



Consejo de Educación
Técnico Profesional
Universidad del Trabajo del Uruguay

Determinación del Índice de Peróxido en Distintas Muestras de Aceites

Alumnos: Bruno Comesaña, Nahuel Costas, Nicolás Olivera.

Grupo: 3° BG

Año de Realización: 2017

Índice

1. Resumen	Pág.1
2. Introducción	Pág.1
3. Objetivos	Pág.2
4. Marco Teórico	Pág.2
4.1. Lípidos	Pág.2
4.1.1. Ácidos Grasos	Pág.2
4.1.2. Ácidos Grasos Insaturados	Pág.3
4.1.3. Ácidos Grasos Saturados	Pág.3
4.1.4. Acilglicéridos	Pág.3
4.1.5. Triglicéridos	Pág.3
4.2. Chía	Pág.4
4.2.1. Semillas (uso y propiedades)	Pág.4
4.2.2. Aceite de chía	Pág.5
4.3. Métodos de extracción de aceites	Pág.5
4.6.1. Extracción Sólido- Líquido por Soxhlet (solvente orgánico)	Pág.5
4.6.2. Extracción por prensado	Pág.5
4.4. Rota-evaporador	Pág.5
4.5. Aceite de Girasol	Pág.6
4.6. Aceite de Soja	Pág.6
4.7. Uso de los aceites comestibles en proceso de freído	Pág.7
4.8. Freído (reacción al freír alimentos)	Pág.8
4.9. Índice de Peróxido	Pág.8
4.10. Valoración en Dos Fases	Pág.9
5. Materiales / Equipos	Pág.9
6. Sustancias / Soluciones	Pág.10
7. Procedimiento	Pág.14
7.1. Extracción de aceite de chía	Pág.11
7.2. Determinación del índice de peróxido en tres muestras de aceite	Pág.15
7.3. Determinación del índice de peróxido en tres muestras de aceite utilizadas	Pág.18
8. Recolección y Análisis de datos	Pág.20
8.1. Preparación de los reactivos a utilizar	Pág.20
8.2. Datos y Cálculos Experimentales	Pág.21
8.3. Resultados Finales	Pág.24
8.4. Observaciones	Pág.24
9. Discusión de Resultados	Pág.27
10. Conclusiones	Pág.28
11. Perspectivas	Pág.28
12. Anexos	Pág.29
12.1 Gráficas, Tablas y Datos Obtenidos	Pág.29
12.2 Normas de Seguridad	Pág.34
12.3 Referencias bibliográficas	Pág.39

Resumen:

La pregunta investigable en este proyecto es: *¿Cuál es la diferencia del índice de peróxido entre distintas muestras de aceite, antes y después de freír un alimento?*

El proceso comenzó escogiendo la muestra de aceite a utilizar, luego se disolvió en ácido acético y cloroformo, para posteriormente ser tratada con una solución de yoduro de potasio; el yodo que descompuso del KI se valoró con una solución aproximadamente exacta de tiosulfato de sodio.

Las muestras utilizadas son aceite de chía, aceite de girasol y aceite de soja (las tres obtenidas comercialmente), además de una muestra de aceite de chía obtenida mediante una extracción Soxhlet, en la etapa siguiente (excepto la muestra de aceite de chía extraído de semillas) se utilizaron las mismas muestras pero siendo utilizadas previamente para freír.

Se determinaron los índices de peróxido rondaban entre los valores que habíamos previsto para cada muestra, y se comprobó que las muestras de aceite utilizadas poseían un mayor índice que las que no fueron utilizadas para freír.

Introducción:

Para este proyecto, nos basamos en encuestas las cuales realizamos mediante la aplicación de Google docs. El fin de realizar la encuesta fue para poder determinar qué tipo de aceites y que tipo de alimento es utilizado por la mayoría de las personas encuestadas. De esta forma, se logró determinar que los aceites a utilizar en la práctica serían los de soja y girasol. El aceite de chía, fue una variable para poder determinar si el mismo tenía valores menores en el índice de peróxidos. La extracción del aceite de chía, nos pareció una forma para saber si era un método efectivo para extraerlo.

La extracción con hexano se utilizó ya que es un solvente orgánico que se utiliza generalmente en la industria debido a la su menor toxicidad en comparación con solventes como el cloroformo, o el éter de petróleo.

Durante la valoración, el yodo generado por el yoduro de potasio tiende a oxidar el aceite y halogenar el mismo produciendo peróxidos libres en la solución de fase acuosa dependiendo de su cantidad de instauraciones.

El yodo que se liberó en el principio en fase orgánica se vuelve más estable en la fase más apolar y por eso se utilizó una doble fase (clorofórmica: acética y acuosa)

El almidón, se utilizó como indicador ya que la estructura del polímero es en forma de espiral y al pasar el yodo por el centro de su estructura, este se torna azul.

Cuando se termina la valoración, tomando en cuenta que el yodo generado halogenó el aceite, el tiosulfato al valorarse forma el ion tetratiónato $S_4O_6^{2-}$.

Se seleccionó este método debido que según la bibliografía consultada era el método más utilizado y efectivo, además de que era el método del cual se poseía más información.

Las problemáticas surgidas en el trabajo experimental surgieron a partir de falta de materiales y sustancias, en el trabajo teórico no surgieron problemas mayores, solo una exhaustiva investigación.

Objetivos:

- Determinar el índice de peróxido en tres muestras de aceite (aceite de girasol, aceite de chía y aceite de soja), antes y después de ser utilizadas para freír.
- Extraer aceite de chía a partir de la semilla por acción de hexano (solvente orgánico).

Marco Teórico:

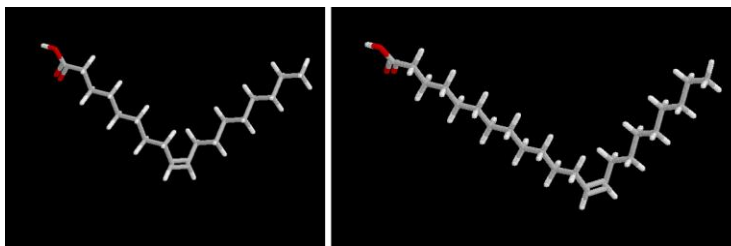
Lípidos: Los lípidos (del griego λίπος “lípos”) constituyen un grupo de biomoléculas estructuralmente muy heterogéneo, pero con características comunes de solubilidad; es decir, son poco solubles en agua pero solubles en solventes orgánicos (éter, hexano, benceno...). La mayor parte de los lípidos constituyen los aceites y grasas, que suelen ser productos de reserva y protección de los seres vivos, aunque no se debe olvidar que algunos lípidos complejos forman parte de las membranas biológicas, y de este modo participan activamente en muchos aspectos de la fisiología celular. La mencionada heterogeneidad estructural de los lípidos dificulta cualquier clasificación sistemática. Aunque rara vez se hallan en estado libre, los llamados ácidos grasos -ácidos carboxílicos de cadena larga- forman parte de la inmensa mayoría de los lípidos. (Macarulla & Goñi, Enero 2002)



Ácidos Grasos: Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos de cadena larga, que se hallan normalmente formando parte de otros lípidos, casi siempre por medio de enlaces éster, y rara vez amida. Según la naturaleza de la cadena carbonada, los ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados, lineales, ramificados o cíclicos, y pueden contener como sustituyentes grupos hidroxilo u oxo. (Macarulla & Goñi, Enero 2002)

Ácidos Grasos Insaturados:

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

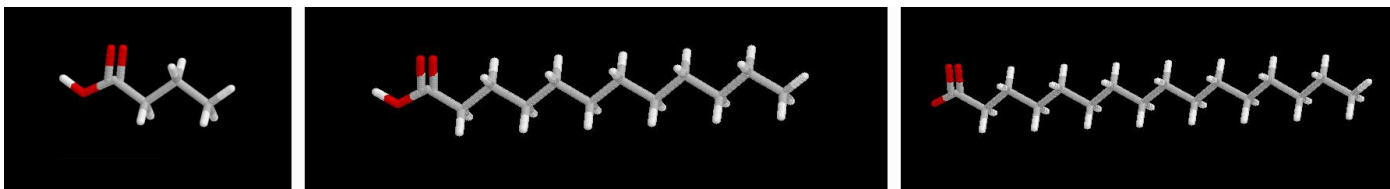


quedando para el resto el término de poliinsaturados, aunque evidentemente también puede hablarse de di-insaturados, tri-insaturados, etc.

Se los llama insaturados o poliinsaturados si en la cadena hay dobles o triples enlaces, presentan rigidez a nivel del doble enlace y son líquidos aceitosos. En los ácidos grasos habituales, es decir, en la inmensa mayoría de los procedentes del metabolismo eucariota que no han sufrido un procesado o alteración químicos, los dobles enlaces están siempre en la configuración *cis*. (Calvo)

Ácidos grasos saturados:

La longitud de la cadena va desde los cuatro carbonos del ácido butírico a los 35 del ácido ceroplástica. Si se considera un ácido graso al butírico y no al acético, es porque el primero es relativamente abundante en la grasa de la leche, mientras que el segundo no se encuentra en ninguna grasa natural conocida. Los ácidos grasos son saturados cuando no poseen enlaces dobles, son flexibles y sólidos a temperatura ambiente. (Calvo)



Acilglicéridos: Son lípidos neutros o sin carga, derivados de la reacción de esterificación entre el glicerol y una, dos o tres moléculas de ácidos grasos en las posiciones 1, 2 y 3, o a, b, y a9 del glicerol. Por mucho, los tri Acilglicéridos son los más importantes. La nomenclatura llamada numeración estereoespecífica (en inglés se nombra como “sn”, de stereospecific numbers), se basa en que los sustituyentes de la molécula se designan 1, 2 y 3, y el 2 está a la izquierda del plano de átomos de carbono.

