UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA ACADÉMICO DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

Evaluación de la calidad química de aceites de *Sesamum indicum* (ajonjolí) y *Linum usitatissimum* (linaza) que se expenden en dos Bioferias de los distritos de Miraflores y Barranco en Lima, Perú

TESIS

Para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición y Dietética

AUTOR(ES)

Talavera Barra, Paloma Jimena (0000-0001-6644-469X)

Urrutia Correa, Micaela (0000-0001-6133-2744)

ASESORA

Zegarra Samame, Saby Ines (0000-0002-7472-3493)

Lima, 19 de noviembre de 2019

DEDICATORIA

A nuestros padres, familiares y amigos que nos apoyaron en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra profesora Saby Zegarra Samame, por su asesoría y constante apoyo en la presente investigación.

A Víctor Hugo Ibañez coordinador de laboratorio de la Facultad de Ciencias de la Salud por su asesoría en las técnicas de análisis de laboratorio.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la calidad química de aceites de *Sesamum indicum* (ajonjolí) y *Linum usitstissimum* (linaza) que se expenden en dos Bioferias de los distritos de Miraflores y Barranco en Lima, Perú. Fue un estudio descriptivo de corte transversal. Se llevó a cabo en el laboratorio de bioquímica de alimentos de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), sede Villa en Chorrillos, y en el laboratorio Socit Gnrale de Surveillance - SGS Per, entre los meses de setiembre y octubre de 2018.

Se realizaron distintas pruebas qumicas a las muestras de aceite de ajonjol y linaza: determinacin de densidad, ndice de acidez, acidez libre, ndice de iodo e ndice de perxidos; a estas se le sumaron la evaluacin de las condiciones de almacenamiento, del etiquetado y del registro sanitario.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos indicar que en trminos generales los aceites de linaza y ajonjol de las marcas analizadas que se expenden en las Bioferias de Miraflores y Barranco se encontraban fuera de los rangos establecidos en por lo menos un indicador qumico, tomando como parmetro de contrastacin la Norma CODEX (STAN 210-1999) para aceites comestibles.

Palabras clave: Aceite de linaza; Aceite de ajonjol; Calidad qumica; Bioferias.

Evaluation of the chemical quality of *Sesamum indicum* (sesame) and *Linum usitatissimum* (flax) seed oils sold in two Biofairs of the districts of Miraflores and Barranco in Lima, Peru.

ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the chemical quality of *Sesamum indicum* (sesame) and *Linum usitatissimum* (flax) seed oils sold in two Biofairs of the districts of Miraflores and Barranco in Lima, Peru. This was a descriptive, cross-cutting study. Analyses were made in the laboratory of food biochemistry of Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), campus of Villa in Chorrillos, and in the laboratory of Société Générale de Surveillance - SGS Peru, in the months of September and October 2018.

Different chemical tests were performed to the sesame and flax seed oils to measure: density, acidity, free fatty acid, iodine and peroxide values. Additionally, storage conditions, labeling and sanitation registration were also evaluated.

According to the results obtained, we can state that in general terms flax and sesame seed oils of the analyzed trademarks sold in the Biofairs of Miraflores and Barranco were out of the ranges established in at least one chemical indicator, taking CODEX standard for edible oils (STAN 210-1999) as the reference standard.

Key words: Flax seed oil; Sesame oil; Chemical quality; Organic market.

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	10
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo general	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1	Materiales	14
3.1.1	Muestras	14
3.1.2	Reactivos	14
3.1.3	Instrumentos	14
3.1.4	Equipos	14
3.2	Métodos	15
3.2.1	Diseño del estudio	15
3.2.2	Muestreo y tamaño de muestra	15
3.2.3	Criterios de elegibilidad.....	15
3.2.3.1	Inclusión	15
3.2.3.2	Exclusión	15
3.2.4	Metodología para el análisis	15
3.2.4.1	Determinación de densidad	16
3.2.4.2	Determinación de índice de acidez	16
3.2.4.3	Determinación de acidez libre	16
3.2.4.4	Determinación de índice de iodo	17
3.2.4.5	Determinación de índice de peróxidos	17
3.2.4.6	Evaluación de las condiciones de almacenamiento	17
3.2.4.7	Evaluación del etiquetado y registro sanitario.....	18
4	RESULTADOS	19
4.1	Determinación de densidad	19
4.2	Determinación de índice de acidez	19
4.3	Determinación de acidez libre	20
4.4	Determinación de índice de iodo	20
4.5	Determinación de índice de peróxidos	21

4.6	Evaluación de las condiciones de almacenamiento	21
4.7	Evaluación del etiquetado y registro sanitario.....	21
5	DISCUSIÓN.....	22
5.1	Determinación de densidad	22
5.2	Determinación de índice de acidez.....	22
5.3	Determinación de acidez libre	23
5.4	Determinación de índice de iodo.....	23
5.5	Determinación de índice de peróxidos	24
5.6	Evaluación de las condiciones de almacenamiento.....	24
5.6.1	Envase.....	24
5.6.2	Almacenamiento.....	25
5.7	Evaluación de etiquetado y registro sanitario.....	25
5.7.1	Etiquetado.....	25
5.7.2	Registro Sanitario	26
6	CONCLUSIONES	26
7	ASPECTOS ÉTICOS, ADMINISTRATIVOS Y REGULATORIOS.....	27
8	LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO	27
9	RECOMENDACIONES	27
10	REFERENCIAS	29
11	GLOSARIO.....	35
12	ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Determinación de densidad	19
Tabla 2 Determinación de índice de acidez.....	19
Tabla 3 Determinación de acidez libre	20
Tabla 4 Determinación de índice de iodo	20
Tabla 5 Determinación de índice de peróxidos	21
Tabla 6 Evaluación de las condiciones de almacenamiento	21
Tabla 7 Evaluación del etiquetado y registro sanitario.....	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro fotográfico de la recolección de muestra	38
Anexo 2: Registro fotográfico de la ejecución de análisis	39
Anexo 3: Instrumento para la evaluación de condiciones de venta y almacenamiento	40
Anexo 4: Carta de aprobación de cambio de título	41
Anexo 5: Carta de aprobación de cambio de título	42

1 INTRODUCCIÓN

El consumo de aceites y grasas a nivel mundial se ha incrementado con el pasar de los años, siendo estos usados en la mayoría de preparaciones con el fin de sazonar y dar gusto a la comida (1). Los aceites comestibles se definen como glicéridos de ácidos grasos obtenidos por presión mecánica en frío o caliente o empleando solventes orgánicos (2). Existen varios factores que pueden dañar la calidad de los aceites como por ejemplo la luz, el oxígeno, la humedad y la temperatura; estos factores pueden dar pie a ciertas reacciones que alteran su composición química. Estos cambios en ocasiones resultan perjudiciales para la salud del consumidor, es por eso que se debe exigir la mejor calidad para estos productos. La producción de radicales libres sería una de las causas de no presentar adecuados índices químicos. Los parámetros y rangos de calidad establecidos por las entidades competentes, entre ellas el CODEX Alimentarius, tienen el fin de salvaguardar la salud del consumidor.

La tendencia actual del consumidor a utilizar aceites no convencionales y más naturales u orgánicos, con menor cantidad de aditivos y que aporten ácidos grasos esenciales se ha incrementado en Perú. Los aceites de semillas oleaginosas, tales como los de ajonjolí y linaza, son obtenidos mediante un proceso de refinación completa o por prensado en frío (3). El aceite de ajonjolí contiene 43% de omega 6 y casi 1% de omega 3 (4), mientras que el de linaza tiene niveles bajos de ácidos grasos saturados, 20% de omega 9, 56% de omega 3 y 15% de omega 6 (5,6). Ambos son ricos en vitamina E, vitamina A y contienen tocoferoles y betacarotenos (7). Algunos autores postulan que la relación de omega 6/omega 3 debe ser 4:1 hasta 10:1 como máximo (8). Pero debido a la evidencia, la Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y Agricultura (FAO) establece una relación específica entre omega 6 y omega 3, siempre y cuando la ingesta de ambos se encuentre dentro de las recomendaciones determinadas (9).

