Oxígeno siendo el método del Rancimat uno de los más utilizados. Por lo expuesto, el objetivo de estudio fue evaluar la mezcla de aceite de tarwi (*Lupinus mutabilis*) con aceite de sacha inchi (*Plukenia volubilis*) y aceite de oliva (*Olea europaea*) para mejorar la estabilidad oxidativa, además de determinar la composición lipídica de cada aceite y la caracterización fisicoquímica.

III. Marco Teórico

3.1. Tarwi

3.1.1. Origen.

El Tarwi (*Lupinus Mutabilis*) también conocido como chocho o chuchus muti puede ser encontrada en los Andes hasta los 4500 ms.n.m, gracias a numerosas expediciones botánicas han permitido encontrar concentraciones altas de Lupinos Mutabilis en el Sur de la sierra (Arequipa, Moquegua, Cusco y Puno) (Tapia, 2015) Australia, Europa y América del Sur (Coloma, 2009; FAO, 2014).

3.1.2. Composición de la semilla de Tarwi.

El Tarwi es una leguminosa nutritiva debido a su alto contenido proteico (rico en lisina) y aceite, tal como se aprecia en la Tabla 1. Para (Mujica y Jacobsen, 2006) hay una correlación positiva entre proteínas y alcaloides, es decir a mayor cantidad de proteínas tenga, mayor será la cantidad de alcaloide.

Tabla 1: Composición de la semilla de Tarwi (*Lupinus mutabilis*)

Componentes	Porcentaje (g/100g)
Proteína	44.3
Grasa	16.5
Carbohidratos	28.2
Ceniza	3.3
Humedad	7.7

Fuente: Mujica y Jacobsen, 2006.

3.1.3. Lípidos del aceite de tarwi.

Según se puede observar en la Tabla 2, el aceite de tarwi (*Lupinus mutabilis*) está compuesto en mayor proporción por ácidos grasos insaturados, el cual es semejante al aceite del maní y al aceite de soja, siendo el ácido oleico el que sobresale (40.4-48.1%), seguido del ácido Linoleico (28.4-37.1%) y bajo contenido de ácido linolénico (2.6 - 2.9 %) es beneficioso ya que éste acelera la oxidación generando sabores indeseable en el aceite.

Tabla 2: Composición de ácidos grasos de aceites

ACIDOS GRASOS (%)						
Palmítico C _{16:0}	Esteárico C _{18:0}	Oleico C _{18:1} Omega-9	Linoleico C _{18:2} Omega-6	Linolénico C _{18:3} Omega-3	Relación ω -6/ ω -3	Tipo de aceite
13.4	5.7	40.4	37.1	2.9	12.79	Tarwi <i>a</i>
11.9	6.6	48.1	28.4	2.6	10.92	Tarwi <i>b</i>
11	3	55	28	3	9.33	Maní <i>c</i>
10	4	22	55	2.6	21.15	Soya <i>c</i>

Fuente: (a) Ayala,2006; (b) Mujica et al, 2006, (c) Succa, 2015

3.2. Sacha Inchi

3.2.1.2.2.1. Origen.

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) también se le denomina sachá maní, maní del inca, es originaria de la Amazonía, ha sido encontrada en América del Sur, se registra en la Bolivia y Amazonía Peruana (Álvarez & Ríos, 2007).

3.2.2. Composición de la semilla de sachá inchi.

Los reportes de análisis realizados en la Universidad de Cornell (USA) indican que la almendra de las semillas contiene 54,8 % de aceite y 28,52 % de proteína, además, se señala que el aceite de sachá inchi tiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico y linolénico) (Hazen & Stoewesand, 1980; citado por Manco, 2006).

Ruiz *et al* (2013) reportó la composición proximal de *Plukenetia volubilis* con 49% de aceite y 29% de proteínas, como se muestra a continuación (la tabla 3).

Tabla 3 Composición de la semilla de Sacha Inchi

COMPONENTE	Semilla de Sacha Inchi
Grasa	49,0 ± 1,0
Proteínas	29,6 ± 0,5
Cenizas	2,7 ± 0,2
Fibra	6,6 ± 0,7
Carbohidratos	12,1 ± 1,3

Fuente: Ruiz *et al.*, (2013)

3.2.3. Composición química de sachá inchi.

El aceite de Sacha inchi es un recurso considerable de ácidos grasos poliinsaturados (omega 3) y componentes bioactivos, es quizá por esta razón que la adquisición de aceites vírgenes ricos en poliinsaturados como el aceite de Sacha inchi proporciona considerables beneficios para la salud de los seres humanos. En la tabla 4 se aprecia que el componente primordial es el ácido grasos el α -linolénico(C18:3 ω -3), y la suma del contenido de insaturados esta entre alrededor de 90 a 93%, el resto de los aceites vírgenes está por debajo de este valor. (Ramos *et al.*, 2016)

Tabla 4 Composición de ácidos grasos de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)

ACIDOS GRASOS (%)						
Palmítico C _{16:0}	Estearico C _{18:0}	Oleico C _{18:1} Omega-9	Linoleico C _{18:2} Omega-6	Linolénico C _{18:3} Omega-3	Relación ω -6/ ω -3	
4	3	9	40	44	0.91	a
4.7	3.5	10.7	33.5	44	0.76	b
4.7	1.6	8.1	27.4	58.1	0.47	c

Fuente: a) Liu et al, 2014, b) Maurer et al, 2012, c) Zuleta et al, 2012

3.3. Oliva

3.3.1. Origen.

El olivo es un árbol que se cultiva desde la antigüedad (3.000 a 4.000 años a.C.) si bien su origen es incierto, se ha cultivado en África, España, Grecia, EE.UU., Perú, etc. El 80% de la producción mundial de olivo se centra en la cuenca mediterránea, siendo España el País con mayor producción de Olivar. (Pirconell & Melero, 2013). En la tabla 5, se evidencia que el Olivo está compuesto principalmente por Grasa (20%)

Tabla 5: Composición de la semilla Olivo (*Olea Europaea*)

Componentes	Cantidad
Proteínas (%)	0.8
Grasa (%)	20
Carbohidrato (%)	1
Fibra (%)	4.4
Humedad (%)	73.8
Sodio (mg/kg)	22500
Potasio (mg/kg)	910
Calcio(mg/kg)	630

Fuente: Moreiras et al., 2013

3.3.2. Composición lipídica del aceite de oliva.

De la tabla 6, se observa que el aceite de oliva está conformado en mayor parte por ácidos grasos monoinsaturados, siendo el ácido oleico el que predomina en su composición. La ingesta de aceite de oliva contribuye beneficiosamente a una dieta saludable, reduciendo el riesgo de enfermedades coronarias, ya que los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados reducen significativamente los niveles de Lipoproteínas de baja densidad, también denominado colesterol “malo”(Carreto, et al 2002).

Tabla 6: Composición de ácidos grasos de Oliva (*Olea Europaea*)

ACIDOS GRASOS (%)					
Palmítico C _{16:0}	Esteárico C _{18:0}	Oleico C _{18:1} Omega-9	Linoleico C _{18:2} Omega-6	Linolénico C _{18:3} Omega-3	Relación ω -6/ ω -3
15.7	1.7	66.6	12.2	0.9	13.56 ^a
12.7	3.1	72.5	8.9	0.8	11.13 ^b
12	2	75	8.8	1	8.8 ^c

Fuente: a) Berenguer et al, 2006, b) Sánchez et al, 2003, c) Flores, 1998

3.4. Mezcla de aceite comestible

En los últimos años ha aumentado la producción de prensados en frío de semillas y frutos, estos aceites se caracterizan por el contenido de antioxidantes fenólicos (tocoferoles y compuestos fenólicos) y ácidos grasos insaturados. (Prescha, et. Al, 2014)

"Sólo se considera como mezcla de aceite aquellos cuyos componentes se encuentren presentes en una proporción mayor al 5%, además debe de indicar el nombre de aceites que lo conforman y sus respectivos porcentajes" (Guiotto, 2014)

La mezcla de dos o más aceites es el proceso más económico para modificar la grasa que no sólo produce cambios en el perfil de ácidos grasos, sino también que aumenta su nivel nutricional

y aumenta el nivel de antioxidantes (Marmesat et al., 2012; Aladedunye y Przybylski, 2013) que ayuda a superar el problema estabilidad oxidativa en los aceites. (Abdulkarim et al 2010 & Naghshineh et al., 2009)

Según lo citado por Hashempour(2016) en su publicación *Mejora de la estabilidad oxidativa de algunos aceites vegetales mediante la mezcla con aceite de Moringa oleífera*, existen diversas investigaciones (tabla 7) que han demostrado que la mezcla adecuada de aceites con alto contenido de oleico y alto contenido de linoleico puede dar como resultado mezclas de aceites con características de estabilidad mejoradas, tal es el caso de la investigación realizada por Mariod, Matthaus, Eichner y Hussain (2005) en la mejora oxidativa del aceite de girasol, o en los estudios realizados por De Marco et al., (2007) en la mezcla de aceite de girasol con aceite de canola.

Tabla 7: Parámetros nutricionales de los aceites mezclados y sus efectos sobre la salud.

MEZCLA DE ACEITE	PUF A/ SFA	N6/ N3	EFFECTOS EN SU COMPOSICIÓN	EFFECTO EN LA SALUD	REFERENCIA
Aceite de Nuez de tigre+ Aceite de coco	0.28	13.54	Ácidos grasos insaturados	Reduciendo la proporción de SFA / UFA, mejora en los niveles de HDL, controlando los niveles de colesterol total y LDL	El-Anany & Ali, 2012
Aceite de canola + aceite de palma	1.93	2.92	Composición de ácidos grasos, aumento de ácidos grasos n3	Aumento de los ácidos grasos n-3 en suero, mejora de la estabilidad oxidativa y parámetros bioquímicos en cabras.	Adeyemi et al., 2016
Aceite de girasol + aceite de berro	4.15	2.3	La disminución de la relación n6 / n3	Disminuye el colesterol total, triglicéridos y modula el perfil lipídico.	Umeha & Naidu, 2015
Aceite de sésamo + aceite de salvado de arroz	1.67	88.9	Contenido de antioxidantes naturales, composición de ácidos grasos.	Utilizando como aceite de cocina, efecto antihipertensivo, acción hipolipemiente.	Devarajan et al., 2016
Aceite de cacahuete + aceite de linaza	4.5	1	Igual proporción de ácidos grasos esenciales.	Aumento del ácido eicosapentaenoico y ácido docosahexaenoico En suero y lípidos hepáticos.	Sharma & Lokesh, 2013
Aceite de sésamo + aceite de berro	2.91	2.4	Reducción de n6 / n3	Disminuye el colesterol total, triglicéridos y modula el perfil lipídico.	Umeha & Naidu, 2015
Aceite de salvado de arroz + aceite de berro	1.78	91.8	Composición moderadora de los ácidos grasos.	Uso como aceite de cocina disminuye los niveles de LDL-C. Efecto positivo sobre los marcadores inflamatorios, mejorando la salud general	Upadya, Devaraju, & Joshi, 2015
Aceite de oliva + aceite de soja	1.08	12.24	Proporcionar mayores cantidades de MUFA	La reducción de colesterol en suero y tienen efecto hipolipidémico en hámster, modulando el metabolismo de los lípidos, Controlar los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares	Jan, Huang, Chang, & Liu, 2016

Fuente: Hashempour-Baltork et al (2016)

3.5. Lípidos

Tradicionalmente se define a los lípidos como moléculas orgánicas que se caracteriza por ser insoluble en agua pero que se disuelven en solventes apolares (éter, cloroformo, acetona), sin embargo Fahy *et al.*, (2005) propuso una definición exhaustiva y lo define como "pequeñas moléculas hidrófobas o anfipáticas (o anfifílicas) que pueden originarse completamente o en parte a través de condensaciones de tioésteres o unidades de isopropeno". Según la FAO (2008) los ácidos grasos, triacilgliceroles, fosfolípidos, esteroides, entre otros compuestos orgánicos forman parte de las grasas, aceites y lípidos.