Triacilglicéridos: Son los acilglicéridos más abundantes en la naturaleza y los principales constituyentes de todas las grasas y los aceites, incluyendo el tejido adiposo de los mamíferos, ya que representan más del 95% de su composición. Los triacilglicéridos también se denominan triacilgliceroles, grasas o grasas neutras. Están formados por tres ácidos grasos unidos mediante enlace éster con el glicerol. Los triacilglicéridos son el tipo de grasas más

abundantes; en la naturaleza existen solamente pequeñas cantidades de monoacilglicéridos y de diacilglicéridos. (Valderrey & Pérez, 2004)

Chía: La Chía (*Salvia hispánica* L.) es una planta anual, de verano, que pertenece a la familia de las Lamiaceae; es originaria de áreas montañosas de México, hace 3500 años a.C. era conocida como un importante alimento-medicina. En la época precolombina era para los mayas uno de los cuatro cultivos básicos destinados a su alimentación. Con el paso del tiempo su uso cayó en el olvido y fue a finales del siglo pasado que el interés por la chía resurgió, ya que se la puede considerar una buena fuente de fibra dietaria, proteína y antioxidantes.



En el año 1991 se reconocieron sus propiedades y fue reactivado su cultivo gracias a un programa de desarrollo e investigación de la Universidad de Arizona, promoviendo así la recuperación de este cultivo subtropical en EEUU, México y Argentina. (Sapio & Bueno)

Propiedades de la Chía: La semilla de chía contiene muchos nutrientes como: proteínas, calcio, boro (mineral que ayuda a fijar el calcio de los huesos), potasio, hierro, ácidos grasos como omega 3, antioxidantes y también oligoelementos tales como el magnesio, manganeso, cobre, zinc y vitaminas como la niacina entre otras

La mayor parte del componente de carbohidratos de la semilla de chía es de fibra. Las semillas de chía contienen 34,4 g de fibra en 100 de chía, o bien, para 100 g de fibra se precisan 290 de chía.

En comparación con otros alimentos tiene de proteína dos veces más que cualquier semilla, cinco veces más calcio que la leche entera, dos veces la cantidad de potasio en los plátanos, tres veces más antioxidantes que los arándanos, tres veces más hierro que las espinacas y siete veces más omega 3 que el salmón.(Botanical-Online)

Semilla de Chía: Hoy en día, la Chía se consume como un suplemento nutricional, ya que entrega beneficios nutricionales necesarios en nuestra dieta diaria: Ácido Graso Alfa-Linolénico (ALA), Fibra, Proteína, Minerales, Antioxidantes y Vitaminas. La semilla de Chía es un fantástico complemento para la nutrición de niños, mujeres embarazadas, adultos jóvenes y adultos mayores. Las instituciones internacionales de Salud y Nutrición, recomiendan una ingesta diaria de Ácido Graso Alfa-Linolénico de 1,2 a 1,6 g. (Sapio & Bueno)

Beneficios Nutricionales de la semilla:

- Ácido Graso Alfa-Linolénico (ALA)

- Alta Fibra Dietética Total
- Fuente de Proteína
- Fuente superior de Antioxidantes de alta Capacidad Antioxidante ORAC.
- Contiene Calcio, Magnesio, Fosforo y Zinc

Aceite de chía: La chía puede utilizarse a través del aceite de sus semillas, cultivadas en forma orgánica, prensadas en frío y sin proceso de refinado. Los productos obtenidos o realizados con la semilla de chía no necesitan un empaque y condiciones de almacenamiento especiales para prevenir cambios ocasionados por el ambiente. Son aceites para consumir en frío y sin proceso de cocción, para preservar sus delicados principios nutricionales. (Sanar)

Métodos de extracción

Extracción sólido-líquido (S/L): La extracción sólido-líquido, es una operación básica o unitaria mediante el cual se separan uno o varios constituyentes por medio de su afinidad a disolverse en solventes orgánicos. En un proceso de extracción S/L las operaciones implicadas son:

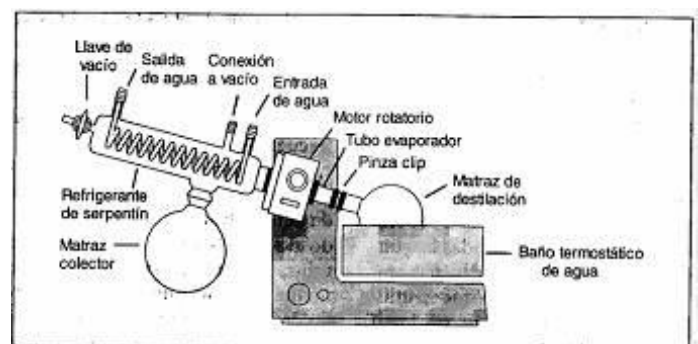
Cambio de fase del soluto. Esta etapa se considera prácticamente instantánea.

Difusión del soluto a través del solvente contenido en los poros del sólido inerte.

El proceso de extracción por solventes se refiere a la difusión de disolvente en las células que contienen aceite de la materia prima y que resulta en una solución del aceite. Así como su nombre indica, la extracción con solventes se refiere a la extracción de los materiales que contienen aceite por medio de los diversos solventes que se pueden utilizar para la extracción.

Extracción por prensado: El procedimiento consiste en colocar la muestra de semilla en el cilindro extractor, luego el mismo es sometido lentamente a la presión hasta alcanzar la requerida. Con la ayuda de la palanca de activación se mantiene la presión constante durante el tiempo correspondiente para el ensayo, el cual se controla mediante el uso de un cronómetro.

Rotavapor: El rotavapor es el aparato que, mediante una destilación a vacío, permite la evaporación rápida de disolvente de una disolución, recuperando el soluto (líquido o sólido). Generalmente se utiliza una trompa o una bomba de membrana o de vacío.



En la imagen se muestran las partes que componen un rotavapor. Básicamente presenta los mismos elementos que un aparato de destilación a vacío con las ventajas que la mecanización proporciona en cuanto a comodidad y rapidez. El matraz de destilación se conecta al tubo evaporador que dirige los vapores de los disolventes hacia el interior de un refrigerante de tipo serpentín, y se asegura con una pinza clip. Una vez que los vapores condensan, el disolvente se recoge en el matraz colector. El rotavapor lleva incorporado un motor rotatorio que hace girar el matraz y evita que el disolvente salte violentamente mientras se aplica vacío. Este mecanismo, permite que el líquido interior humedezca una mayor superficie de matraz y contribuye a que la evaporación se realice de manera controlada. (RODAS)

Aceite de girasol: El aceite de girasol se convierte también en otra de las variedades de aceites que más se consumen día a día. Si bien es cierto que el aceite de oliva tiende a consumirse cruda, el aceite de girasol es más común a la hora de cocinar (especialmente en fritos). Suele ser considerado como un aceite menos saludable, pero lo cierto es que aunque se encuentre en una menor posición que el aceite de oliva en cuanto a sus diferentes beneficios nutricionales, la realidad es que es una excelente fuente de grasas cardiosaludables. (Pérez)

Beneficios del aceite de girasol:

- Alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados: de ellos destacan el ácido linolénico y el ácido linoleico. Ambos son esenciales para prevenir enfermedades cardiovasculares, al reducir los niveles de colesterol total y triglicéridos.
- Alto contenido en vitamina E: junto el aceite de oliva, el aceite de girasol destaca a su vez por su riqueza en vitamina E, un antioxidante natural que ayuda a proteger a nuestro organismo de la acción de los radicales libres, ayudando a su vez a prevenir enfermedades degenerativas y cáncer.

Aceite de soja: El aceite de soja es un aceite vegetal abundante en ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega 6. Por eso, es bueno para dietas ricas en carbohidratos y carnes rojas, para compensar. Se obtiene a partir de las semillas de esta legumbre, tiene una coloración ligeramente amarillenta y un sabor suave. Por las propiedades beneficiosas del aceite de soja, se recomienda para evitar enfermedades cardiovasculares. También es bueno para el sistema nervioso y para hidratar y limpiar la piel, por lo que se utiliza en cosmética natural.

Propiedades del aceite de soja: Debido a su alto contenido en omega 3 y omega 6, el aceite vegetal de soja es bueno para combatir enfermedades cardiovasculares y coronarias. Además, es recomendable para que el sistema nervioso funcione correctamente. También tiene propiedades

antioxidantes, por lo que el aceite de soja es muy saludable para el organismo. (Biotrendies beauty)

Uso de aceites comestibles en el proceso de fritura: Uno de los principales procesos que sufren los alimentos, previo a ser ingeridos, es la fritura. Los alimentos fritos gozan de una popularidad cada vez mayor, ya que su preparación es fácil y rápida y su aspecto y sabor son únicos, lo que resulta agradable al consumidor.

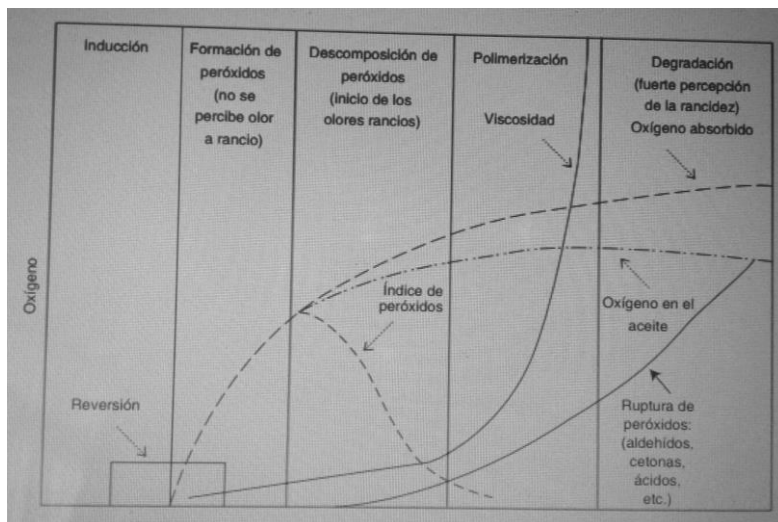
La fritura es un proceso físico-químico complejo, en el cual el producto a freír se somete a una temperatura alta con el propósito de modificar la superficie del mismo, impermeabilizándolo de alguna manera y evitando la pérdida de agua de su interior.

De esta forma, es posible conservar muchas de las características propias del

alimento, al mejorar en la mayoría de los casos el sabor, la textura, el aspecto y el color. Así, es posible obtener un producto más apetecible, lo cual sin lugar a dudas contribuye al éxito del consumo de productos fritos.