Con la presente globalización, las grandes cadenas de alimentos e hipermercados, donde la población está acostumbrada a comprar sus alimentos, ofrecen productos y/o insumos que en su mayoría han sido tratados químicamente en algún momento de su proceso. Es en contraposición a esta oferta que han surgido las Bioferias, en donde los productos no son ofrecidos ni valorados por su marca, sino por su proceso de producción y por la calidad que poseen. La práctica comercial de las Bioferias se inició debido a la necesidad de los productores ecológicos de encontrar un lugar en donde ofertar sus productos, y hoy en día, son el punto en donde se promociona alimentos orgánicos, se aplaude la biodiversidad y se fomenta la tendencia a llevar una vida integral y sana (10). Se eligió enfocar la presente

investigación en aceites comestibles que se expenden en estas Bioferias debido precisamente a su gran demanda ya que han tenido mucha acogida y constituyen lo más llamativo e influyente del mercado nacional en relación con la venta de productos orgánicos. Según el último estudio de mercado de la Asociación de Productores Ecológicos de Catahuasi - Yauyos, la Bioferia de Miraflores cuenta con 4000 visitantes por mes mientras que la Bioferia de Barranco con 2800; con un presupuesto de gasto promedio por consumidor de 122,38 soles y 101,22 soles respectivamente (11). Estas Bioferias se encuentran en diversas partes de Lima, sin embargo, las ubicadas en el distrito de Miraflores y Barranco son las más concurridas y lucrativas debido a que son distritos populares para los turistas. Sus principales clientes son viajeros de otros países interesados en los orígenes y las cualidades de los productos ofrecidos, así como también peruanos con alto poder adquisitivo (12). El hecho de que exista este tipo de mercados es tan apreciado por los consumidores que determina que el precio de los productos pase a un segundo plano, lo cual se sustenta en que, a diferencia de los demás mercados tradicionales en el Perú, en estas Bioferias se vende productos orgánicos certificados. Asimismo, se alega que los productos encontrados en estas Bioferias son cultivados sin químicos por lo que son considerados más saludables por los consumidores, quienes tienen internalizada la noción de que lo orgánico es mejor que lo convencional (13). Se considera como orgánico a cualquier producto o alimento conseguido sin utilizar fertilizantes, herbicidas o pesticidas químicos en ningún momento de su producción (13). Estas Bioferias están creciendo cada vez más, como es el caso de la Bioferia Ecológica de Miraflores del Grupo Ecológica Perú está ubicada en el parque Reducto, la cual cuenta con 44 stands abiertos al público todos los sábados desde las 9 a.m. hasta las 3 p.m. Así como la Bioferia de Barranco del proyecto Formagro ubicada en el parque Chipoco, en la Av. San Martín 15063. El principal requisito para entrar como productor y vendedor es contar con certificación de que los productos que se van a ofertar son orgánicos (10).

Se han realizado estudios similares sobre la calidad y estabilidad química en aceites para el consumo humano. Tales como el de Baquerizo, et al en el 2015; el mismo que trata sobre el método Rancimat que es el método oficial usado para evaluar la estabilidad oxidativa en aceites de Sacha Inchi. Este método es realizado bajo condiciones aceleradas de almacenamiento a temperaturas altas y el estudio lo compara con las técnicas basadas en indicadores fisicoquímicos (14). También está el de Barrionuevo en el 2016; cuyo objetivo fue determinar el tiempo de vida útil de diferentes variedades de aceite de oliva extra virgen

utilizando diversas pruebas, dos de las cuales se utilizaron en la presente tesis, índice de acidez e índice de peróxidos (15). Asimismo, Morcillo presentó en el 2017; el rol que podrían cumplir las pirofeofitinas como posible indicador de calidad del aceite de oliva virgen, dado que son compuestos derivados de las clorofilas presentes en estos que aumentan con el tiempo de almacenamiento del aceite (16). En el 2015 Romero del Río planteó que la evaluación de la calidad del aceite de oliva virgen mediante un panel de cata es muy subjetiva y propuso distintos marcadores de este aceite como indicadores de calidad, dando a conocer tanto los aspectos positivos como los negativos de las nuevas metodologías (17). En el estudio de Aguilar, et al del 2001 se realizó análisis físicos y químicos de muestras de aceite de aguacate. Los análisis realizados en la presente investigación son todos los que se llevaron a cabo en dicho estudio (densidad, índice de acidez, índice de iodo e índice de peróxidos) (18). Una investigación de Castillo, et al en el 2013; buscó determinar el índice de estabilidad oxidativa en aceite virgen de semillas de sésamo usando el test de Rancimat para determinar la influencia o no de la temperatura y el flujo de aire (19).

Según la última revisión realizada en el 2017 del CODEX Alimentarius, el cual es un conjunto de normas internacionales de alimentos adoptadas por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establece que los aceites vegetales comestibles deben cumplir con una serie de requisitos para satisfacer los estándares de calidad idóneos para el consumo humano. Dentro de estos encontramos que no se permite la presencia de aditivos alimentarios en aceites vírgenes o aceites prensados en frío (20). Por otro lado, para su producción, la manipulación debe ser conforme a los principios generales de higiene de alimentos, como los códigos de buenas prácticas de higiene y manipulación. Existen también índices químicos que deben cumplir los aceites comestibles (21, 22). Así, por ejemplo, en el caso de los aceites refinados, el índice de peróxidos no debe sobrepasar los 10 mili equivalentes de oxígeno activo/kg de aceite en tanto que, en el caso de los prensados en frío o los vírgenes, dicho índice no debe sobrepasar los 15 mili equivalentes (23). Otro ejemplo es el índice de acidez que debe ser de 0,6, 4,0 y 10,0 mg de KOH/g para aceites refinados, prensados en frío o vírgenes y de palma vírgenes, respectivamente (24).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la calidad química de aceites de *Sesamum indicum* (ajonjolí) y *Linum usitatissimum* (linaza) que se expenden en dos Bioferias de los distritos de Miraflores y Barranco en Lima, Perú.

2.2 Objetivos específicos

- Muestrear por conveniencia los aceites de ajonjolí y linaza que se expenden en puestos de venta de las Bioferias del Distrito de Miraflores y Barranco.
- Evaluar los índices químicos de los aceites de ajonjolí y linaza (densidad, acidez libre índice de acidez, índice de iodo e índice de peróxidos).
- Evaluar las condiciones de venta (etiquetado, registro sanitario) y condiciones de almacenamiento de las muestras de aceite en estudio.
- Comparar los resultados con las normas técnicas de calidad para aceites comestibles establecidas por el CODEX Alimentarius.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Muestras

- Aceite de ajonjolí 1
- Aceite de ajonjolí 2
- Aceite de linaza 1
- Aceite de linaza 2

3.1.2 Reactivos

- Ácido acético glacial al 99,5%
- Almidón solución 1%
- Cloroformo
- Etanol 80°
- Potasio Yoduro solución 10% p/v
- Sodio Tiosulfato 0,1 mol/l (0,1 N)
- Alcohol etílico neutralizado
- Fenolftaleína
- Hidróxido de Sodio 0,1 N

3.1.3 Instrumentos

- Agitador de vidrio
- Buretas
- Fiola de 1000 mL y de 500 mL
- Goteros
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml de capacidad con boca esmerilda con tapones de vidrio
- Mortero
- Picnómetro de 10, 25, 50 ó 100 cm³ de capacidad con rama capilar lateral para aforo
- Pipeta volumétrica
- Rejilla
- Vasos de precipitados

3.1.4 Equipos

- Agitador mecánico o electromagnético Scilogex MS-H-S

- Balanza analítica Axis con sensibilidad de 0,0001 g
- Balanza de precisión Ohaus $\pm 0,1$ g
- Estufa Memmert con regulador de temperatura, capaz de operar a $50^{\circ} \pm 0,2$ °C

3.2 Métodos

3.2.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, ya que la medición se realizó una sola vez en el tiempo y no hubo intervención por parte de las tesis. La investigación se llevó a cabo entre los meses de setiembre a octubre del 2018 en el laboratorio de bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UPC sede Villa en Chorrillos y en el laboratorio Socit Gnrale de Surveillance - SGS Per.