Las funciones biológicas son variadas, en muchos organismos, las grasas y los aceites son las formas principales de almacenamiento energético mientras que los fosfolípidos y los esteroides constituyen los principales elementos estructurales de las membranas biológicas. (Nelson & Cox, 2009)

3.6. Oxidación de los lípidos

Una de las causas que afecta al alimento es la oxidación lipídica o llamado también "autooxidación" tiene lugar en la elaboración o almacenamiento, causando pérdida en la calidad nutricional del alimento dando lugar a la rancidez, además de causar pérdida de vitaminas liposolubles y cambios en la composición de ácidos grasos esenciales; produce cambios en el color y textura del producto. (Holgado, 2011)

La oxidación de lípidos se da por ciertos factores que influyen en el proceso como por ejemplo cantidades mínimas de oxígeno, calor, luz, ácidos grasos insaturados que generan una serie de reacciones en cadena de radicales libres. Los lípidos oxidados han causado un gran interés a causa de su relación con enfermedades cardiovasculares y crónicas.

3.7. Cinética y productos de la oxidación lipídica

La peroxidación lipídica es la reacción de lípidos con el oxígeno y es un proceso auto catalítico de reacciones en cadena (Schneider, 2009) según se puede apreciar en el gráfico (2), durante la fase de retardo la aparición de los primeros productos de descomposición es lento y constante hasta que llega a la fase exponencial y la formación de los productos de oxidación se acelera. Sin embargo, cuando el alimento contiene concentraciones elevadas de sustancias que influyen en la oxidación, el proceso degradativo se acelera de tal manera que no existe tiempo de inducción (ver figura 1).

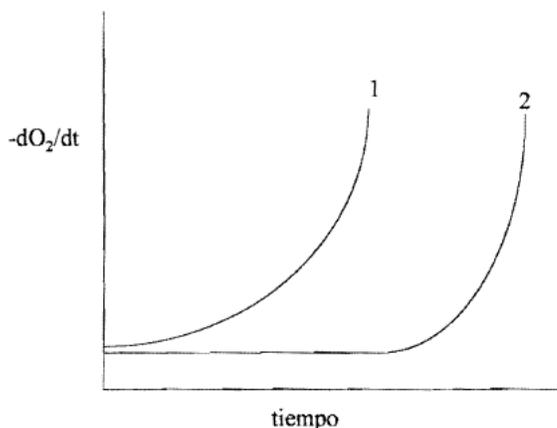


Figura 1: Autooxidación lipídica

La autooxidación de los lípidos ocurre fundamentalmente debido a los ácidos grasos insaturados a través de una serie de reacciones en cadena de radicales libres, la cantidad de hidroperóxidos formados, velocidad de oxidación y el tiempo de inducción va a depender de la capacidad que tienen los ácidos grasos insaturados en la formación de radicales libres que da lugar a 3 fases: iniciación, propagación y terminación. (Norveel, 2012).

3.7.1.1. Fase de iniciación.

En esta etapa la formación del radical alquílico R° se da por una molécula insaturada RH, usualmente por exposición a la luz, energía calorífica o trazas de metales. (Holgado, 2011)

3.7.1.2. Fase de propagación.

En esta etapa el radical lipídico reacciona de manera rápida con oxígeno formando un radical peroxilo, ROO° este en reacción con una molécula insaturada y sustrae H dando lugar a la formación de un hidroperóxido ROOH y un nuevo radical alquílico que repite la secuencia de propagación, este ciclo es interrumpido por la reacción de terminación. (Holgado, 2011)

3.7.1.3. Fase de terminación.

Esta fase consiste en la eliminación de radicales peroxilo e hidrógeno para la formación de productos no radicalarios estables. (Holgado, 2011)

3.8. 2.7. Método de rancimat

La estabilidad del aceite frente a la reacción de autooxidación es un aspecto que se debe tomar en cuenta para evitar deteriorar la calidad del producto. Si bien el uso de antioxidantes naturales y nitrógeno contribuye a mejorar la estabilidad oxidativa; no obstante, cabe la posibilidad de que contengan sustancias con efectos prooxidantes, por este motivo se hace necesario la investigación de procesos que aceleren la estabilidad de oxidación de aceites virgenes y refinados, y que tengan capacidad de inactivar los radicales libres que son responsables de la fase de iniciación de las reacciones de oxidación (Navas, 2010) (Farhoosh et al., 2007).

La estabilidad oxidativa es la resistencia a la oxidación de las grasas y aceites, en la figura 2 se observa el principio del método rancimat el cual se basa en acelerar el proceso de oxidación de las moléculas de ácidos grasos por exposición de la muestra al calor y mayor flujo de aire, formándose en la oxidación inicial peróxidos que después de un tiempo se descomponen completamente (oxidación secundaria) dando como resultado ácido acético y fórmico que, debido a su bajo peso molecular el flujo de aire los transporta hacia una celda que contiene agua destilada en donde se mide la conductividad, el aumento de conductividad indica presencia de compuestos volátiles e indica el momento final de la prueba, el tiempo de estabilidad oxidativa o de inducción se le denomina al tiempo transcurrido hasta la oxidación y se define en horas (Navas, 2010) (Methrom,2012).

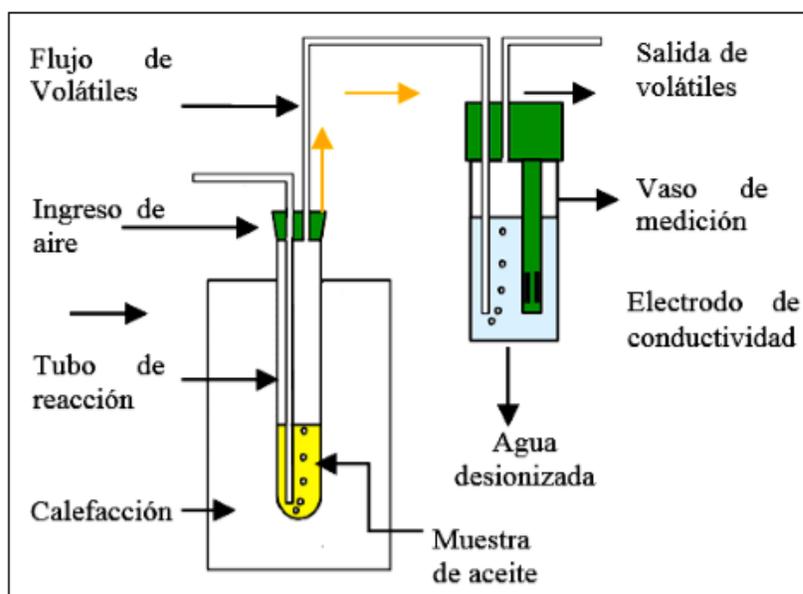


Figura 2: Principio del Método Rancimat

IV. Materiales y métodos

4.1. Lugar de análisis

Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote -Ancash

4.2. Materiales

4.2.1. Materia prima.

- ✓ Semillas de tarwi (*Lupinus mutabilis*), Procedencia: Pallasca, Ancash
- ✓ Semilla de sachu inchi (*Plukenetia volubilis*), Procedencia: El porvenir, Tarapoto
- ✓ Aceite de oliva (*Olea europaea*), Procedencia: Valle de bella unión, Arequipa.

4.2.2. Reactivos.

- ✓ Ácido acético glacial, P-anisidina e Isooctano 99.8%, Trifluoruro de Boro, Metanol, Alcohol rectificado neutralizado, Fenolftaleína al 1% en alcohol de 95%, Hidróxido de sodio 0.1 N factorizado, Agua desmineralizada, Ioduro de K libre de iodo y yodatos, Almidón, Tiosulfato de sodio 0.1N, Iodato de potasio (KIO₃), Cloruro de Sodio (Cristal), Hidróxido de Sodio(pellets).

4.2.3. Materiales.

- ✓ Varilla de agitación
- ✓ Frasco Erlenmeyer de 250 ml con cuello y tapa de vidrio esmerilado.
- ✓ Bureta de 10 ml y 25 ml.
- ✓ Pipetas de 0.5 ml, 1 ml, 10 ml y 100 ml.
- ✓ Frascos volumétricos de 1000 ml, 500 ml y 250 ml.
- ✓ Tubos de ensayo de 10ml con tapones

- ✓ Tubos cónicos de 15 ml
- ✓ Matraz volumétrico 250ml
- ✓ Vaso de precipitado
- ✓ Desecador con silica gel activa.
- ✓ Placa Petri (10cm, 6cm de diámetro).
- ✓ Cubetas de cuarzo
- ✓ Pera de succión
- ✓ Pipetas pasteur
- ✓ Papel tissue

4.2.4. Equipos.

- ✓ RANCIMAT

Marca: Metrohm, Modelo: Rancimat 743 , Procedencia: SUIZA

- ✓ CENTRIFUGA DIGITAL REFRIGERADA

Marca: SARTORIUS, Modelo:SIGMA2-16PK, Procedencia: ALEMANIA

- ✓ CABINA EXTRACTORA DE GASES

Marca: CHC LAB, Modelo: CLE 101-05, Procedencia: KOREA

- ✓ BALANZA ANALÍTICA

Marca: PRECISA, Modelo:LX 220 A, Serie: 321LX, Procedencia: SUIZA

- ✓ ESPECTROFOTÓMETRO

Marca: UNICO, Modelo 2800, Rango: 200 – 1000 nm, Procedencia: USA

- ✓ PRENSA DE EXTRACCION DE ACEITE Y EXPELLER

Marca:Torrh, Modelo: SLFT-80XL

✓ CROMATÓGRAFO DE GASES

Marca:Shimadzu, Modelo:GC-2010

✓ ESTUFA

Marca:POL-EKO APARATURA, Modelo:SW-17TC, Serie:SW-1990,

Procedencia: EE.UU

✓ DESTILADOR DE AGUA

Marca:BARMSTEAD, Modelo:D119111, Procedencia:USA

✓ SECADOR DE BANDEJA:

Marca: TORRH, Modelo: SBT-10X10

4.3. Metodología de análisis

4.3.1. Determinación de acidez libre ffa.

ISO 660:2009 Grasas y aceites animales y vegetales – Determinación del valor ácido y acidez

4.3.2. Determinación del valor peroxido-determinacion del punto iodometrico (visual).

Determinar por el método de ensayo ISO 3960 2007. Aceites y grasas de origen animal y vegetal.

4.3.3. Índice de estabilidad oxidativa – método rancimat .

Método de ensayo AOCS Cd 12b-92, 2013

4.3.4. Determinación de valor p-anisidina.

Official Method Cd18-90:2017 Valor p-Anisidina

4.3.5. Determinación de humedad.

ISO 662: 2016 Grasas y aceites animales y vegetales: la determinación de la humedad y el contenido de materia volátil

4.3.6. Determinación de ácidos grasos.

Official Method Ce1b-89:2017 Composición de ácidos grasos de aceite marino por GLC.