Una de las formas de llevar a cabo el proceso de fritura es sumergiendo el producto en un medio líquido, tal como ocurre en el aceite, que es capaz de alcanzar temperaturas altas y constantes, por encima de 180° C, lo que modifica la superficie de los alimentos de origen proteico o con alto contenido en carbohidratos. La principal problemática del consumo de aceites que han sufrido un tratamiento térmico se debe a los productos de oxidación primarios y secundarios que resultan de la transformación de los ácidos grasos; Un aceite alterado térmicamente también puede afectar las características organolépticas del alimento sometido a fritura. En general, el contenido de ácidos grasos insaturados disminuye en el proceso. Durante el proceso se puede observar que se pierden importantes cantidades de ácidos grasos insaturados; esto se propone que es por la producción de moléculas oxidadas como peróxidos, cetonas, aldehídos, alcoholes, entre otras que son tóxicas para las células.

La remoción de iones hidrógeno de los ácidos grasos poliinsaturados causada por los radicales libres inicia una reacción catalítica en cadena (auto-oxidación), que puede generar más de 60 productos finales, muchos de los cuales son tóxicos.

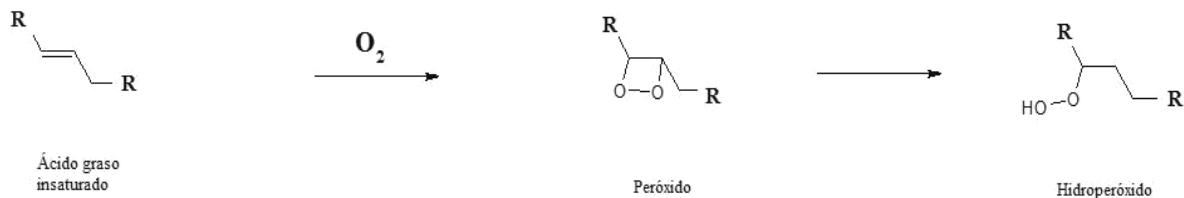


La auto-oxidación o rancidez oxidativa es una de las reacciones más importantes de los ácidos grasos (principalmente insaturados), debido a que es única en estos compuestos. Se lleva a cabo al exponer un alimento por tiempo prolongado al contacto directo con el oxígeno. (Ramírez y Castañeda)

Freído: El cocimiento en agua a presión atmosférica se efectúa a 100° C como máximo; sin embargo, el freído varía de 160-180° C, aun cuando se pueden alcanzar 200° C, condiciones que propician reacciones en las que también participa el contenido de aceite/grasa del alimento que se fríe, como el de las carnes. Las altas temperaturas provocan la deshidratación de los alimentos, parcial en el caso de carnes y casi total en el de botanas, lo que ocasiona la absorción de aceite en los espacios que deja el agua (en las papas llega hasta un 40%). El vapor generado favorece la hidrólisis de los triacilglicéridos y la liberación de ácidos grasos, de mono y diacilglicéridos y de glicerina; si el aceite es láurico (coco, palmiste), se generan jabones y si los ácidos libres son de cadena larga, actúan como espumantes y solubilizan los metales, facilitando la oxidación de los insaturados. (Badui Dergal, 2006)

Con la inclusión de oxígeno por efecto de la aireación se forman hidroperóxidos muy reactivos que provocan la síntesis de aldehídos, cetonas, ácidos, etcétera, con olores característicos de rancidez. El exceso de agua en el alimento debe evitarse; los productos capeados, con alto contenido de hidratos de carbono favorecen la degradación del aceite; además, en la formulación de algunos capeadores comerciales se incluyen bicarbonatos de sodio o potasio que propician la hidrólisis de los triacilglicéridos y la formación de jabones. Los vegetales contienen cobre, manganeso y hierro en menos de 1 ppm, los cuales aceleran la oxidación; del mismo modo, los sulfitos (para evitar el oscurecimiento enzimático y no enzimático) provocan reacciones de decoloración y olores desagradables. El acero inoxidable es lo ideal, y tiene que ser lo más hermético posible para evitar la luz y el oxígeno, así como tener una relación mínima superficie/volumen; las bombas de recirculación de aceite no deben provocar turbulencia e inclusión de oxígeno. En el mercado existen los llamados aceites de alta estabilidad, específicos para resistir condiciones drásticas de operación industrial. Es claro que a mayor hidrogenación mejor estabilidad, pero también menor rendimiento. Estos aceites suelen contener tocoferoles y tocotrienoles que contribuyen a su estabilidad oxidativa. (Ramírez y Castañeda)

Índice de Peróxido: Método basado en la capacidad de los peróxidos de oxidar los iones yoduro del KI y producir yodo que se valora con tiosulfato. La reacción de oxidación de lípidos es quizá el proceso más importante que se lleva a cabo en los alimentos, y ha sido objeto de un amplio número de investigaciones.

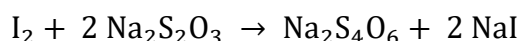
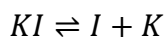


Debido a la gran aceptación que tienen las frituras en la población mundial, es importante realizar una revisión acerca de los cambios químicos que presentan los ácidos grasos de los aceites comestibles durante el procesado de este tipo de alimentos y el impacto que pueden tener en la salud humana. Existen diversas versiones basadas en el mismo principio, lo que ocasiona dificultad en interpretar y comparar resultados.

La razón de la alteración de los aceites (o grasas) en esencia, es que los dobles enlaces de sus ácidos grasos constituyentes, reaccionan con el oxígeno del aire formando compuestos que al descomponerse originan otros compuestos, que poseen un olor y sabor desagradable, característico de las grasas oxidadas.

Al principio de la oxidación de las grasas el producto de reacción es solo hidroperóxido. Al aumentar los peróxidos, el sabor y olor desagradable, se demuestra la presencia de otros productos derivados de la descomposición de los hidroperóxidos. El desagradable olor se cree que proviene principalmente de la presencia de aldehídos con 6-9 átomos de carbono. La relación entre el olor, sabor y la cantidad de peróxidos, depende de varios factores, la longitud de la cadena del ácido, su grado de insaturación, etc. (Nawar, W. W.)

Valoración en dos fases: Una titulación en dos fases se realiza cuando un componente de la solución a valorar se descompone en dos estos distintos, por ejemplo el yodo del yoduro de potasio que se descompone en yodo I_2 , esto se debe a que el yoduro de potasio es lábil (se descompone por acción de la luz). Al utilizar una fase orgánica más apolar que otra, este compuesto se vuelve más estable y de color marrón con el almidón como indicador. Por tanto, se utiliza este método para estabilizar el compuesto y poder estandarizado utilizando una solución de $HAc : CHCl_3$ el I_2 se mantendrá estable en la fase orgánica.



Materiales / Equipos:

- Papel de filtro.
- Espátula.
- Tijera.
- Regla.

- Tubo Soxhlet.
- Mangueras.
- Probetas (Alcance: 100,0 mL).
- Marcador.
- Rota-Evaporador.
- Matraz redondo de evaporación.
- Matraz redondo de recolección.
- Tubo de condensación en espiral.
- Bomba de vacío.
- Baño termostático de agua.
- Recipiente grande con tapa.
- Recipientes (Volumen: 50 mL).
- Vaso de descarte.
- Papel Secante.
- Pinzas (estándar).
- Pinzas del soporte.
- Pinzas de nuez.
- Papel Aluminio.
- Pipetas Pasteur.
- Vaso de Bohemia (Alcance: 50 mL).
- Pipeta graduada (Alcance: 1,00 mL).
- Carne Empanizada.
- Recipientes (Volumen: 100 mL).
- Varilla de vidrio.
- Manta Calefactora.
- Balón (Alcance: 500 mL).
- Probetas (Alcance: 50 mL).
- Embudo (40 mm).
- Plancha Magnética.
- Pastilla Magnética.
- Vaso de Bohemia (Alcance: 100 mL).
- Bureta (Alcance 10,00 mL) con pinza Mohr.
- Buretas (Alcance 10,00 mL) con perilla.
- Matraces Erlenmeyer
- Pipeta graduada (Alcance: 1,00 mL).
- Tapones
- Soporte.
- Condensador.
- Perlas de ebullición.
- Recipientes (Volumen: 1L).
- Piceta.
- Pipeta graduada (Alcance: 5,00 mL)
- Matraz Aforado (Alcance 500,00 mL).
- Probeta (Alcance: 10 mL).
- Probeta (Alcance: 200 mL).

Sustancias / Soluciones:

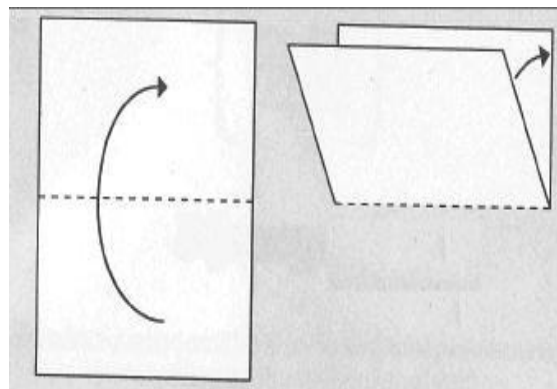
- Aceite de chía
- Aceite de soja
- Aceite de girasol
- Semillas de chía
- Tiosulfato de sodio pentahidratado
- Ácido Acético Glacial (P.P.A.)
- Cloroformo (P.P.A.)
- Ácido Clorhídrico 37% V/V (P.P.A.)
- Agua Destilada
- Agua potable
- Vaselina
- Hexano
- Carne Empanizada
- Almidón Soluble
- Yoduro de Potasio

Procedimiento:

A) Extracción de Aceite de Chía:

Preparación de las capsulas de extracción:

1. Recortar papel de filtro con ayuda de una tijera y una regla, las dimensiones requeridas son de 9x8 cm.
2. Doblar a la mitad, de forma que se cierre sobre sí mismo.
3. Doblar levemente (de forma que se pueda engrampar sobre este) el extremo lateral no sellado y engramparlo.
4. Con ayuda de una espátula, llenar la capsula con la muestra sólida; en este caso semillas de chía.
5. Doblar el borde superior y luego engramparlo, para que quede sellado y la muestra no salga de la cápsula durante el proceso.