3.2.2 Muestreo y tamao de muestra

El muestreo se realiz por conveniencia, debido a la poca cantidad de Bioferias en Lima. Las muestras fueron tomadas de los distritos de Miraflores y Barranco. Se tom muestras de cada marca de aceite de ajonjol y de linaza, sin que se repitan las marcas entre ambas Bioferias. Se tom muestras de tres lotes distintos por cada marca.

3.2.3 Criterios de elegibilidad

3.2.3.1 Inclusin

Se incluy los aceites que se expenden en las Bioferias de Miraflores y de Barranco que contaban con registro sanitario y certificacin orgnica.

3.2.3.2 Exclusin

No se pod repetir la marca para un mismo tipo de aceite.

3.2.4 Metodologa para el anlisis

Las Bioferias donde fueron adquiridas las muestras se ubican en los distritos de Miraflores y Barranco: la de Miraflores (Bioferia Ecolgica), situada en el parque del Reducto N2, en el cruce de la avenida Benavides con la Va Expresa y la de Barranco (Feria Ecolgica de Barranco) en la avenida San Martn 15063. Los puestos de ambas Bioferias donde fueron adquiridas las muestras contaban con techo y los productos eran ofrecidos a la vista de las personas, encima de mesas decoradas (*Anexo I*)

Las muestras de aceites fueron adquiridas y llevadas al laboratorio en sus envases originales sellados. Para los análisis, se fue tomando muestras de dichos envases teniendo en todo momento cuidado de no contaminar las muestras. Estos envases fueron almacenados en el laboratorio en un ambiente libre de humedad y guardados en una caja de cartón a temperatura ambiente para protegerlos de la luz. Se procedió a realizar cada determinación por separado con sumo cuidado para evitar contaminación externa (*Anexo 2*)

3.2.4.1 Determinación de densidad

Se realizó la medición de la densidad relativa mediante el método del picnómetro de acuerdo a la Norma CODEX (STAN 210-1999) para aceites vegetales especificados (24). Se pesó el picnómetro vacío, con agua y con cada muestra de aceite en la balanza analítica Ohaus $\pm 0,1$ g. El cálculo se realizó por triplicado de acuerdo con la ecuación: $\rho_r = \frac{W_m}{W_a}$, donde W_m es la masa del aceite y W_a es la masa del agua (25, 26).

3.2.4.2 Determinación de índice de acidez

Según el CODEX Alimentarius, se utilizó el método de La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (UIQPA) 2.201 o ISO 660:1996 (24). Se realizó por titulación directa y se repitió tres veces. Se pesó 5g de cada muestra de aceite en un matraz Erlenmeyer (250 mL), se añadió 50 mL de alcohol etílico neutralizado y dos gotas de indicador de fenolftaleína. Luego se tituló con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta que la mezcla se tornara rosada. Después, se calculó la acidez con la fórmula: $IA = \frac{V \times N \times 56,1}{W}$, donde IA son los miligramos de NaOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de la muestra, V es el volumen de mL de la solución valorada de NaOH utilizada, N es la concentración normal de NaOH y W será el peso en gramos de la muestra de aceite (25).

3.2.4.3 Determinación de acidez libre

Según el CODEX Alimentarius, se utilizó el método de la UIQPA 2.201 o ISO 660:1996 (24). Se realizó por titulación directa y se repitió tres veces. Se pesó 5 g de cada muestra de aceite en un matraz Erlenmeyer (250 mL), se añadió 50 mL de alcohol etílico neutralizado y dos gotas de indicador de fenolftaleína. Luego se tituló con una solución de hidróxido de sodio hasta que la mezcla se tornara rosada. Luego, se calculó la acidez libre con la fórmula: $AL = \frac{2,82 \times N \times V}{W}$, donde AL son ácidos grasos libres, expresados en ácido oleico,

V es el volumen de mL de la solución valorada de NaOH utilizada, N es la concentración normal de NaOH y W será el peso en gramos de la muestra de aceite (25).

3.2.4.4 Determinación de índice de iodo

Esta evaluación se llevó a cabo en el laboratorio Socit Gnrale de Surveillance - SGS Per en el mes de octubre 2018. Las muestras fueron trasladadas hasta el laboratorio para su anlisis en sus envases originales, dentro de una caja de cartn cerrada para protegerlas de la luz. Se determin el ndice de iodo mediante el mtodo de Wijs de conformidad con ISO 3961:1996 (24). Se pes 0,15 g $\pm$ 0,1g de cada uno de los aceites, los cuales fueron mezclados en un matraz Erlenmeyer de 250 mL de capacidad con 20 mL de tetracloruro de carbono (Cl₄C) y 25 mL de reactivo de Wijs. Este reactivo se prepar con tetracloruro de carbono y monoclrulo de iodo (CII) disuelto en una mezcla de cido glacial. Se dej reposar en la oscuridad por 30 minutos y luego se le aadi 20 mL de yoduro de potasio al 15% y 100 mL de agua destilada. Se titul con una solucin de tiosulfato de sodio 0,1 N utilizando almidn de patata como indicador. Se utiliz la frmula: $II = \frac{(B-M) \times 12,69}{W}$, en la que II: el ndice de iodo en gramos de iodo que reaccionan con 100 gramos de muestra, B y M: los gastos en mL de la solucin de tiosulfato de sodio en la titulacin del blanco y la muestra, N: la normalidad de la solucin de tiosulfato y W: el peso de la muestra en gramos (25).

3.2.4.5 Determinacin de ndice de perxidos

Se determin por volumetra. El mtodo evala la capacidad del aceite de liberar iodo de una solucin saturada de yoduro de potasio. El iodo liberado se valor con una solucin de tiosulfato de sodio. La frmula utilizada fue: $IP = \frac{(Vm-Vb) \times N \times 1000}{M}$. Donde Vm es el volumen de tiosulfato de sodio gastado en la valoracin de la muestra, Vb es el volumen de tiosulfato de sodio gastado en la valoracin del blanco, N es la normalidad de la solucin de tiosulfato de sodio y M es la masa de la muestra en gramos. El mtodo fue citado en la norma NMX-F-154-1987 (27).

3.2.4.6 Evaluacin de las condiciones de almacenamiento

Se evalu el envase en el que se encontraban los aceites de acuerdo con lo establecido en la Norma Tcnica Ecuatoriana (28), as como las condiciones de almacenamiento en las que se encontraban los aceites en sus lugares de expendio segn lo determinado en la Norma

CODEX (STAN 210-1999) (24). Para facilitar la recolección de datos se realizó una ficha de evaluación de las condiciones de almacenamiento (*Anexo 3*).

3.2.4.7 Evaluación del etiquetado y registro sanitario

Se evaluó el contenido de la etiqueta de los productos, las que según el artículo 117 del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS 007-98-Perú) debían de presentar los nueve puntos obligatorios (nombre del alimento, contenido neto, lista de ingredientes y aditivos, número de registro sanitario, fecha de vencimiento, condiciones especiales de conservación, nombre y dirección en Perú del fabricante o importador, identificación del lote, nombre y dirección del fabricante) (29), al igual que la vigencia del registro sanitario, lo cual se verificó en la página web de Consultas de Registros Sanitarios de Alimentos de DIGESA (30). Para facilitar la recolección de datos se realizó una ficha de evaluación de las condiciones de etiquetado y registro sanitario (*Anexo 3*).

4 RESULTADOS

4.1 Determinación de densidad

El resultado de las densidades promedio de las muestras de aceites de ajonjolí y linaza (dos de cada tipo de aceite) medidos a temperatura de 25 °C se muestra en la Tabla N° 1.