4.4. Procedimiento experimental

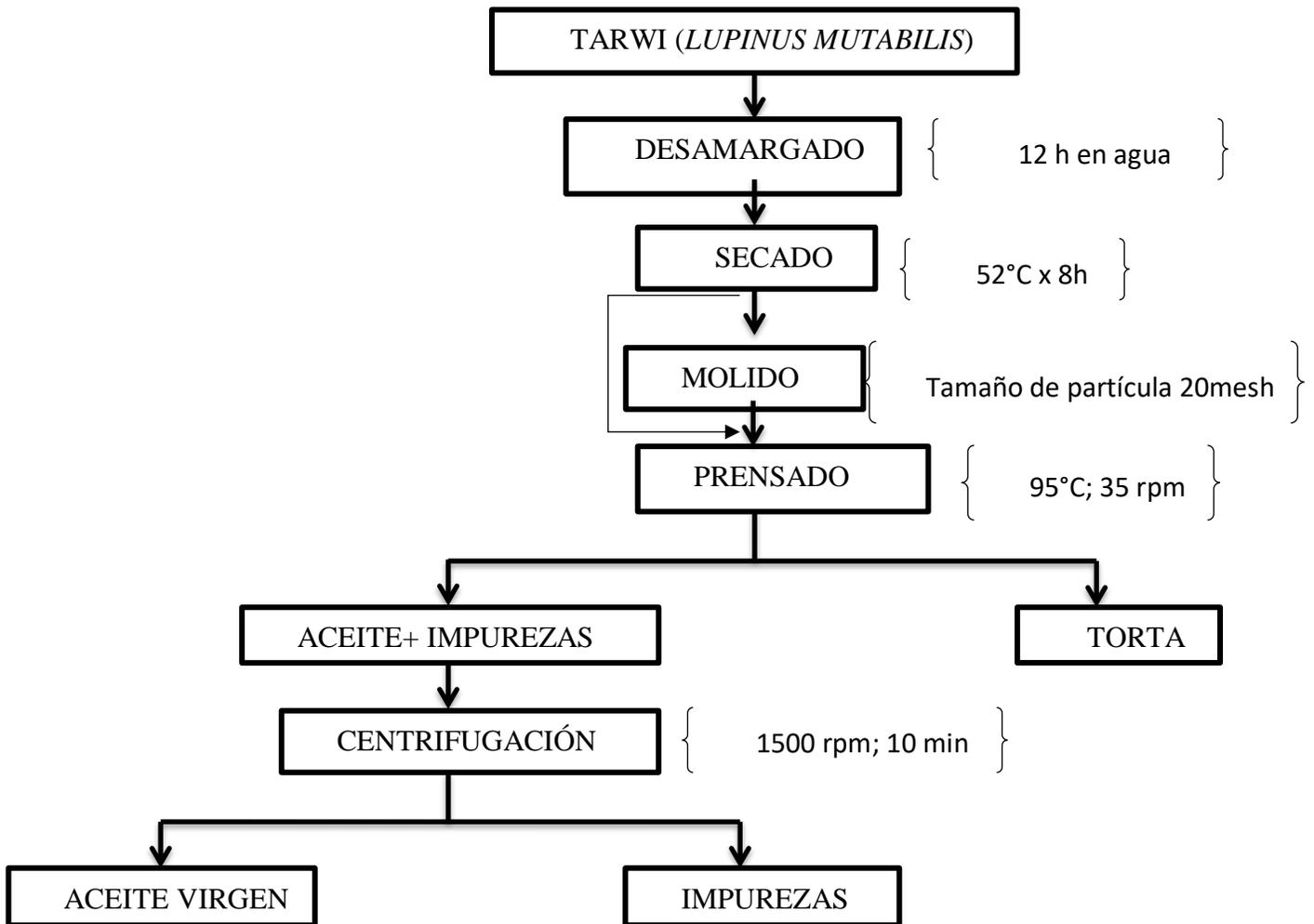


Figura 3 Extracción de Aceite de *Lupinus mutabilis*

4.5. Diseño experimental

Los resultados que serán obtenidos de las muestras de aceite oxidado se someterán a un diseño completamente al azar cuyo modelo estadístico es el siguiente:

Modelo estadístico lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ij} = Índice de Estabilidad Oxidativa (OSI) en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

τ_i = Mezcla $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$

τ_1 = Mezcla 1 (100% AT)

τ_2 = Mezcla 2 (70% AT, 30% ASI)

τ_3 = Mezcla 3 (70% AT, 30% AO)

τ_4 = Mezcla 4 (70% AT, 15% ASI)

τ_5 = Mezcla 5 (85% AT, 15% AO)

τ_6 = Mezcla 6 (70% AT, 15% ASI, 15% AO)

τ_7 = Mezcla 7 (80% AT, 10% ASI, 10% AO)

τ_8 = Mezcla 8 (90% AT, 5% ASI, 5% AO)

τ_9 = Mezcla 9 (75% AT, 20% ASI, 5% AO)

τ_{10} = Mezcla 10 (75% AT, 5% ASI, 20% AO)

ϵ_{ij} = Error experimental

Tabla 8 Análisis de varianza para el Índice de Estabilidad Oxidativa.

FUENTE DE VARIANZA	GL	SC	CM	F Calculado	Significancia
TRATAMIENTOS	t-1	$\sum_{i=1}^t n_i (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2$	CMTR=SCTR/(t-1)	FC=CMTRA/CMER	
ERROR	$\sum_{i=1}^t n_i - t$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$	CMER=SCER/ $\sum_{i=1}^t n_i - t$		
TOTAL	$\sum_{i=1}^t n_i - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y})^2$			

Dónde:

t = número de mezclas

n = número de repeticiones

Y_i = total del i-esimo tratamiento

SCTR= suma de cuadrados de los tratamientos

SCER = suma de cuadrados del error

CMTRA = cuadrados medios de los tratamientos

CMER = cuadrados medios del error

V. Resultados y discusión

5.1. Rendimiento del aceite de tarwi

Inicialmente el rendimiento de la extracción de AT fue 17.93% , sin embargo se realizó una segunda extracción, en donde después del proceso de secado se procedió a triturar el tarwi, a un tamaño de partícula de 20mesh, para facilitar la extracción del aceite, obteniendo un 23.46 % de rendimiento, dato cercano a lo reportado por Villacrés, *et al.*, (2010) para tarwi desamargado (25,65%) El rendimiento del aceite de las semillas de tarwi son ligeramente más bajas que las de los frutos secos molidos (37.8%) (Nkafamiya, *et al.*2010), semilla de girasol (48.0%) y semillas de colza (36.0%) pero fue más alto que el de los granos de soja (13%) (Chinque,F, 2011) Para Ayerza(2010), estas diferencias en el rendimiento se le puede atribuir principalmente la naturaleza de las semillas, que es afectada por factores genéticos y ambientales. Sin embargo, en nuestra investigación se puede comprobar lo citado por Martínez et al.,(2012) quien afirma que la variabilidad del rendimiento en la extracción del aceite va a depender de la eficiencia del proceso, temperatura, tiempo de extracción, tamaño de las semillas molidas, contenido de humedad y demás parámetros utilizados en la extracción.

Tabla 9 Determinación de densidad, refracción, acidez, anisidina, peróxido, humedad y totox:

MUESTRA	DENSIDAD RELATIVA	INDICE REFRACCIÓN	ÍNDICE ACIDEZ	ÍNDICE ANISIDINA	ÍNDICE PERÓXIDO	HUMEDAD (g/100g)	VALOR TOTOX
T01	0.876 ± 0.001	1.474 ± 0.002	1.281 ± 0.053	3.775±0.040	0.573± 0.041	0.290 ± 0.001	4.929±0.103
T02	0.892 ± 0.001	1.475 ± 0.001	1.589 ± 0.004	3.327±0.044	0.638±0.092	0.263 ± 0.002	4.609±0.204
T03	0.888 ± 0.001	1.472 ± 0.001	1.653 ± 0.054	3.979±0.052	1.154±0.085	0.233 ± 0.001	6.295±0.196
T04	0.884 ± 0.001	1.475 ± 0.001	1.814 ± 0.054	3.372±0.029	0.603±0.052	0.274 ± 0.004	4.586±0.119
T05	0.882 ± 0.001	1.473 ± 0.001	1.872 ± 0.001	3.907±0.067	0.846±0.34	0.270 ± 0.001	5.605±0.105
T06	0.89 ± 0.001	1.474 ± 0.001	1.502 ± 0.001	3.265±0.049	0.889±0.091	0.250± 0.006	5.055±0.208
T07	0.885 ± 0.001	1.474 ± 0.001	1.783 ± 0.003	3.484±0.043	0.768±0.032	0.273 ± 0.002	5.029±0.085
T08	0.881 ± 0.001	1.474 ± 0.001	1.972 ± 0.001	3.459±0.060	0.711±0.044	0.280± 0.003	4.892±0.119
T09	0.888 ± 0.001	1.475 ± 0.001	1.710 ± 0.054	3.376±0.052	0.674±0.071	0.259 ± 0.005	4.735±0.168
T10	0.886 ± 0.001	1.473 ± 0.001	1.592 ± 0.0001	4.659±0.071	0.827±0.022	0.270 ± 0.002	6.327±0.082
100%ASI	0.929 ± 0.002	1.478 ± 0.001	0.723 ± 0.108	2.067±0.052	0.791±0.063	0.071 ± 0.005	3.659±0.152
100%AO	0.915 ± 0.001	1.468 ± 0.001	1.881 ± 0.003	4.770±0.083	1.468±0.050	0.170 ± 0.001	7.723±0.142

5.2. Densidad relativa de los aceites

De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla 9: La densidad relativa en el aceite de Sacha Inchi $\langle 0.929 \pm 0.002 \rangle$ se encuentra dentro de lo establecido $\langle 0,926 - 0,931 \rangle$. según la Norma Técnica Peruana (NTP) 151.400 (2009). En cuanto al Aceite de Olivo, presenta una D.R de $\langle 0.915 \pm .0001 \rangle$ el cual cumple con lo normado por el CODEX Stan 33-1981. $\langle 0,910-0,916 \rangle$. Sin embargo a la densidad relativa del Aceite de Tarwi $\langle 0.876 \pm 0.001 \rangle$ es menor al ASI y al AO, incluso, comparando con la Norma CODEX STAN 33-1981, el AT presenta menor D.R que el aceite de Almendra de palma $\langle 0,891- 0,899 \rangle$ quien presenta uno de los valores más bajos en dicha Norma.

La densidad es uno de los análisis básicos que se usa como prueba de pureza y medida de calidad, para Paucar, *et al.* (2015) a medida que un aceite es menos denso es mejor, pues es más digerible.

5.3. Índice de refracción en aceites

El índice de refracción es un indicador de pureza del aceite, característico dentro de ciertos límites para cada aceite; el I.R se encuentra relacionado con el grado de saturación, con la razón cis/trans de los dobles enlaces y puede estar influenciado por el daño que sufre el aceite tras la oxidación.

En la tabla 9. Se observa que, el Índice de refracción del AT obtuvo un valor de $\langle 1.474 \pm 0.002 \rangle$, dicho resultado se asemeja a las especificaciones dadas en las **Normas Técnica Ecuatoriana NTE 33. Aceite de soya, (2012)** que establece valores de $\langle 1,472-1,476 \rangle$, este dato también se ajusta a un estudio realizado por Suca, G y Suca, C (2015) quien obtuvo un I.R de 1,472 a partir del grano desamargado de Tarwi. En cuanto al ASI, la NTP 151.400

(2009) establece un IR entre $\langle 1,475 - 1,481 \rangle$ el cual incluye a 1.478 ± 0.001 . Para el AO obtuvimos un IR de 1.468 ± 0.001 , el CODEX Stan 33-1981 establece un IR de $\langle 1,468 - 1,471 \rangle$ por lo que el resultado de nuestro estudio está dentro de lo normado.

5.4. Índice de acidez, índice de peróxido , índice de anisidina y valor tototox.

Uno de los parámetros para definir la calidad del aceite es el índice de acidez, En general los factores que influyen en el incremento de acidez es la humedad, temperatura, microorganismos y enzimas lipasas que provoca enranciamiento por hidrólisis de los triacilglicéridos descomponiéndose en glicerina y ácidos grasos, este método nos permite cuantificar los ácidos grasos libres del aceite y nos da idea sobre el cultivo, recolección, almacenaje y transporte de la materia prima. García, E. (2014). (Navarrete, 2010)

El IA en el AT $\langle 1.281 \pm 0.053 \rangle$ concuerda con el Codex Alimentario para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales (1999), que señala las características de calidad para grasas y aceites prensados en frío debe tener la dosis máxima de 4,0mg de KOH/g de aceite. Así mismo para el IP, CODEX STAN 19-1981 establece hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite, sin embargo el dato obtenido es de 0.573 ± 0.041 .