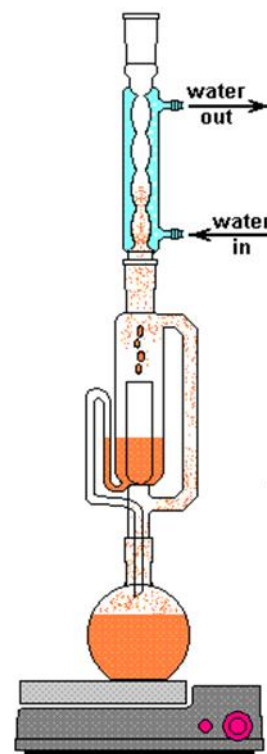


Preparación del equipo Soxhlet:

1. Colocar en un soporte y con ayuda de pinzas al tubo Soxhlet.
2. Dentro del tubo Soxhlet colocar la cápsula que contiene la muestra a utilizar.
3. Después, colocar la manta calefactora debajo del tubo Soxhlet. Conectarla.
4. Colocar (sobre el tubo Soxhlet, pero sin tener contacto) en el soporte ya mencionado con ayuda de pinzas al condensador.
5. Conectar las mangueras que controlan el sistema de entrada y salida del refrigerante a una conexión de agua a temperatura ambiente.

Nota: No debe abrirse el flujo de agua al condensador mientras se prepare el equipo para de esta ahorrar agua.

6. Agregar un poco de vaselina entre las uniones del tubo Soxhlet y el condensador, para de esta forma facilitar la unión entre ambos, y disminuir la posibilidad de quebraduras.
7. En un balón, colocar 150 mL de hexano con ayuda de una probeta de 200 mL.
8. Luego, colocar en el balón cuatro perlas de ebullición, para que de



esta forma la ebullición sea más controlada, uniforme, evitando salpicaduras, disminuyendo la cantidad de burbujas, y favoreciendo el movimiento del líquido, el cual mejora la homogeneización (para que la temperatura sea más uniforme en todo el líquido).

9. Luego, colocar en la boca del balón un poco de vaselina, para facilitar la conexión con el tubo Soxhlet, y disminuir la probabilidad de quebraduras.
10. Colocar el balón sobre la manta calefactora y conectarlo debajo del tubo Soxhlet.

Nota: Asegurarse que esté todo bien conectado, comprobar que el flujo al condensador sea continuo, y que la sección de refrigeración del condensador este llena de agua.

Extracción sólido / líquido:

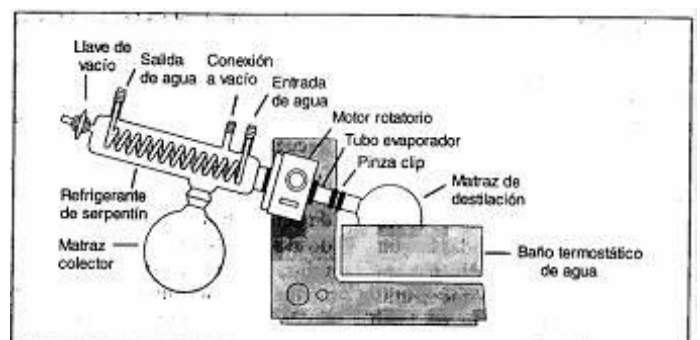
1. Abrir el flujo de agua hacia el condensador, comprobar que esté bien conectado y se llene la sección refrigerante de éste.
2. Encender la manta calefactora para dar por iniciada la extracción.
3. Observar hasta que ocurra la primera sifonada, determinación el tiempo promedio entre cada sifonada, observar las características propias del aceite a extraer y del hexano.

Nota: Se observó en este caso particular que el aceite presentaba una coloración amarilla, mientras que el hexano era incoloro; debido a esto pudimos notar cuando había terminado de extraerse el aceite de las semillas de chía, ya que el líquido extraído no presentaba ninguna coloración como al inicio del proceso (en el cual era levemente amarillo).

4. Luego de que se determine el final de la extracción (en este caso, el final de la extracción se observa cuando antes de cada sifonada el líquido dentro del tubo Soxhlet no presenta ningún indicio de coloración amarilla), apagar la manta calefactora. Dejar que se enfríe.
5. Cerrar el flujo de agua al condensador y con cuidado, desarmar el equipo.
6. Después, separar el contenido del balón a un recipiente de un litro de volumen, rotular “aceite de chía + hexano”.

Recuperación de hexano y aceite de chía:

1. Armar el equipo como se ve en las siguientes imágenes, con la excepción de no colocar ambos matraces redondos (matraz redondo de recolección y matraz redondo de evaporación).



Nota: Observar que todo esté en orden, que el flujo de agua esté correctamente instalado y que la bomba de vacío también.

2. Extraer del recipiente de 1L de la etapa anterior (Véase la sección “**Extracción**” dentro del procedimiento **A**), 100 mL de la solución contenida en él.
3. Colocar estos 100 mL de solución extraída en el matraz redondo de evaporación.
4. Conectar dicho matraz al tubo evaporador (el cual está conectado al motor rotatorio, y este al tubo de condensación en espiral, como se ve en ambas imágenes).
5. Asegurarse que el matraz redondo de recolección este limpio y listo para usar, luego, conectarlo al refrigerante, como se ve en la imagen.
6. Abrir el flujo de agua al tubo de condensación en espiral, observar que este bien conectado y listo para usarse.
7. Encender la bomba de vacío a 360 milibares, para que reducir la presión interna del sistema.



Nota: Cada solvente necesita una presión específica para que el método sea más eficiente, en nuestro caso al ser hexano se eligió una presión de 360 milibares.

8. Encender el baño termostático de agua a 60°C.

Nota: La temperatura estándar utilizada generalmente es de 60°C, ya que es suficiente para evaporar al hexano debido a la baja presión en el medio.

9. Encender el rotavapor para que el matraz redondo de evaporación empiece a girar.
10. Esperar a que el rota-evaporador termine de extraer el hexano (sucede cuando deja de caer líquido en el matraz redondo de recolección).
11. Destrobar y quitar el matraz redondo de recuperación, extraer el contenido dentro de él y colocarlo en un recipiente con al menos 1 L de volumen, rotular “*hexano extraído*” con un marcador.
12. Destrobar y quitar el matraz redondo de evaporación, extraer el contenido de él y colocarlo en un recipiente de al menos 100 mL de volumen, rotular “*Aceite de Chía*” con un marcador.
13. Volver a colocar ambos matraces redondos (matraz redondo de evaporación y matraz redondo de recolección) en sus ubicaciones originales.

14. Repetir desde el paso 2 hasta el paso 13 cada vez que se realice de nuevo el proceso, en este caso deberá ser repetido hasta que no haya contenido en el recipiente rotulado “Aceite de Chía + Hexano”.

B) Determinación del Índice de Peróxido en Tres Muestras de Aceite:

Preparación de los reactivos a utilizar:

- **Solución de solventes preparada de forma aproximada; 60% ácido acético glacial; 40 % cloroformo; 500 mL:**
 1. En un matraz Erlenmeyer de 500 mL agregar 200 mL de cloroformo p.p.a. con ayuda de una probeta (Alcance: 200 mL).
 2. Rápidamente, Agregar al mismo Matraz Erlenmeyer 300 mL de ácido acético glacial p.p.a. con ayuda de una probeta (Alcance: 200 mL).
 3. Agitar rápidamente.
 4. Tapar y rotular.
- **Solución de ácido clorhídrico preparada de forma aproximada; 0,1 M; 500 mL:**
 1. En un Matraz Erlenmeyer de 500 mL, agregar 50 mL de agua destilada con una probeta de 50 mL.

Nota: Es importante no olvidarse de éste paso, ya que cuando ocurra la reacción (la cual es una reacción violenta y exotérmica) el agua en exceso absorberá parte del calor liberado, además de controlar que no se produzcan salpicaduras; como sucedería en el caso de agregar el agua al ácido clorhídrico, es peligroso debido a que la ebullición del agua con el ácido clorhídrico disuelto, puede ser corrosiva.

2. Tomar 4,1 mL de ácido clorhídrico 37% V/V p.p.a. con ayuda de una pipeta graduada de 5 mL.
 3. Depositar lo tomado en el paso anterior en el matraz Erlenmeyer nombrado anteriormente, rotular dicho matraz Erlenmeyer.
 4. Agitar el matraz Erlenmeyer.
 5. Agregar agua destilada con probetas de 100 mL hasta llegar cerca de la marca de los 500 mL.
 6. Con una varilla de vidrio, mezclar la solución
 7. Con una piseta y pipetas Pasteur, agregar agua destilada y aforar en la marca de los 500 mL.
 8. Tapar el matraz Erlenmeyer utilizado.
- **Solución de almidón preparada de forma aproximada; 1% m/V; 50 mL:**

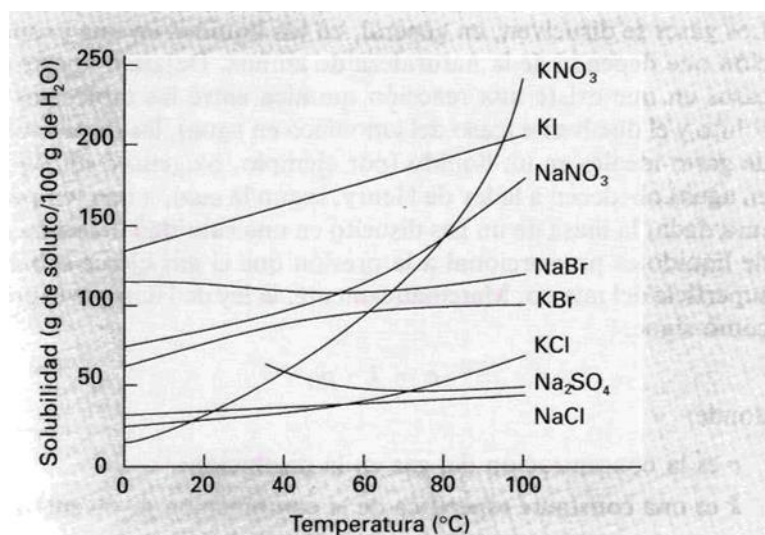
1. En un vaso de Bohemia de 50 mL, tomar una masa de 0,5 g de almidón soluble con ayuda una balanza auxiliar y una espátula.
2. Agregar agua destilada en el vaso de bohemia hasta aproximadamente la mitad con una piseta.
3. Agitar el vaso de bohemia con una varilla de vidrio, y continuar agregando agua destilada con una piseta.
4. Aforar en 50 mL, agitar con la varilla de vidrio.
5. Rotular.