Tabla 1
Determinación de densidad

	Mediana	Rango Intercuartílico	Parámetros normales establecidos por CODEX (STAN 210-1999)
Aceite de ajonjolí 1	0,921	0,03	0,915 – 0,924
Aceite de ajonjolí 2	0,921	0,01	0,915 – 0,924
Aceite de linaza 1	0,927	0,01	0,881 – 0,961
Aceite de linaza 2	0,926	0,01	0,881 – 0,961

Nota: Expresado en g/mL

4.2 Determinación de índice de acidez

Esta determinación tuvo como objetivo medir la cantidad de ácidos grasos libres en las muestras de aceites de ajonjolí y linaza, los resultados promedios de las determinaciones por triplicado se muestran en la Tabla N° 2.

Tabla 2
Determinación de índice de acidez

	Mediana	Rango Intercuartílico	Parámetros normales establecidos por CODEX (STAN 210-1999)
Aceite de ajonjolí 1	4,998	0,44	4,0
Aceite de ajonjolí 2	1,362	0,34	4,0
Aceite de linaza 1	2,043	0,12	4,0
Aceite de linaza 2	0,795	0,06	4,0

Nota: Expresado en mg de ácidos grasos libres/g de muestra

4.3 Determinación de acidez libre

La determinación de acidez libre en las muestras de aceite nos mostrará la calidad de los aceites en relación con el método de obtención y manipulación de las muestras. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 3.

Tabla 3
Determinación de acidez libre

	Mediana	Rango Intercuartílico	Parámetros normales establecidos por CODEX (STAN 210-1999)
Aceite de ajonjolí 1	0,25	0,022	0,2 a 0,65
Aceite de ajonjolí 2	0,07	0,017	0,2 a 0,65
Aceite de linaza 1	0,10	0,006	Máximo 0,2
Aceite de linaza 2	0,04	0,003	Máximo 0,2

Nota: Expresado en % de ácidos grasos libres, representado en ácido oleico

4.4 Determinación de índice de iodo

Esta determinación tuvo como objetivo medir el número de gramos de iodo absorbidos por 100 g de aceite, los cuales se reportarán a continuación en la Tabla N° 4.

Tabla 4
Determinación de índice de iodo

	Mediana	Rango Intercuartílico	Parámetros normales establecidos por CODEX (STAN 210-1999)
Aceite de ajonjolí 1	113,14	1,02	104-120
Aceite de ajonjolí 2	113,89	0,90	104-120
Aceite de linaza 1	187,45	0,78	186
Aceite de linaza 2	156,42	0,51	186

Nota: Expresado en g de iodo/100g de muestra

4.5 Determinación de índice de peróxidos

Esta determinación tuvo como objetivo medir la cantidad de peróxidos presentes en las muestras que ocasionan la oxidación del yoduro de potasio, los resultados promedios de las determinaciones por triplicado se muestran en la Tabla N° 5.

Tabla 5
Determinación de índice de peróxidos

	Mediana	Rango Inter cuartílico	Parámetros normales establecidos CODEX (STAN 10-1981)
Aceite de ajonjolí 1	19,85	4,50	15
Aceite de ajonjolí 2	16,99	2,10	15
Aceite de linaza 1	36,03	4,75	10
Aceite de linaza 2	12,29	2,47	10

Nota: Expresado en mEq de O₂/kg de grasa

4.6 Evaluación de las condiciones de almacenamiento

Tabla 6
Evaluación de las condiciones de almacenamiento

	Aceite de ajonjolí 1	Aceite de ajonjolí 2	Aceite de linaza 1	Aceite de linaza 2
Envase	No adecuado	No adecuado	Adecuado	Adecuado
Almacenamiento	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado

4.7 Evaluación del etiquetado y registro sanitario

Tabla 7
Evaluación del etiquetado y registro sanitario

	Aceite de ajonjolí 1	Aceite de ajonjolí 2	Aceite de linaza 1	Aceite de linaza 2
Etiquetado	No adecuado	No adecuado	Adecuado	Adecuado
Registro Sanitario	Vencido	Vencido	Vigente	Vigente

5 DISCUSIÓN

Los aceites son utilizados en la mayoría de preparaciones culinarias, tanto en la gastronomía peruana como en la comida fusión (1). Ha surgido interés por parte de los consumidores de optar por aceites distintos a los convencionales como el de ajonjolí y linaza, asociados a diversos estudios que exponen los valores nutricionales de estos aceites. El aceite de ajonjolí contiene 43% de omega 6 y casi 1% de omega 3 (4), mientras que el de linaza tiene niveles bajos de ácidos grasos saturados, 20% de omega 9, 56% de omega 3 y 15% de omega 6 (5). Estas alternativas que ofrecen perfiles lipídicos de mayor calidad que los convencionales son hoy en día recomendados por profesionales de nutrición. Y son en las Bioferias donde los encontramos principalmente. Estos aceites compuestos en su mayoría por ácidos grasos poliinsaturados son susceptibles a distintos factores que pueden dañar su composición (6). Estos dan inicio a reacciones oxidativas que pueden alterar las características organolépticas, disminuir la calidad nutricional y pueden generar radicales libres perjudiciales para la salud del consumidor (14).

5.1 Determinación de densidad

Los resultados encontrados tras el análisis de los aceites de linaza mostraron que los valores de densidad se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el CODEX (STAN 210-1999) para aceites vegetales, al igual que los aceites de ajonjolí. Los resultados obtenidos en las cuatro muestras son cercanos a los establecidos para el aceite de oliva, por lo que podemos apreciar la similitud entre estos tres tipos de aceites; la densidad de los ácidos grasos presentes en los aceites aumenta al aumentar su grado de insaturación, por lo cual, al tener índices similares a los del aceite de oliva se puede decir que poseen un grado de insaturación similar (31), lo mismo ocurre al compararlos con el aceite de girasol (32). La densidad de un aceite es una constante que no varía mucho mientras este esté puro y fresco (33). Sin embargo, puede verse afectada por la edad, rancidez, exposición a la luz, etc. (21). Por lo que si la densidad no se encuentra dentro de los rangos establecidos se puede deducir que el aceite ha perdido su grado de insaturación, es decir que se habría oxidado ligeramente. Este análisis es utilizado también para determinar adulteraciones en el producto.

5.2 Determinación de índice de acidez

Según la Norma CODEX para aceites vegetales, 4% es el límite máximo aceptable para el índice de acidez para aceites prensados en frío y vírgenes. Todas las muestras analizadas,

menos la marca número 1 de ajonjolí presentaron índices dentro de los rangos establecidos (24). La primera marca de ajonjolí se encontraba con la acidez por encima del 4%, lo cual puede deberse a condiciones inadecuadas en las etapas de producción y almacenamiento. Para evitar que esto ocurra se debe tomar en consideración algunos puntos como; periodos de retención o residencia cortos, temperaturas de proceso altas para evitar el desarrollo de microorganismos, humedad final del aceite por debajo de 0,10% en peso, temperatura de almacenamiento de 50 °C +/- 5 °C, limpieza adecuada de los tanques de proceso y almacenamiento, etc. Además, se ha comprobado que la acidez de un aceite se puede incrementar del 6% al 21% en 21 días si es que éste se almacena en un lugar húmedo, razón por la cual el almacenamiento es un factor muy importante en la conservación de estos productos (34). Por otro lado, el deterioro de la calidad del aceite también se puede dar por un mal estado en los frutos de origen utilizados en su preparación (35). Un mayor grado de acidez significa un mayor grado de deterioro, pudiendo llegar a generar sabores indeseables en el producto (21).