En las muestras de AO virgen el CODEX STAN 33 (1981) establece un valor de acidez y peróxido de 2% y ≤ 20 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite respectivamente, obteniendo un valor por debajo de lo normado $\langle 1.881 \pm 0.003 \rangle$ y $\langle 1.468 \pm 0.050 \rangle$

Para el ASI virgen, la NTP 151.400 – 2009 señala un máximo de acidez y peróxido para aceite virgen de 2% y 10 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite, siendo nuestros resultados, $\langle 0.723 \pm 0.108 \rangle$ y $\langle 0.791 \pm 0.063 \rangle$ inferior a lo establecido.

Los bajos valores de acidez e índice de peróxido indicaron que los aceites poseían cantidades más bajas de ácidos grasos libres y oxidación subproductos que incluyen hidroperóxidos y aldehídos. De hecho, cualquier aceite con un índice de peróxido > 15 meq de O₂ / kg de aceite se considera no apto para el consumo humano (Alimentarius, 1999).

Al obtener un bajo contenido de ácidos grasos libre, peróxido, anisidina, etc. Aseguramos un aceite de buena calidad y apto para el consumo humano. Para Rodríguez (1991), la obtención de la calidad es un proceso en cadena, que comienza en el árbol y termina en el envasado. La rotura de un solo eslabón de esta cadena conlleva una pérdida irreversible en la calidad del aceite

El valor de anisidina obtenido en el aceite crudo de tarwi es de $<3.775 \pm 0.040>$ un valor que concuerda con otros aceites crudos, como es el caso del aceite crudo de palma con un valor de anisidina de 2.900 ± 1.960 , con una desviación alta debido a su variedad o forma de extracción. (Siew et. al., 1989). Grompone (1991) afirma que el método mide compuestos aldehídos que se forman durante la fase secundaria del enranciamiento oxidativo debido a la reacción de p-anisidina con estos aldehídos para formar un compuesto amarillento cuya concentración es medida espectrofotométricamente a 350 nm.

Estos valores de anisidina tienen una relación directamente proporcional con los de índice de acidez (tabla 8); debido a que primero debe darse un enranciamiento hidrolítico de los triglicéridos para luego dar lugar al enranciamiento oxidativo (Grompone, 1991). Algunos autores sostienen que una ventaja de la medición de los productos secundarios de oxidación es la buena correlación con el análisis sensorial, ya que los compuestos medidos son la causa directa de los aromas extraños. Se ha encontrado una correlación entre los valores de anisidina e índice de peróxido (Shahidi, 2005), después de la fase inicial de oxidación los hidroperóxidos continúan teniendo reacciones de oxidación, teniendo como resultado de la

oxidación secundaria la descomposición de ácidos grasos a los aldehídos, el valor de Anisidina mide precisamente los niveles de aldehídos que determina el material peroxidado. Este método nos permite saber mapear la degradación pasada y futura del aceite . (Navas, 2010) .

Si bien el índice de peróxido permite medir la oxidación de grasas y aceites, su uso permite apreciar sólo los compuestos peroxidados que resultan en la primera fase de la oxidación, posterior a esta fase los hidroperóxidos siguen teniendo reacciones de descomposición y el índice de peróxido no permite saber el historial oxidativo ya que puede ser encubierto por algún proceso. (Gordon, 2001)

El valor TOTOX indica el deterioro de los aceites relacionando el Índice de Peróxido y el valor p-AnV para hallar el grado total de oxidación del aceite debido a la oxidación tanto primaria y secundaria (Shahidi y Wanasundara, 2002).

5.5. Humedad en los aceites

Los aceites al igual que cualquier fluido posee la capacidad de retener agua e impurezas. Cuando el fluido alcance su punto de saturación, es decir cuando capte el mayor contenido de agua en solución, el excedente de agua que llegue a introducirse procederá a separarse, formando una capa distinta como agua libre, puesto que los aceite, en su mayoría, tienen densidad más baja que el agua, finalmente la fase superior será la de aceite y la humedad e impurezas se sedimentarán. (Bolaños et al., 2003)

Las muestras de aceite de tarwi tenían un contenido de humedad de 0.290 g / 100 g aceite, que se encuentra dentro del rango de contenido de humedad de 0.05-0.3 g / 100 g aceite, reportado en la mayoría de los aceites vegetales (Choo, Birch, y Dufour, 2007).

Respecto a la humedad del AO virgen, el CODEX STAN 33-1981 establece un valor de 0.2%, obteniendo un valor $< 0.170 \pm 0.001 >$ por debajo de lo normado. Sin embargo, la humedad del ASI $< 0.071 \pm 0.005 >$ no sobrepasa lo establecido por la NTP 151.400 – 2009 $< 0.14\% >$, además este dato se ajusta a lo obtenido por Pérez (2008), quien obtuvo una humedad del 0,06%

El contenido de humedad es un factor importante que determina la calidad de aceite. El alto contenido de humedad aumenta la propensión de la hidrolítica descomposición del aceite, lo que conduce a un mayor contenido de ácidos grasos libres contenido y sabor rancio.

5.6. Composición de ácidos grasos por cromatografía de gases

“Los aceites están conformados principalmente por ácidos grasos el cual varía de manera significativa durante el proceso de oxidación, la cromatografía es un método que separa, identifica y cuantifica los componentes de una mezcla compleja , la muestra es transportada por una columna en donde se realiza la separación de componentes el cual dependerá de la volatilidad de la muestra. La cuantificación sirve para identificar los ácidos grasos que están implicados en el proceso oxidativo” (Shahidi, 2005) (Codony et al., 2010), citado por Chan (2015, 34p.) (Navarrete ,2010)

En la tabla 10, se evidencia que, el aceite de Tarwi está compuesto en mayor proporción por ácidos grasos insaturados siendo el ácido oleico (47.72%) el que predomina, seguido del linoléico (%).La concentración de ácido linolénico en la semilla del *Lupinus mutabilis* al

igual que en el de Oliva es baja, Según Hefle et al.(1994) esta característica favorece la conservación del aceite ya que este se oxida rápidamente y podría originar cambios indeseables en el sabor del aceite. El bajo contenido de ácido linolénico en *Lupinus mutabilis* y en *Oliva Europae* permite una mejor estabilidad del aceite. En general, en los índices de evaluación indican un aceite de buena calidad cuanto más insaturado es el ácido graso (mayor número de dobles enlaces en su cadena) mayor es la susceptibilidad a la rancidez oxidativa.

Tabla 10: Composición de ácidos grasos de aceites vegetales determinados mediante cromatógrafo de gases

ÁCIDOS GRASOS	AT (T01)	ASI	AO
(C14:00) Mirístico	0.76 ± 0.01	0	0.03± 0.01
(C16:0) Palmítico	10.20± 0.00	4.67± 0.01	16.86± 0.04
(C17:0) Margárico	0.04± 0.02	0.04± 0.00	0.07± 0.02
(C18:0) Esteárico	5.81± 0.08	3.12± 0.03	3.20± 0.07
(C20:0) Araquídico	0.10± 0.00	0.22± 0.01	0.20± 0.07
(C22:0) Behénico	0.73± 0.05	0	0.20± 0.02
(C24:0) Lignocérico	0.20± 0.09	0	0
(C16:1) Palmitoleico	0.11± 0.01	0.05± 0.00	1.58± 0.02
(C18:1W9) Oleico	47.72± 0.01	9.71± 0.07	43.00± 0.00
(C18:1W7) Vaccenico	0.05± 0.00	0.07 ± 0.00	0.10± 0.04
(C16:2W4) Hexadecadienoico	0.53± 0.1	0.08± 0.02	0.06± 0.01
(C18:2W6) Linoleico	30.05± 0.1	32.01± 0.07	29.18± 0.00
(C20:2W6) Eicosadienoico	0.06± 0.01	0	0
(C18:3W4) Linolenico	0.05± 0.01	48.96± 0.04	0.12± 0.01
(C18:3W6) γ linolénico	3.27± 0.03	0.22± 0.03	2.24± 0.11
(C18:4W3) Estearidonico	0.63± 0.01	0.13± 0.01	0.48± 0.09
(C16:3) Hexadecatrienoico	0.76± 0.02	0.61± 0.04	2.58± 0.01
Omega 3	4.71±0.07	49.31±0.12	5.42±0.22
Omega 6	30.1±0.11	32.01±0.07	29.18±0.00
Omega6/Omega3	6.39±0.18	0.65±0.19	5.38±0.22
Ácido graso Saturado	17.85±0.25	8.05±0.05	20.56±0.23
Ácido graso monoinsaturado	48.40±0.12	9.91±0.09	44.74±0.07
Ácido graso poliinsaturado	34.81±0.18	81.93±0.19	34.6±0.22
PUFA/SFA	4.66	11.41	3.86

Algunos autores afirman que el ácido oleico en el aceite de oliva se encuentran entre 50-80% (Codex Stan33,1981) e incluso puede llegar alcanzar 83% de la composición de los ácidos grasos (Jude, 2004, Pardo et al., 2007) sin embargo en nuestra investigación (tabla 8) el Acido Oleico (43.003%) es menor. Las variaciones en la composición de los ácidos grasos se atribuyen principalmente a la variable genética, a la zona de producción del aceite de oliva, donde los factores principales que afectan la composición son la latitud, las condiciones climáticas y el grado de madurez de la aceituna (Boskou et al, 2006).

La diferencia del aceite de oliva frente a los demás aceites vegetales se debe al alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados, que ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares y reducen el colesterol LDL (Lozano et al, 2012).

Tabla 11: Composición de ácidos grasos de Aceites Vegetales determinados mediante Cromatógrafo de gases

Ácidos Grasos	MEZCLA				
	M02	M03	M04	M05	M06
(C14:00) Mirístico	0.06±0.02	0.06±0.00	0.07±0.01	0.07±0.00	0.06±0.00
(C16:0) Palmítico	8.52±0.09	12.24±0.05	9.37±0.07	11.20±0.08	10.25±0.00
(C17:0) Margárico	0.04±0.00	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.00
(C18:0) Estearico	5.00±0.11	5.02±0.02	5.41±0.00	5.42±0.03	5.00±0.01
(C20:0) Araquídico	0.14±0.00	0.13±0.00	0.12±0.03	0.12±0.01	0.13±0.01
(C22:0) Behénico	0.52±0.04	0.57±0.00	0.63±0.00	0.66±0.00	0.54±0.02
(C24:0) Lignocérico	0.14±0.02	0.16±0.01	0.16±0.02	0.17±0.00	0.15±0.03
(C16:1) Palmitoleico	0.09±0.07	0.56±0.1	0.10±0.01	0.33±0.01	0.35±0.00
(C18:1W9) Oleico	36.20±0.08	46.28±0.04	41.91±0.02	47.02±0.09	41.11±0.01
(C18:1W7) Vaccenico	0.05±0.01	0.06±0.00	0.05±0.01	0.06±0.00	0.06±0.00
(C16:2W4) Hexadecadienoico	0.07±0.00	0.06±0.00	0.06±0.00	0.53±0.03	0.53±0.01
(C18:2W6) Linoleico	30.68±0.05	29.79±0.02	30.38±0.05	29.92±0.06	30.14±0.03
(C18:3W4) Linolenico	0.11±0.00	0.08±0.01	0.08±0.01	0.07±0.00	0.09±0.00
(C18:3W6) γ linolénico	17.10±0.06	2.96±0.03	10.24±0.07	3.11±0.02	10.00±0.05
(C18:4W3) Estearidonico	0.48±0.12	0.48±0.00	0.55±0.00	0.61±0.04	0.53±0.01
(C16:3) Hexadecatrienoico	0.72±0.03	1.31±0.03	0.7425±0.01	1.04±0.01	1.01±0.01
Omega 3	18.41±0.21	4.83±0.07	11.6125±0.9	4.83±0.07	11.63±0.07
Omega 6	30.68±0.05	29.79±0.02	30.38±0.02	29.92±0.06	30.14±0.03
Omega6/Omega3	1.67±0.26	6.17±0.72	2.62±0.11	6.19±0.13	2.59±0.1
Ácido graso Saturado	14.42±0.28	18.22±0.9	15.8±0.14	17.68±0.13	16.17±0.07
Ácido graso monoinsaturado	36.41±0.16	46.96±0.14	42.12±0.14	47.91±0.13	42.05±0.02
Ácido graso poliinsaturado	49.09±0.26	34.62±0.09	41.9925±0.11	34.75±0.07	41.77±0.1
PUFA/SFA	5.93	4.48	5.32	4.68	5.18

Los ácidos grasos poliinsaturados están conformados sólo por dos familias: omega-6 y omega-3.