- **Solución saturada de yoduro de potasio preparada de forma aproximada; 50 mL:**

1. En un vaso de bohemia de 100 mL, tomar una masa de 80,00 g de Yoduro de Potasio con ayuda de una balanza auxiliar.

Nota: Tener en cuenta los datos sobre la solubilidad del yoduro de potasio de la siguiente gráfica y que la reacción ocurrida es endotérmica.

2. En una plancha magnética colocar el vaso de bohemia de 100 mL, y conectar la plancha magnética.
3. Colocar dentro del vaso de bohemia del paso anterior una pastilla magnética.
4. Agregar agua lentamente hasta llegar a los 50 ml del vaso de bohemia con una piseta y



encender la plancha magnética de forma que la pastilla magnética empiece a girar.

5. Saturar la solución de yoduro de potasio presente en el vaso de bohemia de 100 mL.
6. Inmediatamente, apagar la plancha y recubrir el vaso de bohemia con papel aluminio.
7. Hacer una mínima apertura para poder luego extraer la solución.

- **Solución de tiosulfato de sodio preparada de forma aproximadamente exacta; 500 mL; 0,1 N:**

1. En un matraz aforado de 500,00 mL, tomar una masa de 6,20475 g de tiosulfato de sodio pentahidratado con una balanza analítica con ayuda de una espátula.

2. Agregar agua destilada en el matraz aforado con una piseta, hasta llegar a $\frac{1}{4}$ del volumen total de este.
3. Agitar hasta disolver completamente, en caso de no disolverse agregar más agua destilada con piseta, asegurase de que no queden restos de tiosulfato de sodio solido en la pared del matraz aforado.
4. Agregar agua y agitar a la vez hasta llegar a 1 cm antes del aforo.
5. Con una varilla de vidrio recubierta con papel secante, secar el cuello del matraz sin pasar el aforo.
6. Con una pipeta Pasteur y con cuidado agregar de a gotas agua destilada. Aforar en 500,00 mL
7. Tapar el Matraz e invertirlo 5 veces.
8. Rotular.

Preparación de las muestras de aceite:

1. Extraer 100 mL del recipiente original que contiene el aceite, con ayuda de una probeta de 100 mL.
2. Colocar el contenido de la probeta de 100 mL del paso anterior en un vaso de bohemia de 100 mL.
3. Rotular el vaso de bohemia, según el aceite que posea en su interior.
4. Repetir del paso 1 al paso 3 con cada muestra de aceite seleccionada. Las muestras de aceite utilizadas en esta etapa son aceite de chía, aceite de girasol y aceite de soja obtenidos comercialmente.

Preparación de la bureta a utilizar durante la valoración:

1. Colocar en un soporte con ayuda de una pinza, una bureta de 10,00 mL, asegurarse de que funcione con normalidad.
2. Colocar un vaso de descarte debajo de la bureta.
3. Agregar un 2,00 mL de solución de tiosulfato de sodio 0,1 N en la bureta mencionada anteriormente con ayuda de una pipeta Pasteur.
4. Extraer la bureta de 10,00 mL del soporte (asegurarse que esté cerrada) y con el líquido contenido en ella, enjuagarla por dentro, mediante la leve rotación de esta.
5. Volver a colocar la bureta del paso anterior en el soporte, asegurarse que esté bien colocada, luego, abrir la perilla (o en su defecto pinza) y dejar caer el líquido que aún estaba en la bureta dentro del vaso de descarte.
6. Volver a cargar la bureta mencionada con solución de tiosulfato de sodio 0,1 N, pero esta vez debe llenarse pasando el aforo que indica los 10,00 mL.

7. Observar, y asegurarse que la bureta utilizada no contenga burbujas, de ser el caso, deben ser quitadas debido a que esto afectaría el gasto obtenido.
8. Abrir la perilla de la bureta (o en su defecto, pinza) y dejar caer lentamente la solución de tiosulfato de sodio 0,1 N contenida en esta, dentro del vaso de descarte. Aforar en 10,00 mL.

Preparación del matraz Erlenmeyer a utilizar durante la valoración:

1. En un matraz Erlenmeyer con ayuda de una balanza analítica y pipetas Pasteur tomar una masa de 2,5000 g de la muestra de aceite a utilizar.

Nota: Se eligió pesar en balanza analítica en vez de auxiliar a pesar de que luego sería colocada en un matraz Erlenmeyer (no aproximadamente exacto), debido a que eso aumentaría la efectividad de los cálculos finales aunque de forma mínima.

2. Registrar la masa obtenida.
3. Al matraz Erlenmeyer nombrado en el paso anterior, agregar 12,00 mL de solución de solventes (60% Ácido Acético Glaciar P.P.A. / 40% Cloroformo P.P.A.) con ayuda de una pipeta graduada de 25,00 mL
4. Rápidamente, agregar al mismo matraz Erlenmeyer 0,50 mL de solución saturada de yoduro de potasio con ayuda de una pipeta graduada de 1,00 mL.
5. Inmediatamente, agregar 10 mL de ácido clorhídrico 0,1 N con ayuda de una pipeta graduada de 10,00 mL.
6. Agitar el matraz por rotación durante 5 segundos, luego, tapar con un tapón y guardar en un recipiente grande con tapa que proporcione una oscuridad absoluta para el matraz Erlenmeyer utilizado hasta ahora. Debe estar en total oscuridad durante al menos 5 minutos.
7. Pasados los 5 minutos, sacar el matraz de la oscuridad, y destaparlo.
8. Luego, agregar al matraz Erlenmeyer del paso anterior 10 mL de agua destilada con ayuda de una piseta y una probeta de 10 mL.
9. Inmediatamente agregar 1,5 mL de solución de almidón al matraz Erlenmeyer con ayuda de una pipeta Pasteur. La coloración de la solución contenida en el matraz Erlenmeyer se volverá un poco más oscura
10. Repetir del paso 1 al paso 8, cada vez que realice una valoración.

Valoración del yodo generado con tiosulfato de sodio:

1. Tomar el matraz Erlenmeyer preparado en la etapa anterior y colocarlo debajo de la bureta colocada en el soporte mediante la ayuda de pinzas (quitar el vaso de descarte).

2. Con una mano, agitar rápidamente (para liberar todo el yodo contenido en la capa de cloroformo) el matraz Erlenmeyer del paso anterior; y con la otra mano controlar la perilla (o la pinza) de la bureta.
3. Controlando la perilla (o la pinza) de la bureta, agregar lentamente la solución de tiosulfato de sodio 0,1 N contenida dentro de la bureta, de a gotas.

Nota: En caso de que una gota caiga por la pared del matraz Erlenmeyer, agregar agua con una piseta para que llegue al fondo de éste.

4. Sin dejar de agitar y de agregar solución de tiosulfato de sodio 0,1 N de a gotas, observar la coloración de la solución contenida dentro del matraz Erlenmeyer, en cuanto presente una coloración incolora se indica el punto final, y se da por terminada la valoración.
5. Registrar el gasto obtenido.
6. Repetir del paso 1 al paso 5, cada vez que se valore.

C) Determinación del Índice de Peróxido en Tres Muestras de Aceite Utilizadas:

Preparación de los reactivos a utilizar:

- Utilizar la misma metodología utilizada en la etapa B para la sección que posee el mismo nombre.

Preparación de las muestras de aceite y la muestra de carne empanizada:

Muestras de aceite:

1. Medir 100 mL del recipiente original que contiene el aceite, con ayuda de una probeta de 100 mL.
2. Colocar el contenido de la probeta de 100 mL del paso anterior en un vaso de bohemia de 100 mL.
3. Rotular el vaso de bohemia, según el aceite que posea en su interior.
4. En un vaso de bohemia de 50 mL tomar una masa de 21,000 g de la muestra de aceite seleccionada previamente, con ayuda de una pipeta Pasteur y una balanza analítica. Rotular.
5. Repetir todos los pasos con cada muestra a utilizar.

Muestras de carne empanizada:

1. Extraer trozos de la muestra con ayuda de una espátula, ya que la muestra es demasiado grande para ser masada en su estado original.

2. En un vidrio reloj tomar una masa de 1,8000 g de la muestra seleccionada con ayuda de una espátula y una balanza analítica.
3. Repetir todos los pasos por cada muestra de aceite a utilizar.

Freído de las muestras:

1. Colocar la plancha magnética sobre una superficie estable, conectarla y encenderla.
2. Sobre esta colocar con cuidado el vaso de bohemia de 50 mL rotulado que contiene el aceite a utilizar.
3. Luego, con ayuda de una pinza colocar la muestra de carne empanizada que está sobre el vidrio reloj.
4. Esperar a que la muestra de carne empanizada se muestre una coloración oscura. Observar la temperatura a la que se fríe la muestra de carne empanizada.
5. Apagar la plancha magnética y con ayuda de una pinza, extraer los trozos de muestra de carne empanizada.
6. Sobre un soporte, colocar un embudo de 40 mm y debajo de este un recipiente pequeño en donde colocar la muestra, de al menos 50 mL.
7. Dentro del embudo, colocar papel de filtro de forma que cubra la mayor superficie del interior de este.
8. Lentamente, volcar el aceite utilizado dentro del embudo.
9. Luego de que se haya filtrado, tapar y rotular el recipiente de recolección utilizado.
10. Repetir todos los pasos con cada muestra de aceite a utilizar.

Preparación de la bureta a utilizar durante la valoración:

- Utilizar la misma metodología utilizada en la etapa B para la sección que posee el mismo nombre.

Preparación del matraz Erlenmeyer a utilizar durante la valoración:

- Utilizar la misma metodología utilizada en la etapa B para la sección que posee el mismo nombre.

Valoración del yodo generado con tiosulfato de sodio:

- Utilizar la misma metodología utilizada en la etapa B para la sección que posee el mismo nombre.