5.3 Determinación de acidez libre

Los resultados de la determinación de acidez libre muestran valores dentro de los parámetros establecidos. La acidez libre en el aceite de ajonjolí puede variar de 0,2 a 0,65% dependiendo de la calidad de la semilla (35). Partir de materias primas en mal estado, en este caso semillas oleaginosas, puede arrojar un valor de acidez libre elevado. Por otra parte, un valor elevado puede indicar también un alto grado de enranciamiento en los aceites originados por oxidación o por hidrólisis (36). Los aceites de por sí empiezan a descomponerse desde el momento en que son aislados de su ambiente natural y la presencia de ácidos grasos libres es un indicador de acciones hidrolíticas (18). La hidrólisis es la reacción de la grasa con una sustancia como el agua, y esta acción se ve acelerada cuando se incrementa la cantidad de agua que contienen los aceites. Si el aceite presenta un bajo porcentaje de ácidos grasos libres, ello demuestra la poca cantidad de agua contenida en el aceite, lo cual se traduce a una mayor estabilidad frente a la oxidación durante el almacenamiento, lo cual no se ve en los aceites analizados en la presente investigación (33).

5.4 Determinación de índice de iodo

El índice de iodo está relacionado con el punto de fusión o dureza y la densidad de la materia grasa y se define como los gramos de halógeno calculados en iodo bajo ciertas condiciones (25°C) en 100 g de aceite (37). En otras palabras, sirve para determinar el

grado de insaturación de los aceites (35). En los resultados encontramos que ambas marcas de aceite de ajonjolí se encontraban dentro del rango establecido por el CODEX Alimentarius (24). Por otro lado, en el caso de los aceites de linaza, la marca número 1 se encuentra fuera del parámetro establecido, no obstante, la segunda marca presentó un resultado por debajo del rango esperado. Los ácidos grasos insaturados son más adecuados para las frituras, pero a su vez presentan desventajas por su inestabilidad, ya que a mayor grado de insaturación los aceites pierden su estabilidad al efecto de la temperatura.

5.5 Determinación de índice de peróxidos

El índice de peróxidos es un buen indicador de la calidad del aceite. Un aceite completamente fresco presenta valores menores a 1, no obstante, aceites almacenados por algún tiempo pueden presentar valores de 10 a 15 antes de presentar problemas de sabor, pudiendo presentar ya algunos cambios en el olor debido a las cetonas y aldehídos en los que se descompone (36). Los resultados obtenidos tras los análisis muestran valores por encima de los parámetros establecidos como adecuados, la segunda marca de linaza es la que se encuentra más cerca de cumplir con la norma, sin embargo, sigue manteniéndose fuera. Los valores de peróxidos determinan el estado de oxidación y también indican el deterioro del valor nutricional de los mismos como por ejemplo la cantidad de vitamina E (35). Además, un índice elevado de peróxidos demuestra un avance en la rancidez del producto (18). Estos resultados son preocupantes debido a que los peróxidos son compuestos tóxicos que pueden llegar a alterar las vitaminas y la hemoglobina, además de que inhiben algunas enzimas y pueden llegar a ejercer una acción mutagénica. Y más aún, pueden llegar a producir lesiones patológicas en el aparato digestivo y se cree que sensibilizan la acción de algunos agentes cancerígenos (37).

5.6 Evaluación de las condiciones de almacenamiento

5.6.1 Envase

En el Perú no se cuenta con una norma o reglamento que establezca qué tipo de envase debe utilizarse para envasar los aceites y el CODEX no especifica detalles al respecto. Recurrimos por tanto a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 0006:2012), según la cual los envases que contengan aceites extra vírgenes prensados en frío podrán ser de vidrio, metal, plástico u otro material resistente que no afecte las características organolépticas del producto. Todos los envases deberán estar completamente desodorizados y provistos de cierre hermético que garantice la inviolabilidad del mismo y sobre todo

deben ser de color oscuro (28). Esta última consideración debido a que la luz es uno de los principales factores que promueven la oxidación, ya que los ácidos grasos presentes en los aceites son capaces de absorber la luz solar. Una de las formas de retrasar el apareamiento de rancidez es la protección contra la luz, incrementando así la vida útil de los aceites (21). Los radicales libres que dan inicio a la cadena oxidativa aparecen por medio de energía térmica o luminosa.

Ambos aceites de ajonjolí, no se encontraban en envases oscuros que los protegieran de la luz. Esto podría ser un causante directo de la alteración de los valores de los índices evaluados anteriormente.

5.6.2 Almacenamiento

La rancidez es uno de los principales problemas que surgen durante la etapa de almacenamiento (38). Es por ello que el almacenamiento adecuado es evitando la exposición a la luz, manteniendo el producto a una temperatura promedio de 25 °C, en un lugar exento de contaminantes (32). Exender aceites de alta estabilidad al consumidor debe ser una meta constante, ya que es posible aumentar la estabilidad por medio de prácticas sencillas y de bajo costo (36). En este caso, todos los aceites se encontraban almacenados en el lugar de expendio de la manera adecuada según la reglamentación para aceites extra vírgenes prensados en frío (24).

5.7 Evaluación de etiquetado y registro sanitario

5.7.1 Etiquetado

Un producto para ser comercializado en Perú debe presentar los nueve puntos obligatorios establecidos en el Artículo 117 del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas (DS-007-98-SA): nombre del alimento, contenido neto, declaración de ingredientes y aditivos empleados, número de registro sanitario, fecha de vencimiento, condiciones especiales de conservación, nombre y dirección en el Perú del fabricante o importador, identificación del lote, nombre y dirección del fabricante (31). En este caso, el aceite 1 de ajonjolí no contaba con fecha de vencimiento ni registro sanitario vigente ni condiciones especiales de conservación. Mientras que el aceite 2 de ajonjolí no contaba con lista de ingredientes ni registro sanitario vigente. Un correcto etiquetado evitará que se induzca al consumidor a una posible mal interpretación de la información. La estandarización de la información ayuda a los negocios a incrementar la productividad y

protege a los usuarios certificando que los productos se rigen bajo estándares internacionales (39).

5.7.2 Registro Sanitario

El registro sanitario es el documento que autoriza la fabricación, envasado e importación de un producto destinado al consumo humano (40). Este documento certifica que el producto a comercializarse cumple con las condiciones sanitarias estipuladas. Un producto que no cuenta con registro sanitario o cuyo registro sanitario se encuentra vencido presenta un posible riesgo para el consumidor, ya que podría no ser inocuo para el consumidor o haber sido adulterado. Ambos aceites de ajonjolí cuentan con registro sanitario, pero éste se encuentra vencido, por lo tanto no hay nada que certifique su calidad y que no tendrá repercusiones en la salud del consumidor.

6 CONCLUSIONES

- Se logró evaluar la calidad química de aceites de *Sesamum indicum* (ajonjolí) y *Linum usitatissimum* (linaza) que se expenden en dos Bioferias de los distritos de Miraflores y Barranco en Lima, Perú. Se encontró que todas las muestras de aceite se encontraban fuera de los parámetros establecidos en por lo menos un indicador químico.
- De las muestras de aceite de ajonjolí analizados, el aceite 1 presentó índice de acidez por encima de lo establecido con 4,998 mEq, índice de peróxidos de 19,85 mEq, siendo 15 el límite máximo. Asimismo, registro sanitario vencido, etiquetado inadecuado y envase no correspondiente, lo cual sumado a lo anterior demostraría la falta de inocuidad del producto. Mientras que el aceite 2 presentó índice de peróxidos de 16,99 mEq junto con un etiquetado y envase inadecuado y registro sanitario vencido.
- De las muestras de aceite de linaza analizados, el aceite 1 presentó índice de iodo por encima de lo establecido con 187,45 g e índice de peróxidos de 36,03 mEq, siendo 10 el límite máximo. Mientras que el aceite 2 solamente presentó índice de peróxidos inadecuado con 12,29 mEq.
- Sobre las condiciones de venta y de almacenamiento de estos aceites en las Bioferias podemos afirmar que las dos muestras del aceite de ajonjolí contaba con registro sanitario vencido por lo que no debería expendirse al consumidor.

7 ASPECTOS ÉTICOS, ADMINISTRATIVOS Y REGULATORIOS

Este protocolo fue presentado al Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas para su evaluación siendo exonerado. Esta investigación no afectó la salud de ningún ser vivo, ni a las marcas de las muestras de aceites pues estas se mantuvieron en absoluta confidencialidad, y por tanto la investigación se condujo en todo momento de forma ética.