Los más importantes de ambas familias son el ácido linoleico y el ácido alfa – linolénico respectivamente, dichos ácidos no son sintetizados, ni por el ser humano ni por los animales, sino por las plantas; y es necesaria su ingesta a través de la alimentación.

Actualmente la modificación de los hábitos alimenticios ha llevado un cambio en la relación de consumo de ácidos grasos, consumiendo en mayor cantidad omega 6 y reducción en omega3 siendo la relación 15-20:1 (Álvarez, 2007)

Diversos autores consideran que el consumo en exceso del omega 6 puede ser responsable de enfermedades cardiovasculares, depresión, diabetes y cierto tipo de cancer, y que para reducir estas enfermedades se debe consumir menor cantidad de omega 6 que omega 3. Simopoulos (2008) afirma que, la proporción de ácidos grasos esenciales Omega6: omega 3 con la que evolucionaron los seres humanos es de 1:1 respectivamente y durante millones de años existió este equilibrio, Sin embargo, desde hace 150 años hasta la actualidad hubo un cambio en la dieta, la proporción de Omega6:Omega3 en las dietas es de 15:1-17:1, evidenciando el déficit del consumo de Omega 3. Muchas de las afecciones crónicas, enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer y obesidad aumentan por el aumento de la ingesta de ácidos grasos omega-6 y disminuyen por el aumento de la ingesta de ácidos grasos omega-3.

Tabla 12: Composición de ácidos grasos de Aceites Vegetales determinados mediante Cromatógrafo de gases

Ácidos Grasos	MEZCLA			
	M07	M08	M09	M10
(C14:0) Mirístico	0.07±0.02	0.07±0.03	0.06±0.000	0.07±.00
(C16:0) Palmítico	10.31±0.05	10.23±0.02	9.41±0.03	11.0±0.09
(C17:0) Margárico	0.04±0.01	0.04±0.00	0.04±0.00	0.04±0.00
(C18:0) Estearico	5.30±0.00	5.55±0.04	5.13±0.00	5.26±0.09
(C20:0) Araquídico	0.12±0.00	0.11±0.00	0.13±0.07	0.12±0.00
(C22:0) Behénico	0.62±0.00	0.67±0.03	0.57±0.01	0.61±0.01
(C24:0) Lignocérico	0.17±0.00	0.18±0.01	0.16±0.00	0.17±0.03
(C16:1) Palmitoleico	0.25±0.01	0.18±0.03	0.17±0.01	0.35±0.05
(C18:1W9) Oleico	43.68±0.02	45.55±0.01	39.75±0.05	44.93±0.02
(C18:1W7) Vaccenico	0.05±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00	0.05±0.01
(C16:2W4) Hexadecadienoico	0.06±0.00	0.05±0.01	0.06±0.00	0.05±0.00
(C18:2W6) Linoleico	30.17±0.06	30.11±0.1	30.43±0.06	29.98±0.02
(C20:2W6) Eicosadienoico	0	0.05±0.01	0	0.05±0.01
(C18:3W4) Linolenico	0.08±0.00	0.07±0.00	0.10±0.01	0.08±0.00
(C18:3W6) γ linolénico	7.47±0.1	5.52±0.01	12.49±0.01	5.43±0.05
(C18:4W3) Estearidonico	0.57±0.07	0.59±0.03	0.52±0.00	0.58±0.1
(C16:3) Hexadecatrienoico	0.94±0.03	0.84±0.02	0.84±0.05	1.07±0.04
Omega 3	9.06±0.2	7.02±0.06	13.95±0.07	7.16±0.1
Omega 6	30.17±0.06	30.16±0.11	30.43±0.06	30.03±0.03
Omega6/Omega3	3.33±0.26	4.30±0.17	2.18±0.13	4.19±0.13
Ácido graso Saturado	16.63±0.08	16.85±0.13	15.5±0.11	17.27±0.22
Ácido graso monoinsaturado	44.04±0.03	45.83±0.5	40.03±0.06	45.38±0.08
Ácido graso poliinsaturado	39.23±0.26	37.18±0.17	44.38±0.13	37.19±0.13
PUFA/SFA	5.00±	4.93	5.45	4.78

Según Ortiz & Moreno (2013), Los humanos requerimos consumir sólo 1% de Omega3, sin embargo, en la mayoría de las dietas, el consumo de este es deficiente. En la actualidad la relación del consumo de Omega6/Omega3 es de 10-20:1, debiendo reducir el consumo de omega6 a cuatro o cinco veces más, para mejorar de manera considerable la salud, este efecto

benéfico va a depender de la relación de consumo de Omegas6/3, una de las razones es que el consumo de omegas-6, en particular el Ácido Araquidónico contribuye a la inflamación de tejidos, a diferencia del omega-3 de cadena larga que tiene función antiinflamatoria.

Para Xu (2015), el consumo de EPA y DHA es vital para mejorar el desarrollo cerebral de los niños, mantener una buena salud mental, reduce la enfermedad cardiovascular por lo tanto también disminuye las muertes por problemas cardíacos, reduce la obesidad y patologías asociadas como la diabetes mellitus tipo 2.

La estabilidad oxidativa de los aceites de oliva virgen aumenta cuando la relación entre ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados es mayor. Al aumentar el grado de insaturación, la velocidad de oxidación aumenta progresivamente, por lo que los ácidos grasos poliinsaturados, como el linoleico (dos dobles enlaces) y el linolénico (tres dobles enlaces), son más sensibles a la auto-oxidación que los ácidos grasos monoinsaturados, como el ácido oleico, el cual presenta mayor resistencia a la oxidación (Ceci y Carelli, 2010).

En la tabla 10, se aprecia que, el aceite de Sacha Inchi, está compuesto principalmente por ácidos grasos polinsaturados, siendo el de mayor composición el Linolénico (48.96%) seguido del Linoleico (32.01%). Para Ferrer (2000), los ácidos grasos polinsaturados por ser constituyentes fundamentales de las membranas celulares, son fuertemente importantes en ciertas etapas de la vida: como en la gestación y en el primer año de nacidos, específicamente, porque ayudan o intervienen en el desarrollo cerebral y en la función visual.

5.7. Determinación del Índice de estabilidad oxidativa

El índice de estabilidad oxidativa (OSI) expresado como tiempo de inducción de las mezclas de aceite a diferentes temperaturas son mostrados en la tabla 13

MUESTRA	OSI (h)		
	130	140	150
T1	4.07 ± 0.01	2.6 ± 0.05	0.96 ± 0.02
T2	1.67 ± 0.03	0.82 ± 0.01	0.46 ± 0.02
T3	3.42 ± 0.06	1.6 ± 0.08	0.74 ± 0.05
T4	1.82 ± 0.03	0.9 ± 0.02	0.5 ± 0.04
T5	4.13 ± 0.06	1.74 ± 0.05	0.81 ± 0.04
T6	2.92 ± 0.09	1.39 ± 0.01	0.62 ± 0.02
T7	3.5 ± 0.03	1.66 ± 0.02	0.75 ± 0.08
T8	4.12 ± 0.05	1.76 ± 0.06	0.74 ± 0.07
T9	2.5 ± 0.03	1.02 ± 0.08	0.53 ± 0.14
T10	3.57 ± 0.11	1.46 ± 0.12	0.62 ± 0.05

Tabla 13: Estabilidad Oxidativa de los Tratamientos

Se observa (tabla13) que la temperatura causa un efecto importante sobre los valores de OSI de las mezclas de aceite evaluadas, por lo que mientras la temperatura aumenta en el orden 130,140 y 150°C el índice de estabilidad oxidativa tiende a disminuir. Según Navas (2010) la velocidad de las reacciones químicas tiende a duplicarse por cada 10 °C de incremento de la temperatura a la cual ellas ocurren. El nivel de ácidos grasos insaturados presentes en los aceites determina en la mayoría de los casos su estabilidad oxidativa, altos grados de insaturaciones están vinculados con un menor OSI. Sin embargo, el más bajo OSI no siempre coincide con el más alto PUFA, lo que sugiere que otros componentes, por ejemplo, el contenido de polifenoles y otros antioxidantes de origen natural en el aceite también cooperan a la estabilidad oxidativa (Lutterodt, 2011), en las mezclas estudiadas se cumple esta premisa según se aprecia en las tablas

12 y 13 , las muestras T02,T04,T06 y T09 fueron aquellas en tienen mayor porcentaje de aceite de sacha inchi, quien posee un mayor nivel de ácido Linoleico y linolénico que a su vez permite que el aceite tenga menor estabilidad oxidativa, por el contrario se aprecia que el aceite de Tarwi presenta el contenido de PUFA más bajo siendo éste quien en el cuadro de OSI presenta uno de los valores más altos a 130,140 y 150°. En la figura 6, se observa la conductividad vs el tiempo de inducción para el aceite de tarwi a diferentes temperaturas determinado por el equipo Rancimat, y que a medida que aumenta la temperatura disminuye el tiempo de inducción es decir que la velocidad de este proceso está en función de la temperatura. El OSI del aceite de Tarwi a 140°C fue de 2.6h siendo levemente mayor comprando con lo estudiado por Azorza & Pajuelo (2017) para una misma temperatura quienes obtuvieron 2.25h, dicha variación puede deberse a la composición del aceite, dado que el contenido de ácido linoleico (35.56%) y ácido linolénico (2.33%) fue mayor que en este estudio (30.05% y 0.05% respectivamente)

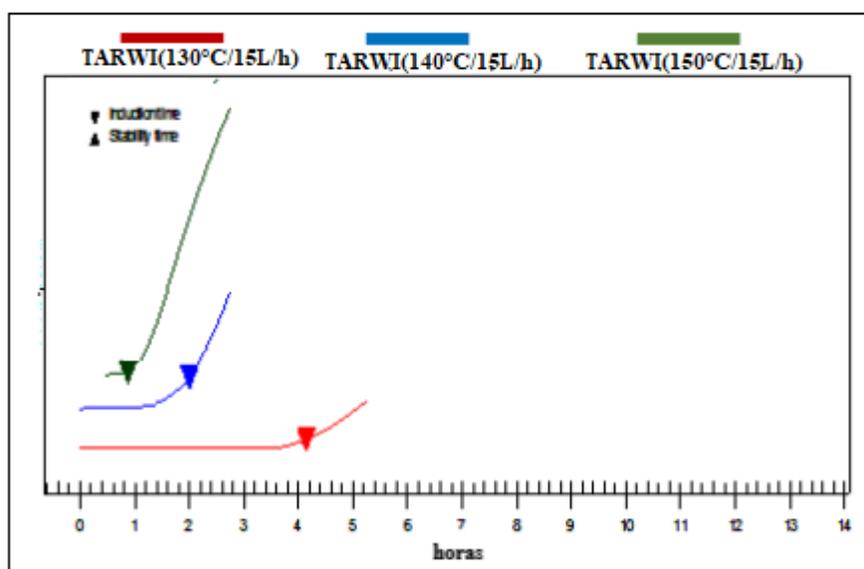


Figura 6: Tiempo de Inducción en el aceite de Tarwi

Actualmente para superar el problema de la pobre estabilidad oxidativa se buscan formas de modificar la composición de ácidos grasos y aumentan la cantidad de antioxidantes naturales y la mezcla de aceites es una alternativa, en la actualidad se han realizado diversas investigaciones sobre el tema, Abdulkarim et al & Naghshineh et al., (2010) trabajaron con la mezcla de aceite de girasol con aceite de soja , mientras que Warner & Gupta, (2005) mezclaron el aceite de palma con el de soja, sin embargo es poca la investigación de mezclas de aceite con Tarwi.