Recolección y Análisis de Datos:

Preparación de Reactivos

- **Solución de Solventes preparada de forma aproximada; 60% Ácido Acético Glacial; 40 % Cloroformo; 500 mL:**

$$\text{Volumen necesario acido acético} = 300 \text{ mL} \sim 60\% \text{ solución}$$

$$\text{Volumen necesario de cloroformo} = 200 \text{ mL} \sim 40\% \text{ solución}$$

- **Solución de Ácido Clorhídrico preparada de forma aproximada; 0,1 N; 500 mL:**

A)

$$\bar{M} \text{ HCl} = 36,46094 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad d \text{ HCl} = 1,19 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad V \text{ HCl}_{\text{madre}} = 1 \text{ L} \quad 37\% \text{ solución} = 270 \text{ mL HCl}$$

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow m = d \cdot V \rightarrow m \text{ HCl} = 1,19 \text{ g} \cdot 270 \text{ mL} = 440,3 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{\bar{M}} \rightarrow n \text{ HCl}_{\text{madre}} = \frac{440,3 \text{ g}}{36,46094 \text{ g/mol}} = 12,07593661 \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} \rightarrow M \text{ HCl}_{\text{madre}} = \frac{12,07593661}{1 \text{ L}} = 12,07593661 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

B)

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 \rightarrow V_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{C_1}$$

$$V_1 = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 500 \text{ mL}}{12,07593661 \text{ mol/L}} = 4,140465592 \text{ mL} \sim 5 \text{ mL} \rightarrow \text{Toma de ácido clorhídrico madre}$$

- **Solución de Almidón preparada de forma aproximada; 1% m/V; 50 mL:**

$$\% \frac{m}{V} = \frac{m}{V} \times 100 \rightarrow 1\% = \frac{m}{50 \text{ mL}} \times 100 \rightarrow m = \frac{1\% \cdot 50 \text{ mL}}{100} = 0,5 \text{ g de almidón}$$

- **Solución de Tiosulfato de Sodio pentahidratado preparada de forma aproximadamente exacta; 500 mL; 0,1 N:**

$$\bar{M} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} = 248,19 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad ME \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} = \frac{248,19 \text{ g/mol}}{2} = 124,095 \text{ g/eq}$$

$$\text{cantidad eq} = N \cdot V \rightarrow \text{cantidad eq} = 0,1 \frac{\text{eq}}{\text{L}} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,05 \text{ eq}$$

$$m \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} = \text{cantidad eq} \cdot ME \rightarrow m \text{ soluto} = 124,095 \frac{\text{g}}{\text{eq}} \cdot 0,05 \text{ eq} = 6,20475 \text{ g}$$

Datos de la Fritura

	Masa Aceite	Masa Carne Empanizada
Muestra de aceite de chía	21,0598 g	1,8454 g
Muestra de aceite de girasol	21,0520 g	1,8288 g
Muestra de aceite de soja	21,0687 g	1,8182 g

Determinación del índice de Peróxido:

$$\text{Índice de peróxido (I.P.)} = \frac{\text{Gasto } Na_2S_2O_3(L) \times \text{Normalidad } Na_2S_2O_3(eq/L) \times 1000}{\text{Masa de la muestra de aceite}(kg)} = m.eq/kg$$

$$\text{Intervalo de confianza (I.C.)} = \frac{2.36 \times \delta X}{\sqrt{5}}$$

Aceite de soja crudo:

Masa aceite (± 0,0001g)	Gasto (± 0,05 mL)	Índice de peróxido (mEq/kg)
2,5170 g	1,40 mL	55,62177195 mEq/kg
2,5273 g	1,35 mL	53,41668975 mEq/kg
2,5024 g	1,33 mL	53,14897698 mEq/kg
2,5676 g	1,42 mL	55,322611237 mEq/kg
2,6935 g	1,30 mL	48,26434008 mEq/kg

$$\text{Promedio} = 53,15488214 \text{ mEq/Kg} \quad \delta X = 2,94832845 \quad I.C. = 3,11173738$$

$$\text{Índice de peróxido} = (53,2 \pm 3,1) \text{ mEq/kg}$$

Aceite de soja luego de la fritura:

Masa aceite (± 0,0001g) Gasto (± 0,05 mL) Índice de peróxido (mEq/kg)

2,5733 g	2,91 mL	113,0843664 mEq/kg
2,5103 g	2,80 mL	111,5404533 mEq/kg
2,5804 g	2,93 mL	116,7191723 mEq/kg
2,5380 g	2,84 mL	111,8133246 mEq/kg
2,5593 g	2,90 mL	113,3122338 mEq/kg

$$\text{Promedio} = 113,3122338 \frac{\text{mEq}}{\text{Kg}} \quad \delta X = 2,049074829 \quad I.C. = 2,162642927$$

$$\text{Índice de peróxido} = (113,3 \pm 2,1) \text{ mEq/kg}$$

Aceite de chía comercial:

Masa aceite (± 0,0001g) Gasto (± 0,02 mL) Índice de peróxido (mEq/kg)

2,5545 g	0,62 mL	24,27089 mEq/kg
2,5206 g	0,55 mL	21,82020 mEq/Kg
2,5112 g	0,58 mL	23,01039 mEq/kg
2,5241 g	0,50 mL	19,80943 mEq/kg
2,5534 g	0,60 mL	23,49808 mEq/kg

$$\text{Promedio} = 22,48172087 \frac{\text{mEq}}{\text{Kg}} \quad \delta X = 1,738853113 \quad I.C. = 1,8352274$$

$$\text{Índice de peróxido} = 22,5 \pm 1,8 \text{ mEq/kg}$$

Aceite de chía luego de la fritura:

Masa aceite (± 0,0001g)	Gasto (± 0,02 mL)	Índice de peróxido (mEq/kg)
2,5182 g	1,18 mL	46,85886 mEq/kg
2,5246 g	1,20 mL	45,72125 mEq/kg
2,5399 g	1,22 mL	46,21387 mEq/kg
2,5178 g	1,15 mL	45,67479 mEq/kg
2,5572 g	1,18 mL	46,14422 mEq/kg

$$Promedio = 46,14422024 \frac{mEq}{Kg} \quad \delta X = 0,477623344 \quad I.C. = 0,504095181$$

$$\text{Índice de peróxido} = 46,1 \pm 0,5 \text{ mEq/kg}$$

Aceite de Girasol crudo:

Masa aceite (± 0,0001 g)	Gasto (± 0,02 mL)	Índice de peróxido (mEq/kg)
2,5033g	0,66 mL	26,6677985 mEq/kg
2,5298g	0,71 mL	28,0654597 mEq/kg
2,5246g	0,78 mL	30,8959835 mEq/kg
2,5132g	0,67 mL	26,6592392 mEq/kg
2,5025g	0,76 mL	30,3696303 mEq/kg

$$Promedio = 28,43194797 \frac{mEq}{Kg} \quad \delta X = 2,135057343 \quad I.C. = 2,253390943$$

$$\text{Índice de peróxido} = 28,4 \pm 2,3 \text{ mEq/kg}$$

Aceite de girasol luego de la fritura:

Masa aceite (± 0,0001g)	Gasto (± 0,02 mL)	Índice de peróxido mEq/kg
2,5158 g	1,39 mL	55,250814 mEq/kg
2,5059 g	1,38 mL	55,070034 mEq/kg
2,5224 g	1,42 mL	56,295591 mEq/kg
2,5361 g	1,43 mL	56,385789 mEq/kg
2,5275 g	1,45 mL	57,368941 mEq/kg

$$\text{Promedio} = 56,07638587 \frac{\text{mEq}}{\text{Kg}} \quad \delta X = 0,9365885413 \quad I.C. = 0,98849483$$

$$\text{Índice de peróxido} = (56,1 \pm 1,0) \text{ mEq/kg}$$

Resultados finales:

Tipo de aceite	Índice de peróxido en crudo (mEq/kg)	Índice de peróxido utilizado (mEq/mg)
Chía	(22,5 ± 1,8) mEq/kg	(46,1 ± 0,5) mEq/kg
Girasol	(28,4 ± 2,3) mEq/kg	(56,1 ± 1,0) mEq/kg
Soja	(53,2 ± 3,1) mEq/kg	(113,3 ± 2,1) mEq/kg

Observaciones:

A)

- Se utilizó vaselina para facilitar la conexión de las partes del equipo.
- Se procuró no salpicar la manta térmica encendida con hexano por el hecho de prevenir algún accidente durante la práctica.
- Para determinar el final de la extracción nos basamos en la coloración que presentaba la solución extraída al inicio, siendo levemente amarilla (indicando la presencia de aceite de

chía), luego de unas horas, la coloración de esta solución paso a ser totalmente incolora, indicando la presencia de hexano pero no la de aceite de chía. Por esta razón y por la falta de tiempo brindado, dimos por terminada la extracción de aceite a partir de semillas de chía mediante el método Soxhlet.

- El tiempo de la extracción fue de aproximadamente unos 30 minutos cada una (se realizaron un total de 5 extracciones entre cápsulas con aproximadamente 15 gramos de semillas)
- Durante la etapa del recuperado del solvente, se utilizó una temperatura de 60°C para el baño De agua y para la bomba de vacío una presión de 360 milibares; debido a que eran los datos específicos para la recuperación de hexano.
- Se determinó el fin de la etapa de la recuperación del hexano, cuando se observaba que no caía más hexano dentro del matraz de recolección.
- Debido a que siempre usamos los mismos compuestos en la recuperación, no fue necesario lavar los matraces durante el colocado de la mezcla en cada repetición.
- Al final de utilizar el rotavapor se tuvieron dos recipientes, uno con aceite de chía (recipiente 100 mL) y el otro con hexano recuperado (recipiente 1 L); el hexano extraído podrá ser usado luego para cualquier fin que se le requiera.
- También, se observó que la solución hexano y aceite que se separó, consistía en su mayoría por hexano.

B)

- En esta etapa se utilizaron muestras de aceite de chía, aceite de girasol y aceite de soja obtenidos comercialmente.
- En esta etapa, nos basamos en la preparación de suficientes reactivos para poder realizar 5 valoraciones por aceite.

C)

- En esta etapa se utilizaron muestras de aceite de chía, aceite de girasol y aceite de soja obtenidos comercialmente, y a diferencia de la etapa anterior no se utilizó la muestra de aceite extraído de forma experimental debido a que no se poseía una cantidad necesaria de este.
- Para freír, se utilizó una muestra de carne empanizado por el hecho que las encuestas que se realizaron anteriormente a la práctica dieron como alimento más utilizado la misma mencionada. (véase “Anexos”)

- Se filtraron con un embudo de 50 mm y con papel de filtro (previamente colocadas en un soporte con ayuda de una pinza) las muestras utilizadas para fritar la carne empanizada, debido a que contenían residuos e impurezas que podrían haber afectado a la hora de realizar el procedimiento.
- Luego de utilizar las muestras para fritar la carne empanizada, se observó que la coloración de los aceites cambió a tonalidades más oscuras.
- Las soluciones que se prepararon se basaron en el dato de que aproximadamente se realizarían 15 valoraciones, 5 valoraciones con cada muestra a utilizar.
- La masa de las muestras de aceite a utilizar y la de la carne empanizada, deben ser medidas de forma aproximadamente exacta con una balanza analítica, ya que se necesita que todas las condiciones sean iguales en todas las muestras, y además se disminuiría el error, facilitando que los valores sean lo más iguales posibles.