8 LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO

- La principal limitación de este estudio fue que la mayoría de puestos de las Bioferias que expenden aceites de linaza y ajonjolí trabajan con las mismas marcas lo que limitó el número de muestras para el análisis, por lo que los resultados de la presente investigación tienen poco alcance.
- Es la primera investigación sobre el tema en el Perú y por ello no se ha podido establecer mayores comparaciones, sin embargo, al ser pionera se constituye en un referente para futuras investigaciones.
- Los hallazgos de esta investigación podrán ser utilizados como información relevante en la decisión de compra de los consumidores de las Bioferias, tanto de aceites como de productos orgánicos en general.

9 RECOMENDACIONES

- Se recomienda en futuras investigaciones incluir una evaluación organoléptica de los aceites a cargo de catadores expertos.
- Además de buscar financiamiento para realizar un estudio de estabilidad química de este tipo de aceites mediante el método acelerado de Rancimat.
- Los hallazgos de la presente investigación deben ser socializados y difundidos con la comunidad científica y la asociación de consumidores con el fin de informar y mejorar la decisión de compra de los consumidores, así como seguir realizando investigaciones en otros aceites o productos en general que se comercializan en estos centros de venta.
- Informar a las autoridades competentes y a las entidades reguladoras de calidad de alimentos sobre los hallazgos obtenidos en la presente tesis, con el fin de que puedan ser más vigilantes de la calidad e inocuidad de productos alimenticios y salvaguardar la

salud de los consumidores, cumpliendo con nuestro deber como profesionales de la salud.

10 REFERENCIAS

- (1) Valenzuela A, Sanhueza J, Nieto S. ¿Es posible mejorar la calidad nutricional de los aceites comestibles? Rev. chil. nutr. 2002; 29(1): 174-180. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182002029100002&lng=es
- (2) Pérez I. Evaluación de cuatro temperaturas de prensado en calidad del aceite virgen de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Universidad Nacional del Centro del Perú. 2008. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2634/Perez%20Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (3) Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles. Real Decreto 308/1983. BOE. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/1983/BOE-A-1983-5543-consolidado.pdf>
- (4) Ramos F, Ponce L, Barnett E, Celi L, Ramos M. Perfil de ácidos grasos de aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en comparación con otros aceites vírgenes comestibles. Campus. 2016; 11(21): 101-108. Disponible en: <http://www.usmp.edu.pe/campus/pdf/revista21/articulo10.pdf>
- (5) Chan. Eficacia antioxidante de los compuestos fenólicos de la Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en la estabilidad del aceite de linaza (*Linum usitatissimum* L.). Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. Disponible en: http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1791/Q04_C355_T%20BAN%20UNALM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- (6) Efecto del consumo de linaza (*Linum usitatissimum*) sobre el perfil lipídico de adultos aparentemente sanos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2012. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/1164/Colonia_ra.pdf?sequence=1
- (7) Loreto, López. Caracterización de distintas variedades de linaza (*Linum usitatissimum* L.) mediante la determinación del contenido de materia grasa y perfil lipídico. Universidad Austral de Chile. 2010. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/fal864c/doc/fal864c.pdf>
- (8) Gómez C, Bermejo L, Loria V. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. Nutr Hosp. 2011; 26(2): 323-329. Disponible en: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n2/13_original_06.pdf

- (9) Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. FAO. 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf>
- (10) Chuspe K, Ñañez C, Benites Ó, Soria C. La economía social y solidaria de la BioFeria de Miraflores. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2016; 20(37): 345-354. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/article/view/13418/12069>
- (11) Casas L. Oportunidades comerciales para el mercadeo de productos agroecológicos y procesados de la Asociación APECY en Ferias Ecológicas de Lima Metropolitana. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2209>
- (12) Higuchi A. Características de los consumidores de productos orgánicos y expansión de su oferta en Lima. Apuntes. 2015; 42(77): 57-89. Disponible: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-18652015000200002
- (13) Cody K. The same reality of each place is different"): A case study of an organic farmers market in Lima, Peru. Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development. 2014; 5(3): 53-69. Disponible en: <https://scholarworks.uvm.edu/fss2014/28/>
- (14) Baquerizo M, Glorio P, Rodríguez G, Villanueva E. Estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Scientia Agropecuaria. 2015; 6(3): 155-163. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172015000300002&script=sci_arttext&tlng=en
- (15) Barrionuevo ML. Cinética de oxidación del aceite de oliva virgen extra de diferentes variedades mediante pruebas aceleradas de vida útil. Universidad de Córdoba. 2016: 1-29. Disponible en: <http://helvia.uco.es/handle/10396/14107>
- (16) Morcillo L. Papel de las pirofeofitinas como marcadores del aceite de oliva virgen. Universidad de Sevilla. 2017: 1-39. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/66481>
- (17) Romero del Río I. Evaluación de indicadores de la calidad del aceite de oliva virgen: fortalezas, debilidades y oportunidades. Universidad de Sevilla. 2015: 1-247. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/33613>

- (18) Aguilar MR, Jiménez ME, Kolar E, Zambrano ML. Propiedades físicas y químicas del aceite de aguacate obtenido de puré deshidratado por microondas. Rev. Soc. Quím. México. 2001; 45(2): 89-92. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932001000200009&lng=es
- (19) Castillo D, Rodríguez G, Villanueva E. Influencia de los parámetros Rancimat sobre la determinación del índice de estabilidad oxidativa del aceite de *Sesamum indicum* L. Scientia Agropecuaria. 2013; 4(3): 173-180. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/3576/357633706003/>
- (20) Código Alimentario Argentino. Capítulo VII. Alimentos Grasos y Aceites Alimenticios. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VII.pdf
- (21) Arango N. Análisis de la calidad del aceite de mezclas vegetales utilizado en doce frituras sucesivas empleado para freír papa sabanera tipo francesa. Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8794/tesis739.pdf?sequence=1>
- (22) Medina G. Aceites y grasas comestibles. Universidad de Antioquia. Disponible en: http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Gilma_Medina/Grasasyaceites/Documento_Grasas_y_aceites.pdf
- (23) Ficha técnica de aceites vegetales comestibles. SEACE. Disponible en: <https://zonasegura.seace.gob.pe/documentos/documentos/FichaSubInv/827033542rad101C7.pdf>
- (24) Norma del CODEX para aceites vegetales especificados CODEX (STAN 210-1999). Disponible en: <https://previa.uclm.es/profesorado/mdsalvador/58119/practicas/CODEX%20Stan%20210%20Aceites%20vegetales.pdf>
- (25) Paucar LM, Salvador R, Guillén J, Capa J, Moreno C. Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de *sacha inchi* (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. Scientia Agropecuaria. 2015; 6 (4): 279-290. Disponible en: http://www.academia.edu/19367052/DENSIDAD_DE_ACEITES

- (26) Puerta B, Puclia D, Quiroz J, Rodriguez S, Salazar D. Cálculo de la densidad en distintos tipos de aceites. Universidad Nacional de Trujillo. 2015. Disponible en: http://www.academia.edu/19367052/DENSIDAD_DE_ACEITES
- (27) Alimentos. Aceites y grasas vegetales o animales. Determinación del índice de peróxido. Normas Mexicanas NMX-F-154-1987. Disponible en: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-154-1987.PDF>
- (28) Aceites y grasas de origen animal y vegetal. Empacado y envasado. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0006:2012. Disponible en: <http://studylib.es/doc/6003561/aceites-y-grasa-de-origen-animal-y-vegetal-empacado-e...>
- (29) Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas. Ley General de Salud. 1998. Disponible en: <https://apps.contraloria.gob.pe/pvl/files/D.S.%20007-98-SA.pdf>
- (30) Consultas de Registros Sanitarios de Alimentos. DIGESA. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/Expedientes/Consulta_Registro_Sanitario.aspx
- (31) Rodríguez P, Silva A, Carrillo M. Caracterización fisicoquímica del aceite de nuez de Macadamia (*Macadamia integrifolia*). Journal of Food. 2011; 9(1): 58-64. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/19476331003597097?needAccess=true&fbclid=IwAR1X25ExQmwrR3Z91P5s-WjUnqoP6hbcMfPgkMdtMFq8WnjuEX7qWxJZYFE>
- (32) Código Alimentario Argentino. Alimentos Grasos Aceites Alimenticios. 2017. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VII.pdf
- (33) Alimentos. determinación de la densidad relativa en aceites y grasas vegetales o animales. Normas Mexicanas NMX-F-075-1987. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-075-1987.PDF>
- (34) Beltrán C. Influencia del procesamiento sobre la calidad final del aceite. Revista Palmas. 1991; 12: 102-107. Disponible en: https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/311/311?fbclid=IwAR3KGwn-umLkxiRlNpCwGv9sdqqrFXree6FKdp_p_Ie2yk77Tq6LG3cNhCE
- (35) Castillo F, Zavala F. Obtención del aceite virgen de la semilla de ajonjolí. Universidad de Guayaquil. 2008. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/1647/1/1011.pdf?fbclid=IwAR0lS7zaPq4e7kqAyyqR1-9nb-F-kSs_f-sFZmosU3HOIEL4vWQarkZ25UM