Para mejorar la estabilidad del aceite de tarwi se optó por el aceite de oliva, ya que, es un aceite que contiene cantidades importantes de antioxidantes naturales (fenoles y tocoferoles) y alto contenido en ácido Oleico, además de contribuir al gusto característico en estos aceites, a la vez frutado y amargo, los fenoles son, en gran medida, responsables de la estabilidad oxidativa del aceite (Mansouri et al., 2013). Por tanto, el contenido de fenoles y tocoferoles y, en consecuencia, la estabilidad oxidativa de las mezclas depende en gran medida de la presencia de aceite de oliva debido a su alto contenido de estos compuestos (Grati Kammoun et Laroussi, 2013). Es importante mencionar que al mezclar el aceite de tarwi con el aceite de sacha inchi(T02) no mejora el OSI debido al contenido de PUFA antes mencionado, también se observa (Tabla 13) que al mezclar el aceite de tarwi con aceite de oliva (T03) es más favorable en cuanto al aumento del OSI, sin embargo al mezclar estos 3 aceites como es el caso del T05 Y T08, se obtuvo mayores índice de estabilidad Oxidativa.

5.8. Análisis de varianza en la estabilidad oxidativa de los aceites.

Fuente	GL	SC	MC	F	P
TRATAMIENTOS	9	7.105	0.7894	4.59	0.003
TEMPERATURA	2	32.443	16.2217	94.22	0.000
Error	18	3.099	0.1722		
Total	29	42.647			

Tabla 14: Análisis de varianza de OSI

En la tabla 14, muestra resultados del ANOVA para evaluar la importancia de los factores de temperatura y de tratamientos al comparar las medias de la variable de respuesta (OSI), se observa que el valor p es menor que el nivel de significancia ($p < 0.05\%$) entonces se concluye al menos una media es diferente y los factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el OSI con un 95,0% de nivel de confianza.

El ajuste del modelo fue expresado por el coeficiente de regresión R^2 el cual fue de 0.9641. El estadístico R^2 indica que el 96.41% de la variabilidad en la respuesta pueden ser explicada por el modelo y responder a la ecuación 1. El valor también indica que solo el 3.59% de la variación total no se explica por el modelo; esto muestra que la ecuación 1 es un modelo conveniente para describir la respuesta del experimento sobre el Índice de Estabilidad Oxidativa (OSI).

Ecuación de regresión (1)

$$\begin{aligned} \text{OSI} = & 1.7800 + 1.392 \text{ TEMPERATURA}_{130} - 0.285 \text{ TEMPERATURA}_{140} \\ & - 1.107 \text{ TEMPERATURA}_{150} \\ & + 0.763 \text{ MUESTRAS}_{T1} + 0.103 \text{ MUESTRAS}_{T10} \\ & - 0.797 \text{ MUESTRAS}_{T2} + 0.140 \text{ MUESTRAS}_{T3} \\ & - 0.707 \text{ MUESTRAS}_{T4} + 0.447 \text{ MUESTRAS}_{T5} \\ & - 0.137 \text{ MUESTRAS}_{T6} + 0.190 \text{ MUESTRAS}_{T7} \\ & + 0.427 \text{ MUESTRAS}_{T8} - 0.430 \text{ MUESTRAS}_{T9} \end{aligned}$$

5.1. Estimación de la vida útil del aceite de sachá inchi

Extrapolar la temperatura es una opción permitida por el equipo rancimat para determinar la vida útil del aceite, dicha opción se basa en la relación entre el tiempo de estabilidad oxidativa y la temperatura. A continuación, se muestra una estimación del tiempo que se puede almacenar los aceites de estudio a 20°C

MUESTRA	VIDA UTIL
T1	1.11
T2	1.06
T3	1.21
T4	1.17
T5	4.34
T6	3.64
T7	3.2
T8	4.65
T9	1.25
T10	4.63

Tabla 15: Estimación de la vida útil

Choe & Min(2006) afirman que, “los aceites prensados en frío generalmente tienden a tener una estabilidad de 6 a 12 meses y éste parámetro depende del contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), especialmente el ácido alfa-linolénico y la cantidad de antioxidantes”, sin embargo el tiempo de vida útil estimado a 20°C de las muestras T8,10,5 y 6 fueron 4.65, 4.63

4.34 y 3.64 respectivamente (Tabla 14) esta estabilidad aventaja a otros aceites vegetales cuya vida útil fue calculada como el de girasol (1,68 años), sésamo (0,50 años) y uva (0,22 años), a igual temperatura (Navas, 2010). También supera al aceite de oliva que se halla entre 1,14 y 1,63 años (Farhoosh, 2013). Ya que es conocido que la velocidad de oxidación es exponencialmente proporcional a la temperatura, la vida útil de un lípido decrece logarítmicamente con el incremento de la temperatura (Frankel, 1998).

Pilco (2015) afirma que la degradación del aceite afecta la vida útil y esto transcurre durante el almacenamiento del mismo, esto puede ser causado por diversos factores como la luz, temperatura, oxígeno y composición de ácidos grasos, la oxidación se debe principalmente a la cantidad de ácidos grasos insaturados, ya que según Martínez (2010) los ácidos grasos saturados sólo se oxidan a temperaturas superiores a 60 °C, mientras que los poliinsaturados se oxidan incluso durante el almacenamiento de los alimentos en estado congelado.

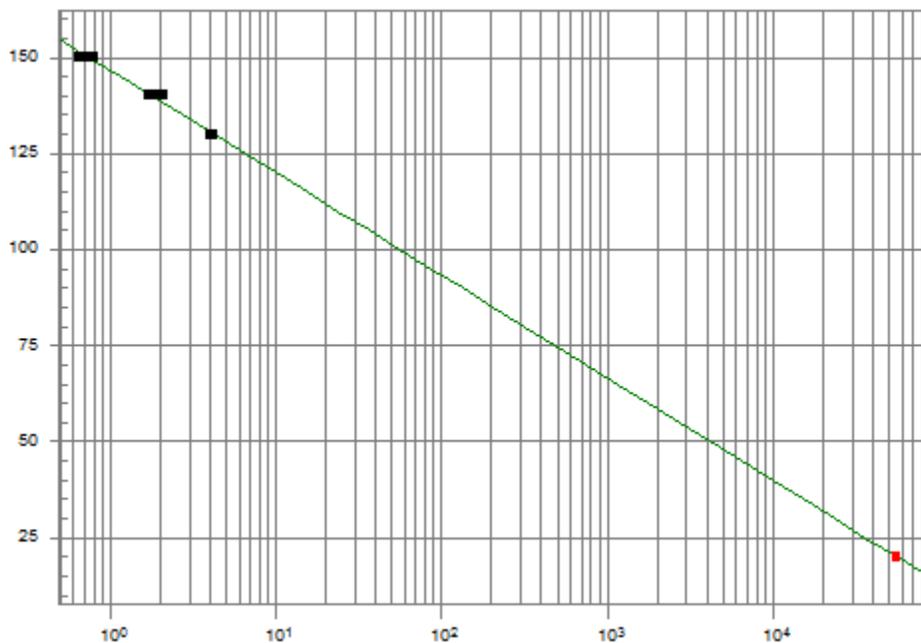


Figura 4 Estimación de la vida útil del T08 a 25°C:

VI. Conclusión

En la caracterización fisicoquímica de los aceites, en índice de acidez, peróxido, humedad se encontraron dentro de los límites establecidos por el Codex Stan y NTP, a excepción de la composición de ácidos grasos, el ácido oleico (43%) del aceite de oliva que fue inferior a lo establecido por el Codex Stan (50-80%).

En la determinación del índice de estabilidad oxidativa (OSI) las mezclas con mayor proporción de aceite de sachá inchi (ASI) obtuvieron menos estabilidad, debido a que el ASI presenta mayor porcentaje de ácido linoleico (32.01%) y linolénico (48.96%), este parámetro depende del contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA). Los valores experimentales del OSI obtenidos a 130, 140 y 150°C para la mezcla 8 (90% Aceite de Tarwi, 5% Aceite de Sachá Inchi, 5% Aceite de Oliva) fue 4.12, 1.76 y 0.74 años respectivamente; determinándose mediante extrapolación (20°C) como el de mayor vida útil (4.65años).

VII. RECOMENDACIONES:

Se recomienda estudiar el rendimiento de extracción, determinación de ácidos grasos y estabilidad oxidativa a diferentes flujos y temperaturas en las diferentes variedades de tarwi (*Lupinos Mutabilis*).

Cuantificación de proteínas mediante el método DUMAS para la torta de tarwi (*Lupinos Mutabilis*).

VIII. Bibliografía

- Abdulkarim, S. M., Myat, M. W., & Ghazali, H. M. (2010). Sensory and physicochemical qualities of palm olein and sesame seed oil blends during frying of banana chips. *Journal of Agricultural Science*, 2, 18e29.
- Aladedunye, F., Przybylski, R. (2013). *Phosphatidylcholine and dihydrocaffeic acid amide mixture enhanced the thermo-oxidative stability of canola oil*. Canadá.
- Alimentarius, C. (1999). *Codex standard for named vegetable oils*. Codex Standards, 210, 1–13.
- Alvarez ,F. L.; Rios, R. S. (2007). *Estudio de viabilidad económica del cultivo de Plukenetia volubilis Linneo "sacha inchi"*. Programa de ordenamiento ambiental. Iquitos, Perú.
- Ayerza, R. (2010). *Effects of seed colour and growing locations on fatty acid content and composition of two chia (Salvia hispanica L.) genotypes*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 1161–1165.
- Azorza, R. M. Pajuelo, G. J (2017) "Evaluación y optimización de galletas enriquecidas con chía (salvia hispánica) y aceite extraído de tarwi (lupinus mutabilis)" p-57
- Berenguer, M., Basen, P., Grattan, S., Connell, J. y Polito, V. (2006). *Tree irrigation levels for optimum chemical and sensory properties of olive oil*. *HortScience* 41(2)427-432.
- Bolaños V., Nuria; Lutz C., Giselle y Herrera R., Carlos H. 2003. *Química de alimentos: Manual de laboratorio*

- Cachique, H.D. (2006). *Estudio de la Biología Floral Y Reproductiva en el Cultivo De Sacha Inchi (Plukenetia Volubilis L.)*. Tesis Ing. Agrónomo, Tarapoto, Perú.
Universidad Nacional de San Martín. 85p.
- Camarena, F. Huaranga, A. Jiménez, J. Mostacero, E. (2012). *Revaloración de un Cultivo Subutilizado: Chocho o Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Edita CONCYTEC. Lima, Perú. 222 pp.
- Castañeda, (1988). *Estudio Comparativo de 10 variedades de Tarwi (Lupinus mutabilis sweet) Conducidos en dos Ambientes de la Sierra, Norte y Centro del Perú*. Tesis Ing. Agrónomo. Lima,Perú: UNALM. 196p.
- Castillo, J. (2007). Evaluación de la estabilidad oxidativa de grasas interesterificadas enzimáticamente. Universidad Industrial de Santander. Santander, Colombia.
- Carreto M., Cuerdo M., Dirienzo M. y Di Vito M. (2002). *Aceite de oliva Beneficios en la salud. En Revista Invenio, 5(8), 141-149*
- Ceci, L.; Carelli, A. 2010. Compositional data review of monovarietal Argentinean olive oils. In: Tomas, M.B. (Ed.), *Advances in Fats and Oil Research*. Transworld Research Network: 71– 97
- Chan J., (2015) “*Eficacia antioxidante de los compuestos fenólicos de la mashua (Tropaeolum tuberosum) en la estabilidad del aceite de linaza (Linum usitatissimum L.)*” Lima, Perú 34-36pp.
- Choe E, Min DB (2006) Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 5:169–186