B y C)

- Algunas observaciones se repiten en ambas etapas, por esa razón se eligió colocarlas en una categoría separada y de esta forma evitar la repetición.
- El procedimiento de la etapa C también fue acortado debido a que muchas de sus metodologías eran iguales que en la etapa B, y además de esta forma evitar la repetición innecesaria.
- No se pudo valorar el tiosulfato de sodio (para que sea patrón secundario), debido a que no se poseía el tiempo necesario para preparar una solución de permanganato de potasio que sea patrón primario, debido a que esta necesita una semana de reposo en la oscuridad y no poseíamos esa cantidad de tiempo.
- La valoración de tiosulfato también podría haber sido realizada con trióxido de arsénico (patrón primario) pero su manipulación es muy tóxica y peligrosa, además del hecho de que no encontraba este compuesto en el laboratorio.
- Se procedió realizando una solución aproximadamente exacta de tiosulfato de sodio 0,1 N como última opción, esta opción fue dada y aprobada por el grupo docente presente en la práctica.
- Debido a que la solución sobresaturada de yoduro de potasio es muy lábil se le debe cubrir con papel aluminio al momento de prepararla y utilizarla, de esta forma evitar el contacto con la luz solar, el cual la descompondría formando yodo; tener en cuenta a su vez que la reacción que ocurre al prepararla es endotérmica, afectando la facilidad de llegar a saturarla.

- La solución que contiene la muestra de aceite, la solución de cloroformo / ácido acético y la solución sobresaturada de yoduro de potasio; debe ser tapada y guardada en la oscuridad inmediatamente, debido a que si entra en contacto con la luz solar se descompondría rápidamente, alterando los resultados obtenidos.
- El material usado en esta etapa está atado al material presente en el laboratorio.
- La solubilidad del yoduro de potasio es de 128 g/100 mL de H₂O a 6°C.
- La solución de almidón es utilizada como indicador en la valoración del yodo con tiosulfato de sodio.
- Se determinó que se harían 5 valoraciones con tiosulfato por cada muestra a utilizar, para así no tener un desperdicio muy voluminoso de soluciones.
- Se observó que el índice de peróxido era mayor luego de utilizar las muestras de aceites para fritar.
- Se observó que el aceite con mayor índice de peróxido fue el aceite de soja, seguido del aceite de girasol y muy de cerca por el aceite de Chia.
- El criterio que utilizamos para la incertidumbre fue de un número después de la coma.
- El valor de n en el tiosulfato de sodio pentahidratado es 2 debido al intercambio de electrones en la reacción.

Discusión de Resultados:

A) Se logró extraer el aceite a partir de las semillas de chía de forma satisfactoria.

No se usaron los cartuchos de extracción estándares debido a que eran muy pequeños, en cambio se crearon unos cartuchos de extracción de mayor tamaño (con papel de filtro) para así aumentar la efectividad del método al aumentar la cantidad de semillas que podían ser utilizadas a la vez.

A su vez se utilizaron dos equipos Soxhlet a la vez para aumentar la efectividad del proceso en factor del tiempo.

B & C) Los resultados fueron satisfactorios, se logró determinar el índice de peróxido de cada muestra de aceite analizada, mediante una valoración en dos fases.

También se determinó que las muestras utilizadas presentan un mayor índice de peróxido que sus predecesoras, esto sucedió debido a que el aceite se oxidó aumentando el índice de peróxido el cual reacciona con el tiosulfato de sodio.

Se logró concluir que las muestras utilizadas sin freír contienen un índice de peróxidos mucho menor que en su estado utilizado, casi el doble del mismo.

Conclusión:

A)

Se logró extraer aceite de chía de forma satisfactoria mediante la extracción con hexano.

B)

Indice de Peróxido del Aceite de Girasol sin utilizar = $(28,4 \pm 2,3)$ mEq/kg

Indice de Peróxido del Aceite de Soja sin utilizar = $(53,2 \pm 3,1)$ mEq/kg

Indice de Peróxido del Aceite de Chia comercial sin utilizar = $(22,5 \pm 1,8)$ mEq/kg

C)

Indice de Peróxido del Aceite de Girasol Utilizado = $(56,1 \pm 1,0)$ mEq/Kg

Indice de Peróxido del Aceite de Soja Utilizado = $(113,3 \pm 2,1)$ mEq/kg

Indice de Peróxido del Aceite de Chia Utilizado = $(46,1 \pm 0,5)$ mEq/kg

Perspectivas:

Como perspectiva para otras investigaciones se puede medir el índice de saponificación de diferentes aceites para saber cuál es el más eficiente para poder fabricar un jabón, también se pueden extraer aceites por el método de prensado y medir el rendimiento del mismo.

Anexos

Composición de las distintas muestras utilizadas:

Composición de la semilla de chía:

Tabla 1. Composición general y aportes nutricionales de las semillas de chía.

Componente	100g	1 porción	%DDR*
Energía (Kcal)	536	134	6,7%
Proteínas (g)	17,2 (19-27)	4,3	26,5%
Hidratos de carbono	44	11	15,43%
Fibra dietética total	28,32 (23,81-32,84)	5,67	21%
Lípidos (g)	34,3 (30-38,6)	8,6	12,8%
♦ AGS	2,2	0,8	
♦ AGMI	2,3	0,6	
♦ AGPI ω-6	7,6	1,9	21,7%
♦ AGPI ω-3	22,2	5,5	277,5%
♦ Ácidos grasos trans	0	0	0
Colesterol (mg)	0	0	0
Sodio (mg)	<20	<5	
Potasio (mg)	700	175	116%
Calcio (mg)	820	205	20,5%
Hierro (mg)	16,4	4,1	22,8%
Fósforo (mg)	924	231	33%
Magnesio (mg)	392	98	28%
Zinc (mg)	6,8	1,7	15,5%
Cobre (mg)	2,1	0,53	26%
Vitamina A (µg)	44	11	<1%
Tiamina (mg)	0,2	0,05	4,2%
Riboflavina (mg)	5,2	1,3	<1%
Niacina (mg)	6,4	1,6	1%

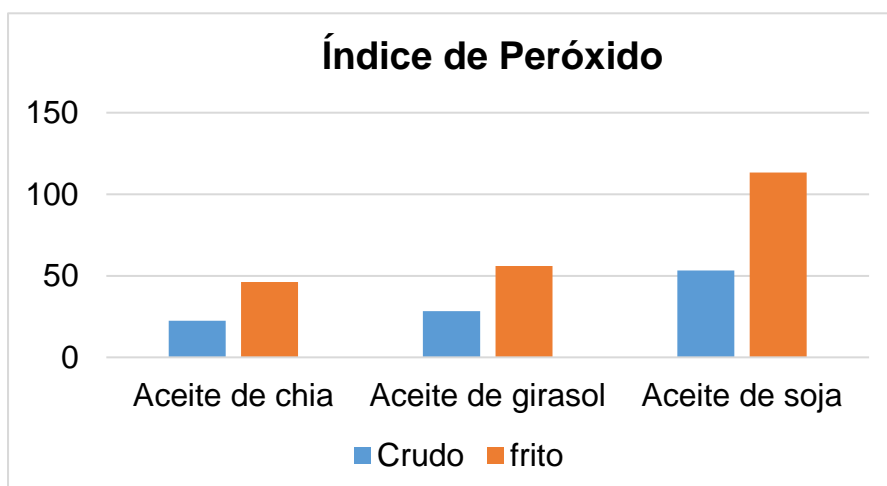
Composición del aceite de soja:

Tabla de los principales ácidos grasos del aceite de soja (hidrogenado) por 100 g	
Grasas saturadas	14,900 g
Ácido palmítico	9.800 g
Ácido esteárico	5.000 g
Ácido mirístico	0.100 g
Grasas monosaturadas	43,00 g
Ácido oleico	42.500 g
Ácido palmitoleico	0,400 g
Grasas poliinsaturadas	37,600 g
Ácido linoleico (Omega 6)	34.900 g
Ácido alfa-linolénico (Omega 3)	2.600

Composición del aceite de girasol:

Tabla de los principales ácidos grasos del aceite de girasol normal por 100 g	
Grasas saturadas	10,300 g
Ácido palmítico	5.900 g
Ácido esteárico	4.800 g
Grasas monosaturadas	19,500 g
Ácido oleico	19.500 g
Grasas poliinsaturadas	65,700 g
Ácido linoleico	65.700 g

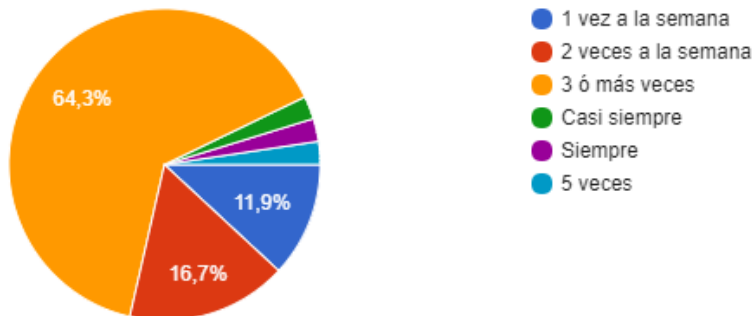
Comparación del índice de peróxidos en las tres muestras utilizadas:



Material de las encuestas realizadas mediante Google Forms:

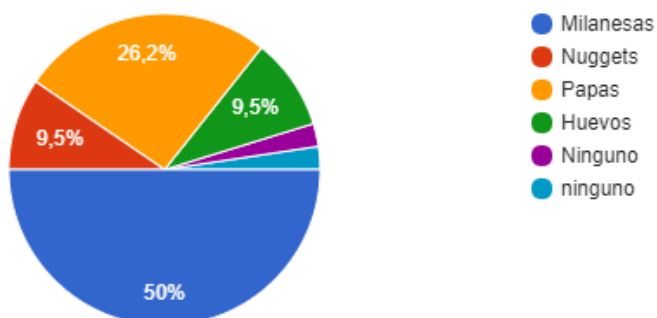
¿Con qué frecuencia utiliza aceite en su casa?