- (36) Yaulema D. Regeneración de aceites comestibles. Universidad de Guayaquil. 2014. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7212/1/YAULEMA.pdf?fbclid=IwAR07A7OKtt5XCB88Fy6ZNGa1PkGa9zEoN2CSOARiawiE3ARs4GKV9UoDelg>
- (37) Cortez D, Sánchez E. Evaluación de la estabilidad oxidativa de la mezcla de aceites de chia (*Salvia Hispánica L.*) y Ajonjolí (*Sesamum Indicum L.*). Universidad Nacional de Santa. 2017. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2985/46311.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3WR30KxRXrkfqawUrQ-ye1hxJMQwvFh4hzBosZsDKMbXdZsmJpN37cUFc>
- (38) Barrera D. Estabilidad y utilización de nitrógeno en aceites y grasas. *Grasas y aceites*. 1998; 49(1): 55-63.
- (39) Delgado W. ¿Por qué se enrancian las grasas y aceites? *Palmas*. 2004; 25(2): 35-43. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/990/990>
- (40) INACAL y la Estandarización. Instituto Nacional de Calidad. 2016. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/inacal-y-estandarizacion>
- (41) Normas para grasas y aceites no regulados por normas individuales. CODEX STAN 19-1981. CODEX ALIMENTARIUS. Disponible en: www.fao.org/input/download/standards/74/CXS_019s_2015.pdf
- (42) Alimentos Producidos Orgánicamente. CODEX ALIMENTARIUS. Roma. 2007. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1385s/a1385s00.pdf>
- (43) Vitaminas. Capítulo 11. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0f.htm>
- (44) Normas internacionales de los alimentos. CODEX ALIMENTARIUS. Disponible en: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>
- (45) Sánchez D. Síntesis enzimática de acilglicéridos de alto valor nutricional. Universidad nacional del Sur. Argentina. 2016. Disponible en: <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/2686/1/S%C3%ADntesis%20enzim%C3%A1tica%20de%20acilglic%C3%A9ridos%20de%20alto%20valor%20nutricional.pdf>
- (46) Álava J, Díaz A. Influencia de las características físico-químicas de aceites residuales de restaurantes en la calidad de biodiesel. ESPAMMFL. 2018. Disponible en: <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/869/1/TTMA26.pdf>

- (47) Inocuidad alimentaria. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/food-safety/es/>
- (48) Chamorro A, Pacheco M, Tamayo M. Estudio científico sobre la adición de Omega-3 (DHA/EPA) para el mejoramiento cognitivo de niños menores de cinco (5) años. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia. 2016. Disponible en: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1771/1/Estudio_cientifico_adicion_Omega3.pdf
- (49) Instituto nacional del cáncer. NIH. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/radical-libre>
- (50) Certificación y registro sanitario. DIGESA. Ministerio de Salud. Disponible en: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/DHAZ/certificacion.asp>

11 GLOSARIO

- **Aceite prensado en frío:** aceite vegetal comestible obtenido sin modificar, mediante procedimientos mecánicos, sin la aplicación de calor. Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación únicamente (41).
- **Aceite refinado:** aceite con características deseadas por los consumidores, como sabor y olor suaves, aspecto limpio, color claro y estabilidad frente a la oxidación (36).
- **Aceite virgen:** aceite vegetal comestible obtenido sin modificar su naturaleza por procesamiento mecánicos, y por aplicación únicamente de calor. Podrán haber sido purificados por lavado, sedimentación, filtración y centrifugación (41).
- **Alimento orgánico:** alimento que sean producto de un sistema de agricultura orgánica que utiliza prácticas de gestión orientadas a mantener ecosistemas de productividad sostenible usando únicamente productos naturales, evitando en toda etapa de producción el uso de fertilizantes, herbicidas o pesticidas químicos al igual que en los suelos donde son cultivados (42).
- **Betacaroteno:** carotenoide que actúan como provitamina o precursor de vitamina A, siendo sustancias amarillas existentes en muchos vegetales (43).
- **Bioferia:** feria de productos alimenticios naturales orgánicos, donde los productos no son presentados por su marca sino valorados por su proceso de producción (10).
- **Codex Alimentarius:** conjunto de normas, directrices y códigos de prácticas aprobados por la Comisión del Codex Alimentarios. La comisión constituye el elemento central del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias y fue establecida por la FAO y la OMS con la finalidad de proteger la salud de los consumidores y promover prácticas leales en el comercio alimentario (44).
- **Enranciamiento:** proceso químico por el cual pasan las grasas y aceites al estar en contacto con aire, humedad y temperatura, viéndose alterada su naturaleza química y por ende sus características organolépticas. Se puede dar por oxidación o hidrólisis (36).
- **Glicéridos:** ésteres formados a partir de glicerol y ácidos grasos. El glicerol tiene tres grupos hidroxilo, que pueden ser esterificados con uno, dos, o tres ácidos grasos para formar monoglicéridos, diglicéridos, y triglicéridos respectivamente (45).
- **Hidrólisis lipídica:** reacción química que se produce cuando el agua reacciona con los triglicéridos produciendo su hidrólisis, liberando ácidos grasos libres,

monoglicéridos, diglicéridos y glicerol. Los triglicéridos que poseen ácidos grasos de cadena corta son más sensibles a la hidrólisis que aquellos que tienen cadena larga (46).

- **Inocuidad:** ausencia de peligro, o niveles seguros y aceptables, en los alimentos que pueden dañar la salud de los consumidores (47).
- **Omega 3:** ácido graso poliinsaturado cuyo primer doble enlace se sitúa en el tercer átomo de carbono de la cadena, dentro de esta familia se encuentran DHA y EPA (48).
- **Omega 6:** ácido graso poliinsaturado cuyo primer doble enlace se sitúa en el sexto átomo de carbono de la cadena (48).
- **Oxidación:** reacción química que se produce fundamentalmente en los ácidos grasos insaturados de los triglicéridos. El oxígeno atmosférico reacciona con el aceite en la superficie de contacto y ataca a los dobles enlaces y como consecuencia se pueden producir olores desagradables en los aceites (46).
- **Pirofeofitinas:** son productos generados por la degradación de las feofitinas, que a su vez son compuestos de degradación de las clorofilas. Las pirofeofitinas aumentan con el tiempo de almacenamiento el aceite, por acción de la temperatura y/o la hidrólisis (16).
- **Radicales libres:** tipo de molécula inestable que se forma durante el metabolismo normal de las células. Se pueden acumular en las células y dañar otras moléculas, como el ADN, los lípidos y las proteínas. Este daño puede aumentar el riesgo a diversas enfermedades (49).
- **Método Rancimat:** sirve para determinar la estabilidad oxidativa de los aceites. Este método se realiza bajo condiciones aceleradas de almacenamiento a altas temperaturas, es ampliamente utilizado por ser confiable, reproducible, no demanda consumo de reactivos y las medidas pueden ser monitoreadas automáticamente a través del tiempo (14).
- **Registro sanitario:** certificación que tiene como objetivo evaluar el cumplimiento de los lineamientos técnico normativos y requisitos para el otorgamiento del Certificado de Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas industrializadas, sean de fabricación nacional o importados, así como generar un sistema único de codificación, sujetos a vigilancia y control sanitario (50).