- Choo, W.-S., Birch, J., & Dufour, J.-P. (2007). *Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3–4), 202–211.
- Chinque, F.(2011) *Proyecto de inversión de una planta extrusadora de soja*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. Argentina
- CODEX STAN 210-1999 - *Norma para aceites vegetales especificados*
- Choe, E.; Min, D. (2006). *Mechanisms and factors for edible oil oxidation*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 5: 169-186.
- De Marco, E., Savarese, M., Parisini, C., Battimo, L., Falco, S., & Sacchi, R. (2007). *Frying performance of a sunflower/palm oil blend in comparison with pure palm oil*. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 237e246.
- FAO (2008) *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana*, Organización de las España.
- FAO . (2014) *Org. Cultivos Andinos, TARWI o CHOCHO (Lupinus mutabilis)*
[monografía en internet].
http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_3.htm
tíma
- Farhoosh R., (2007) *Shelf-life prediction of edible fats and oils using Rancimat*. *Lipid Technology*
- Fahy, E.; S. Subramaniam, H. A. Brown, C. Glass, A. H. Merrill, R. Murphy, C. Raetz, D. W. Russell, Y. Seyama, W. Shaw, T. Shimizu, F. Spener, G. van Meer, M. S. van Nieuwenhze, S. H. White, J. L. Witztum and E. A. Dennis (2005). *A comprehensive classification system for lipids*. *J. Lipid Res.*, 46 (5): 839-861

- Ferrer, R. (2000) *Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación del lactante*. 98(4):231-8.
- Gordon M.H. (2001). El desarrollo del enranciamiento oxidativo en los alimentos. (pp. 7-21), en: Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M. *Antioxidantes de los alimentos. Aplicaciones prácticas*. Zaragoza: Ed. ACRIBIA
- Grati Kammoun, N. & Laroussi, S. (2013). *L'expérience tunisienne dans l'élaboration des signes de qualité dans l'huile d'olive*. CIHEAM, Options Méditerranéennes: Série A.Séminaires Méditerranéens, 104, 8.
- Grompone, m. (1991). *El índice de anisidina como medida del deterioro latente de un material graso*. *Revista Grasas y Aceites*. Vol. 42 Fase. 1, p. 8-13
- Grompone M. A. (1991). *El índice de anisidina como medida del deterioro latente de un material graso*. Facultad de Química. Casilla de Correo 1157. Montevideo, URUGUAY.
- Hashempour, B. , Mohammadali T., Azadmard D., Geoffrey P.(2016) *Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects*. IRAN.p-4.
- Heldman D.R., Lund D.B. (2007). *Handbook of Food Engineering*. Segunda edición. CRC Press. Boca Raton – London - New York.
- Hefle, Sl.; Lemanske, Rf. Y Bush,R,K. (1994). *Adverse Reaction To Lupine-Fortified Pasta*. *J. Allergy Clin Immunology*.Eeuu P.167-172.
- Holgado Arroyo Francisca (2011). *Comportamiento oxidativo de aceites microencapsulados: influencia de las condiciones de preparación en sistemas modelos y estudios específicos en alimentos*. Tesis doctoral. Madrid

- Instituto Ecuatoriano de Normalización, (2012): *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 33:2012* Primera revisión.
- International Lupin Association (1990). *6th International Lupine conference*. Chile: Dietrich. Temuco. Pp, 1-8.
- Jacobsen, E. Mujica, A. 2006. *El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) y sus parientes silvestres*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz 2006 458-482.
- Liu, Q., Xu, Y. K., Zhang, P., Na, Z., Tang, T. & Shi, Y. X. (2014). Chemical composition and oxidative evolution of Sacha inchi (*Plukentia volubilis L.*) oil from Xishuangbanna (China). *Grasas y Aceites*, 65, 1-9.
- Manco, E. 2006. *Cultivo del sachá inchi.*, Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria .San Martín, Perú
- Mansouri, F., Ben Moumen, A., Lopez, G., Fauconnier, M.-L., Sindic, M., Serghini-Caid, H. & Elamrani, A. *Preliminary Characterization of monovarietal virgin olive oils produced in eastern area of Morocco*. Book of Proceedings InsideFood Symposium, 2013.
- Martínez, M. L., Marín, M. A., Faller, C. M. S., Revol, J., Penci, M. C., & Ribotta, P. D. (2012). *Chia (Salvia hispanica L.) oil extraction: Study of processing parameters*. *LWT-Food Science and Technology*, 47(1), 78–82.
- Marmesat, S., Morales, A. Velasco,J., Dobarganes, C. (2012) *Influence of fatty acid composition on chemical changes in blends of sunflower oils during thermoxidation and frying*. ScienceDirect.España

- Mariod, A., Matthaus, B., Eichner, K., & Hussain, I. H. (2005). Improving the oxidative stability of sunflower oil by blending with *Sclerocarya birrea* oil and *Aspongopus viduatus* oils. *Journal of Food Lipids*, 12, 150–158
- Maurer, N. E, Hatta-Sakoda, B., Pascual-Chagman, G. & Rodriguez-Saona, L.E. (2012). Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids, Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil. *Food Chemistry*, 134, 1173-1180.
- Melendez-Martinez A., Vicario I., Heredia F., (2007) *Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y fisicoquímicas*. *Archivos latinoamericanos de Nutricion*. 57(2): 109-117.
- Methrom 2012 *Determinacion de estabilidad oxidativa de aceites y grasas*. Suiza 4p.
- McKee, T.; McKee, J. (2014). *Bioquímica. Las bases moleculares de la vida*. 5° Edición.
- Moreiras, S.M., Hermanns, R.L., Fauqu, L. 2015. *Cosmogenic dating of rock avalanches constraining Quaternary stratigraphy and regional neotectonics in the Argentine Central Andes (32°S)*. *Quaternary Science Reviews* 112: 45-58.
- Mujica A. y Jacobsen, S. E. (2006). *El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet .)y sus parientes silvestres*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno- Perú.
- Naghshineh, M., Ariffin, A. A., Ghazali, H. M., Mirhosseini, H., Kuntom, A., & Mohammad, A. S. (2009). Effect of saturated/unsaturated fatty acid ratio on physicochemical properties of p
- Navas P., (2010): *Componentes minoritarios y propiedades antioxidantes de aceites vírgenes y tortas residuales obtenidos por presión en frío a partir de fuentes vegetales convencionales y no convencionales*. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla La Mancha, Facultad de Ciencias Químicas. España.302 p

- Navarrete P. M. (2010), *Extracción, refinación y caracterización fisicoquímica y nutracéutica del aceite de chocho (lupinus mutabilis sweet)*, tesis de grado. Ecuador.
- Nakatani, N.; Tachibana, Y.; Kikuzaki, H. (2001). *Establishment of a model substrate oil for antioxidant activity assessment by oil stability index method*. Journal of the American Oil Chemists Society 78: 19–23.
- Nelson, L., Cox, M., (2009) *Lehninger. principios de bioquímica*. Editorial Omega.
- Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales codex stan 19 (1981)
- Norma para aceites vegetales especificados codex stan 210 (1999)
- Norma Técnica Peruana (NTP) 151.400 (2009) *Aceite Sacha Inchi*. p-7
- Norma para los aceites de oliva y aceites de orujo de oliva codex stan 33 (1981)
- Norveel, T. (2012). *Analytical Methods for Determination of the Oxidative Status in Oils*. Norwegian University of Science and Technology. Norway.
- Nkafamiya, I. I., Maina, H. M., Osemeahon, S. A., & Modibbo, U. U. (2010). *Percentage oil yield and physicochemical properties of different groundnut species (Arachis hypogaea)*. African Journal of Food Science, 4(7), 418–421.
- Ortiz M., Dorantes A., Osorio E., (2013) *Ácidos grasos omega 3 DHA y EPA*, Instituto Nacional de Ciencias Biológicas.
- Paucar, L., Salvador R, Guillén, S.(2015) *Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sachá inchi (Plukenetia volubilis l.), aceite de oliva (Olea europaea) y aceite crudo de pescado*. Scientia Agropecuaria . Perú

- Picornell B, M. , Melero M, J.M.: “*Historia del cultivo del olivo y del aceite; su expresión en la Biblia*”, en ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, Nº 28, 2013
- Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., & Grajeta, H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 1291e1301.
- Price, K.R.; Eagles, J.; Fenwick, G.R. (1988) *Saponin composition of 13 varieties of legumes seed using fast atom bombardment mass spectrometry*. *Journal of the Science of the Food and Agriculture*. 42. 183-193.
- Ramos, E. F., Ponce, D. L., Barnett, M. E., Celi, S. L., Ramos, E. M. (2016). *Perfil de ácidos grasos de aceite de Sacha inchi (Plukenetia volubilis) en comparación con otros aceites vírgenes comestibles*. Lima, Perú.
- Rodríguez, A.(2009) . *Evaluación “in vitro” de la Actividad Antimicrobiana de los Alcaloides del Agua de Cocción del Proceso de Desamargado del Chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Tesis para obtener el título de Bioquímico Farmacéutico. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.13, 83 pp
- Rodriguez, F., Ballester, A (1991) *Influencia de la sanidad vegetal en la calidad del aceite de oliva*. Madrid, España.
- Ruiz, C.; Diaz, C.; Anaya, J.; Rojas, R. (2013) *Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sacha inchi (Plukenetia volubilis y Plukenetia huayllabambana)*. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima

- Sánchez, J., Osorio, E., Montaña, A., Martínez, M. (2003). Estudio del contenido en ácidos grasos de aceites monovarietales elaborados a partir de aceitunas producidas en la región extremeña. *Grasas y Aceites*. Vol. 54. Fasc. 4, 371-377.
- Shahidi, F.; Wanasundara, U. (2002). *Methods for measuring oxidative rancidity in fats and oils*. In C. C. Akoh, & D. B. Min (Eds.), *Food lipids, chemistry, nutrition and biotechnology*. New York, EEUU.
- Siew W.L., Noraini M., Abdullah A.R. And Fairuzah S. (1989). *Quality index for crude palm oil. Seminar on "Application of Discriminant Functions in the Palm Oil Industry"*. Bangi. July 1989.
- Shahidi, F. (2005). *Bailey's Industrial Oil and Fat products*. Sexta Edición. Editorial Wiley Interscience. New Jersey, EUA.
- Schneider, C. (2009) *An update on products and mechanisms of lipid peroxidation*. *Mol. Nutr. Food Res.* 53 (3): 315-321.
- Simopoulos P. (2008). La importancia de la proporción entre los ácidos grasos esenciales
- Suca, G., Suca C., (2015) *Potencial del tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial*
- Tapia N., M. E (2015) *El tarwi , Lupino Andino*. Corporación Gráfica Universal SAC, Perú. P 11
- Villacrés, E., Navarrete, M., Lucero, O., Espín, S., Peralta, E. (2010). *Evaluación del Rendimiento, Características Físico-Químicas y Nutraceuticas del Aceite de Chocho (Lupinus mutabilis sweet)*. *Revista Tecnológica ESPOL-RTE*, Vol.23, N. 2, 57-62.
- Warner, K.; Gupta, M. 2005. Potato Chip Quality and Frying Oil Stability of High-oleic Acid Soybean Oil. *J Food Sci* 70: 395–400.

Xu, Riu. (2015). *Important Bioactives Properties of Omega-3 fatty acids review*. Ital. J. Food Sci, 27,129-135.

Zuleta, E. C., Rios, L. A. & Benjumea, P. N. (2012). *Oxidative stability and cold flow behavior of palm, sacha-inchi, jatropha and castor oil biodiesel blends*. Fuel Processing Technology, 102, 96-101.

IX. Anexos:

Determinación de acidez libre FFA.

Procedimiento

- ✓ Homogenizar la muestra.
- ✓ Pesar muestra en un matraz según acidez esperada.

Valor ácido aprox.	Porción de masa (g)	Concentración de NaOH (mol/l)	Exactitud de pesaje
0 a 1	20	0.1	0.05
1 a 4	10	0.1	0.02
4 a 15	2.5	0.1	0.01

- ✓ Colocar en un matraz 50 a 100 ml de alcohol y añadir 0.5ml de Fenolftaleína al 1%..
- ✓ Llevar el matraz con alcohol a calentamiento a temperatura de 70°C y neutralice con NaOH 0.1N
- ✓ Agregar el alcohol caliente al primer matraz con la muestra
- ✓ Agitar vigorosamente mientras titula hasta que cambie a color rojogrosella (este color debe mantenerse por 20 segundos como mínimo).
- ✓ Anotar el gasto.

Calculo:

$$\%Acidez Libre (Ac. Oleico) = \frac{VNaOH \times 2.82 \times F}{Wm}$$

DONDE:

VNaOH = Volumen de Hidróxido de sodio 0.1 N gastado

2,82 = Factor de conversión

Wm = Peso de aceite o grasa extraída de muestras de materia prima

F = Factor de corrección



Pesar muestra



50 ml Alcohol +
0.5ml de
Fenolftaleína 1%



Calentar Alcohol
a T° >=70 °C



Neutralizar
Aceite



Agregar Alcohol
Rectificado



Titular hasta
color Rosella

Determinación del valor peróxido-determinación del punto iodométrico (visual).

Procedimiento

- ✓ Enjuagar cuidadosamente un frasco Erlenmeyer limpio con nitrógeno o dióxido de carbono.
- ✓ Pesar lo siguiente en el Erlenmeyer, con una precisión de 0.1 mg.
 - a) 5.0 g +/- 0.1 g de la muestra para un valor de peróxido esperado de >1 a 30.
 - b) 10.0 g +/- 0.1 g de la muestra para valores de peróxidos esperados de 0 a 1.
- ✓ Enjuagar el Erlenmeyer con una solución de ácido acético glacial/isooctano antes de usar para asegurar que el frasco no contiene ninguna sustancia oxidante o reductora.
- ✓ Disolver la muestra en 50 ml de una solución de ácido acético glacial/isooctano suavemente con movimientos giratorios.
- ✓ En el caso de grasas con puntos altos de fusión (grasas duras y grasas animales), cuidadosamente añadir a la grasa derretida 20 ml de isooctano agitando suavemente con movimientos giratorios, e inmediatamente después añadir 30 ml de ácido acético glacial.
- ✓ También calentar la muestra suavemente si es necesario.
- ✓ Añadir 0.5 ml de la solución yoduro de potasio saturado. Tapar el frasco Erlenmeyer y mezclar (*) manualmente sin aireación por exactamente 60 segundos (usar cronometro con una exactitud de 1 segundo) (el método da la opción de usar agitador magnético para la mezcla pero se elige la opción de hacerlo manualmente).
- ✓ Abrir el frasco Erlenmeyer, añadir inmediatamente 30 ml de agua desmineralizada, enjuagar la tapa esmerilada y agitar.
- ✓ Titular inmediatamente (usar bureta de 10 o 25 ml de capacidad) el iodo liberado con la solución de tiosulfato de sodio 0.01 N de amarillo anaranjado a amarillo pálido, y luego de

la adición de 0.5 ml de solución de almidón, de violeta a incoloro. Detener la titulación tan pronto como la solución sea incolora por 30 s. **Nota 1:** La fase a ser titulada es la inferior. Hay un retraso de 15 a 30 s en el cambio de color con solución estándar de tiosulfato de sodio 0.01 N.

Nota 2: En el caso de valores de peróxidos menores de 1, la solución de almidón puede ser añadida al comienzo de la titulación.

En un blanco de ensayo paralelo, no más de 0.1 ml de solución de tiosulfato de sodio 0.01 N debe ser usado. Si el blanco de ensayo es alto, reemplace la solución de yoduro de potasio saturada ya que puede no ser adecuado.

CALCULO:

El valor peróxido (PV) en meq de oxígeno activo por kilogramo es calculado por la siguiente ecuación:

$$PV = (V - V_o \times C_{thio} \times C_{stand} \times 1000) / m$$

DÓNDE:

V: volumen de solución de tiosulfato de sodio 0.01 N usado para la determinación, en mililitros

V_o: volumen de solución de tiosulfato de sodio 0.01 N usado para el blanco de ensayo, en mililitros.

C_{thio}: concentración aproximada de solución de tiosulfato de sodio 0.01 N, en moles por litro

(0.01).

Cstand: concentración exacta de solución de tiosulfato de sodio 0.01 N. determinada en moles por litro.

m: masa de la muestra de ensayo en gramos.



Pesar muestra



Agregar 30 ml de Ac.
Acético glacial + 20ml
Isooctano



Agregar 0.5ml
KI saturado



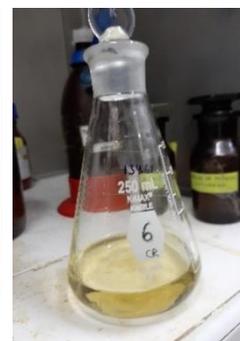
Agregar 0.5ml
almidón



Agregar 30 ml
de agua
desmineralizada



Titular hasta que la solución
sea incolora por 30s.



Índice de estabilidad oxidativa – método rancimat

El Metrohm Rancimat modelo 743, utilizado para determinar el Índice de la Estabilidad Oxidativa de la mezcla del aceite de tarwi (*lupinus mutabilis*) con aceite de sachá inchi (*plukenia volubilis*) y aceite de oliva (*olea europaea*) variando los siguientes parámetros: Temperatura (130°, 140° y 150°C) y Flujo de Aire (15 L/H). con un peso de Muestra (3.0±0.1 g). Previo lavado a los tubos en una solución de NaOH (3 %), luego fueron lavados con agua destilada y acetona, finalmente se colocaron en la estufa a 80°C para su secado. Los electrodos son lavados rigurosamente con agua destilada, luego con alcohol 98° y rociados con nitrógeno.

Determinación de valor p-anisidina

Procedimiento

- ✓ Peso 0.5 de la muestra de aceite en una fiola de 25 ml. disolver y diluir a 25 ml. con Isooctano.
- ✓ Medir la absorbancia (Ab) de la solución a 350 nm en una cubeta con el espectrofotómetro, usando la cubeta de referencia llena con el solvente como blanco.
- ✓ Pipetear exactamente 5 ml. De la solución de grasa en un tubo de ensayo y exactamente 5 ml. del solvente en un segundo tubo de ensayo. Por medio de una pipeta automática adicionar exactamente 1 ml. de reactivo p-Anisidina a cada tubo y agitar.
- ✓ Después de exactamente 10 minutos medir la absorbancia (As) del solvente del primer tubo de ensayo en una cubeta a 350 nm, usando la solución del segundo tubo de ensayo como blanco.
- ✓ Una vez realizado todo este procedimiento se procede a realizar los cálculos.

CALCULO

$$p - Anisidina = \frac{25(1,2AS - AB)}{m}$$

Dónde:

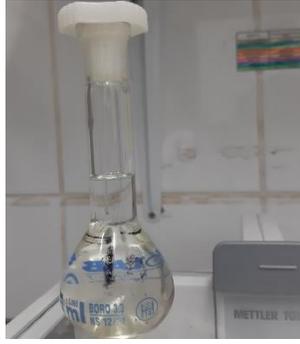
AB= Absorbancia de la solución de grasa

AS= Absorbancia de la solución de grasa después de la reacción con el reactivo de p-Anisidina.

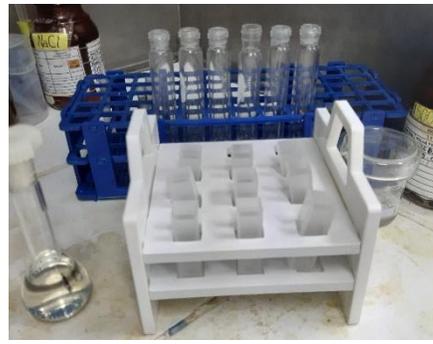
m= Peso de la muestra del ensayo.



Pesar muestra



Enrazar (25ml) con isooctano



Agregar 3ml aprox. en las cubetas



1° Lectura



Agregar 5ml de isooctano y de muestra en los tubos de ensayo.



Agregar 1ml de p-anisidina a cada tubo de ensayo.



2° Lectura

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.

PROCEDIMIENTO

- ✓ Los cristalizadores (para aceite) y las placas Petri deben ser previamente lavadas, secadas en estufa por 1 hora, luego colocadas en el desecador por 30 min.
- ✓ Colocar el cristizador o la placa Petri en la balanza analítica, anotar el peso.
- ✓ Pesar con una precisión de 0.001 g, aproximadamente 5 o 10 g de muestra, en el cristizador que ha sido previamente secado y pesado.
- ✓ Colocar la muestra la muestra en la estufa por 1 hora a 103 ± 2 °C, cumplido el tiempo de secado retirarlo hacia el desecador para su enfriamiento hasta temperatura ambiente, luego pesar.
- ✓ Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesado, pero utilice periodos sucesivo en la estufa de cada 30 min, hasta que la pérdida de masa entre dos pesadas sucesivas no exceda de 2 o 4 mg de acuerdo a la masa de muestra (*).

CALCULO

$$\%H = \frac{(W1 - W2)}{Wm} \times 100$$

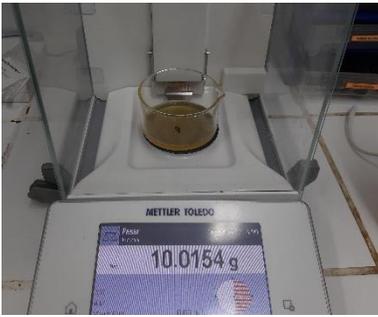
DONDE:

%H: Porcentaje de humedad en la muestra de ensayo.

W1 : Peso (cristalizador o placa Petri)+ muestra de ensayo antes de llevar a la estufa

W2: Peso (cristalizador o placa Petri) + muestra de ensayo después del secado.

Wm: Peso de la muestra



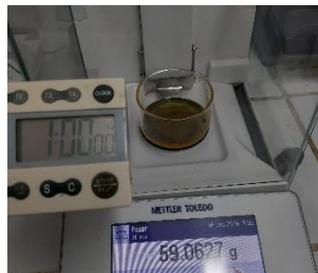
Pesar muestra



Llevar a Estufa por
1h a $T^{\circ} 103 \pm 2^{\circ}\text{C}$



Colocar muestra por
30 min



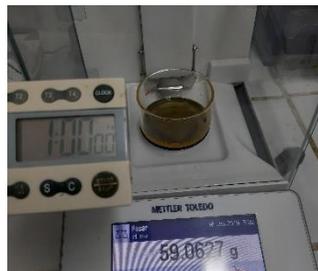
Pesar



Llevar a Estufa por
30min a $T^{\circ} 103 \pm 2^{\circ}\text{C}$



Colocar muestra por
30 min



Pesar



Figura 6: Extracción del Aceite

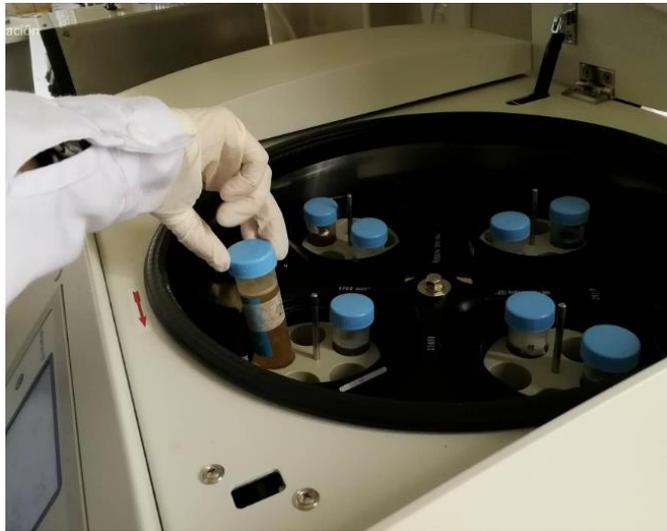


Figura 5:Centrifugación de aceite



Figura 7: Aceite centrifugado



Figura 8: Materiales para Acidez de Aceite



Figura 9: Materiales para Acidez de Aceite

TESIS

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repositorio.uns.edu.pe Internet Source	5%
2	www.aulavirtualusmp.pe Internet Source	3%
3	www.slideshare.net Internet Source	2%
4	repositorio.uss.edu.pe Internet Source	2%
5	patents.google.com Internet Source	2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On