- **Tocoferol:** vitamina liposoluble obtenida principalmente de los vegetales y cereales de grano entero. Es un antioxidante por su gran capacidad de limitar la oxidación. Su presencia en los aceites ayuda también a evitar la oxidación de los ácidos grasos no saturados (43).

12 ANEXOS

Anexo 1: Registro fotográfico de la recolección de muestra

Anexo 2: Registro fotográfico de la ejecución de análisis

Identificación de las muestras

Determinación de la densidad

Determinación del índice de acidez y acidez libre

Pesado de reactivos para la determinación del índice de peróxidos

Determinación del índice de peróxidos

Determinación del índice de peróxidos

Anexo 3: Instrumento para la evaluación de condiciones de venta y almacenamiento

Evaluación de la calidad química de aceites de *Sesamum indicum* (ajonjolí) y *Linum usitatissimum* (linaza) que se expenden en dos Bioferias de los distritos de Miraflores y Barranco en Lima, Perú

**FICHA DE EVALUACIÓN DE CONDICIONES DE
ALMACENAMIENTO, ETIQUETADO Y REGISTRO SANITARIO**

	Aceite de Ajonjolí 1	Aceite de Ajonjolí 2	Aceite de Linaza 1	Aceite de Linaza 2
Envase	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado
	No adecuado	No adecuado	No adecuado	No adecuado
Almacenamiento	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado
	No adecuado	No adecuado	No adecuado	No adecuado
Etiquetado	Adecuado	Adecuado	Adecuado	Adecuado
	No adecuado	No adecuado	No adecuado	No adecuado
Registro sanitario	Vigente	Vigente	Vigente	Vigente
	No vigente	No vigente	No vigente	No vigente

Característica	Definición
Envase (27)	<ul style="list-style-type: none"> - Podrán ser envases de vidrio, metal, plástico u otro material resistente que no afecte las características organolépticas del producto. - Todos los envases deberán estar completamente desodorizados y provistos de cierre hermético que garantice la inviolabilidad de este. - Los envases deben ser de color oscuro.
Almacenamiento (24)	Se puede almacenar a temperatura ambiente en un lugar exento de contaminantes.
Etiquetado (39)	La etiqueta debe presentar los nueve puntos obligatorios: nombre del alimento, contenido neto, lista de ingredientes, registro sanitario, fecha de vencimiento, instrucciones para el uso, nombre y dirección en Perú del fabricante o importador, identificación del lote, nombre y dirección del fabricante.
Registro sanitario (40)	Vigencia del documento que autoriza la fabricación, envasado e importación de un producto destinado al consumo humano.

Anexo 4: Carta de aprobación de cambio de título

UPC

Universidad Peruana de
Ciencias Aplicadas

Avenida Alameda
San Marcos cuadra 2
Chorrillos
Lima 9-Perú
T 511 313 3333
www.upc.edu.pe

«exigete, innova»

FC5/040-03-18

Chorrillos, 23 de mayo de 2018

Alumnos

Paloma Talavera Barra

Micaela Urrutia Correa

Alumnos de la Carrera de Nutrición y Dietética

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Presente.-

PI036-18: Evaluación de la calidad y estabilidad química de aceites de sesamum indicum (ajonjolí) y linum usitatissimum (linaza) que se expende en dos biosferas del distrito de Miraflores y barranco en Lima Perú.

Estimado(a) investigador(a):

Hemos recibido el protocolo de investigación, y los documentos de soporte, los cuales han sido revisados en detalle. Luego de esta revisión, se concluye que esta investigación queda **EXONERADA (EXENTA) DE REVISION** adicional por parte del Comité de Ética e Investigación (CEI) de la Facultad de Ciencias de la Salud y pueden proceder con su ejecución. La determinación de esta categorización se basa en lo establecido en el reglamento del Comité.

Los investigadores deben de informar al Comité sobre cualquier cambio en el protocolo posterior a este dictamen. Del mismo modo, de forma anual y desde esta fecha, los investigadores deben enviar un breve informe de avances al Comité y un breve informe final al momento del cierre definitivo del estudio. Del mismo modo, ante la aparición de cualquier evento o efecto –previsible o no- que comprometa la integridad y bienestar de las unidades de estudio, los investigadores o a su equipo de investigación durante el curso de la implementación, estos deben de ser también informados inmediatamente a este comité. El comité se reserva el derecho de supervisar de manera inopinada la progresión de la investigación en cualquier momento y bajo cualquier modalidad. Nos permitimos recordar a los investigadores que la ejecución de un proyecto de investigación que contemple aspectos no meritorios de la categorización de “exenta de revisión” es una grave falta la cual puede ser sancionada con el cierre definitivo del estudio e imposibilidad de utilizar cualquier dato recolectado o generado en el mismo.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente

Eddy Roberto Segura Paucar, MD, MPH

Presidente del Comité de Ética

Facultad de Ciencias de la Salud

Anexo 5: Carta de aprobación de cambio de título

CEI/ 028-05-19

Chorrillos, 12 de julio de 2019

Alumnas
Urrutia Correa, Micaela
Talavera Barra, Paloma
Programa de Nutrición y Dietética
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Presente.-

PI036-18: Evaluación de la calidad y estabilidad química de aceites de *Sesamum indicum* (ajonjolí) y *Linum usitatissimum* (linaza) que se expenden en dos Bioferias del distrito de Miraflores y Barranco en Lima, Perú.

Estimadas investigadoras:

Hemos recibido el protocolo de investigación y los documentos de soporte, los cuales han sido revisados en detalle. Luego de esta revisión, se concluye el cambio de título del proyecto antes "Evaluación de la calidad y estabilidad química de aceites de *Sesamum indicum* (ajonjolí) y *Linum usitatissimum* (linaza) que se expenden en dos Bioferias del distrito de Miraflores y Barranco en Lima-Perú" ahora "Evaluación de la calidad química de aceites de *Sesamum indicum* (ajonjolí) y *Linum usitatissimum* (linaza) que se expenden en dos Bioferias de los distritos de Miraflores y Barranco en Lima, Perú", está aprobado y la investigación queda **EXONERADA (EXENTA) DE REVISIÓN** adicional por parte del Comité de Ética e Investigación (CEI) de la Facultad de Ciencias de la Salud y pueden proceder con su ejecución. La determinación de esta categorización se basa en lo establecido en el reglamento del Comité.

Las investigadoras deben de informar al Comité sobre cualquier cambio en el protocolo posterior a este dictamen. Del mismo modo, ante la aparición de cualquier evento o efecto –previsible o no– que comprometa la integridad y bienestar de las unidades de estudio, a las investigadoras o a su equipo de investigación durante el curso de la implementación, estos deben de ser también informados inmediatamente a este comité. El comité se reserva el derecho de supervisar de manera inopinada la progresión de la investigación en cualquier momento y bajo cualquier modalidad. Nos permitimos recordar a las investigadoras que la ejecución de un proyecto de investigación que contemple aspectos no meritorios de la categorización de "exenta de revisión" es una grave falta la cual puede ser sancionada con el cierre definitivo del estudio e imposibilidad de utilizar cualquier dato recolectado o generado en el mismo.

Esta aprobación tiene una duración de 18 meses a partir de la fecha de esta carta. Sin otro particular, quedo de ustedes.

Dr. Rodrigo Ruedón Herz
Presidente del Comité de Ética
Facultad de ciencias de la Salud

25 años
UPC
crearte. innova.

UPC

Universidad Peruana
de Ciencias Aplicadas

Avenda Almeida
San Martín central
2 Chorrillos
Lima 9 -
Perú T. 819
318 3500
www.upc.edu.pe

crearte. innova