42 respuestas

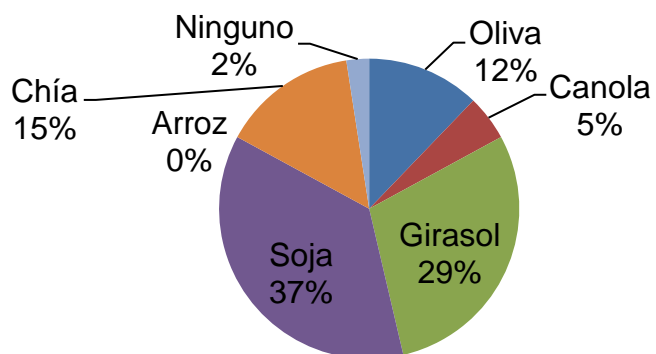


¿Qué alimento frito consume generalmente?

42 respuestas



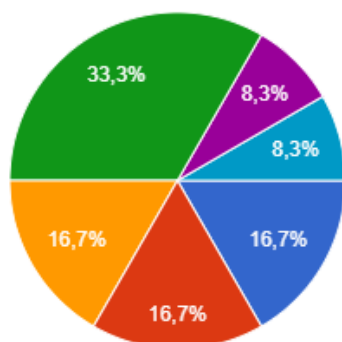
¿Qué tipo de aceite utiliza frecuentemente para freír?



Aceite de oliva:

¿Por qué motivos decide utilizar este aceite?

12 respuestas

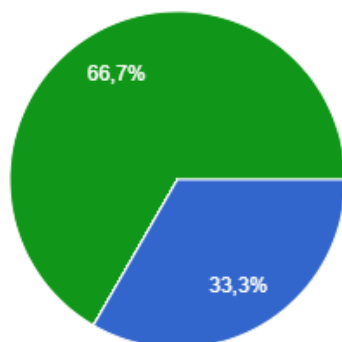


- Porque es mas barato
- Por su valor nutricional
- Por su contenido en omega 3
- Porque cree que es más sano
- Porque siempre lo uso
- utilización en ensaladas

Aceite de canola:

¿Por qué motivos decide utilizar este aceite?

3 respuestas

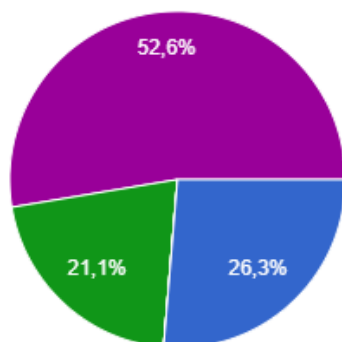


- Porque es mas barato
- Por su valor nutricional
- Por su contenido en omega 3
- Porque cree que es más sano
- Porque siempre lo uso

Aceite de Girasol:

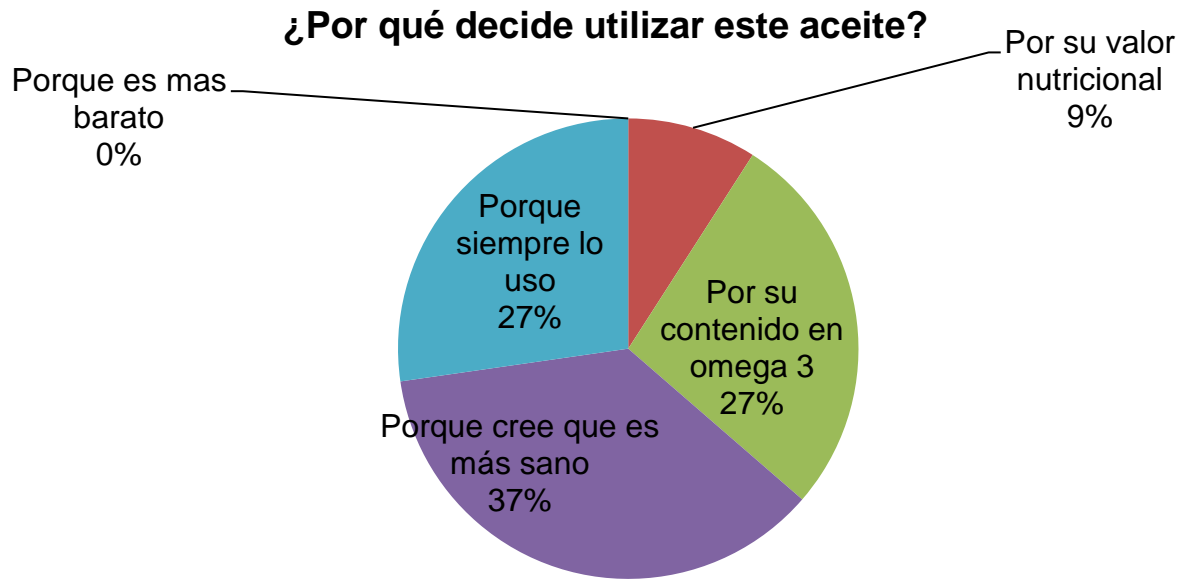
¿Por qué motivos decide utilizar este aceite?

19 respuestas

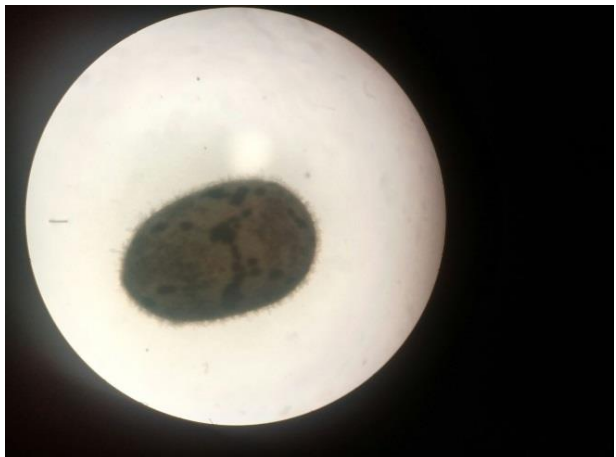


- Porque es mas barato
- Por su valor nutricional
- Por su contenido en omega 3
- Porque cree que es más sano
- Porque siempre lo uso

Aceite de soja:



Fotos de las prácticas:





Medidas de Seguridad

Ácido Acético Glacial:



Indicaciones de peligro:

- H226: Líquidos y vapores muy inflamables
- H290: Puede ser corrosivo para los metales
- H314: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves

Consejos de prudencia:

Prevención:

- P210: Mantener alejado de fuentes de calor
- P280: Llevar guantes/ prendas/gafas/ máscara de protección

Intervención:

- P301+P330+P331: EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. No inducir el vómito
- P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con agua y jabón abundantes.
- P305+P451+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando
- P308+P310: EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Llamar a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico.

Tiosulfato de Sodio Pentahidratado:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Yoduro de Potasio:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Cloroformo:



Indicaciones de peligro:

- H302: Nocivo en caso de ingestión
- H315: Provoca irritación cutánea
- H319: Provoca irritación ocular grave
- H331: Tóxico en caso de inhalación
- H351: Se sospecha que provoca cáncer
- H361d: Se sospecha que daña al feto
- H372: Perjudica a determinados órganos (Hígado, Riñón) por exposición prolongada.

Consejos de prudencia:

Intervención:

- P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con agua y jabón abundantes.
- P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar
- P305+P451+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando
- P308+P310 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico

Ácido Clorhídrico:



Indicaciones de peligro:

- H302: Nocivo en caso de ingestión
- H315: Provoca irritación cutánea
- H319: Provoca irritación ocular grave
- H331: Tóxico en caso de inhalación
- H351: Se sospecha que provoca cáncer
- H361d: Se sospecha que daña al feto
- H372: Perjudica a determinados órganos (Hígado, Riñón) por exposición prolongada o repetida

Consejos de prudencia:

Intervención:

- P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con agua y jabón abundantes.
- P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar

- P305+P451+P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando
- P308+P310 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un medico

Hexano:



Indicaciones de peligro:

- H225: Líquido y vapores muy inflamables
- H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias
- H315: Provoca irritación cutánea
- H336: Puede provocar somnolencia o vértigo
- H361fd: Se sospecha que daña la fertilidad. se sospecha que daña al feto.
- H373: Puede provocar daños en los órganos (SN) tras exposiciones prolongadas o repetidas si se inhala
- H411: Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Consejos de Prudencia:

Prevención:

- P210: Mantener alejado de fuentes de calor
- P240: Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción
- P273: Evitar su liberación al medio ambiente

Intervención:

- P301+P330+P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. No provocar el vómito
- P302+P352 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL: lavar con agua y jabón abundantes.
- P304+P340 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar

- P314: consultar a un médico en caso de malestar

Almacenamiento:

- P403+P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente

Aceite de Chia:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Aceite de Girasol:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Aceite de Soja:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Almidón Soluble:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Vaselina:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Agua Potable:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Agua Destilada:

Ningún ingrediente peligroso según el reglamento (CE) No.1907/2006

Bibliografía:

- Ayerza, R., & Coates, W. (1996). Fatty acid composition, protein and oil content of Chia (Salvia hispánica). Arizon
- Badui Dergal, S. (2006). La química de los alimentos. México: Pearson Educación.
- Valderrey, J., & Pérez, J. (2004). Asturnatura.com. Recuperado el 3 de 11 de 2017, de <https://www.asturnatura.com/articulos/lipidos/triacilgliceridos.php>
- BIOTRENDIES BEAUTY. (s.f.). Beauty.Biotrendies.com. Obtenido de [https://beauty.biotrendies.com/botanical-](https://beauty.biotrendies.com/botanical-online) online. (s.f.). Recuperado el 3 de 11 de 2017, de http://www.botanical-online.com/semillas_de_chia_composicion.htm#
- Ing. Ayerza, R. (s.f.). La chía como fuente de ácidos grasos Omega-3, Antioxidantes, fibra, proteína y minerales para el consumo humano y animal. Arizona.
- Nelson, D., & Cox, M. (2009). Lehninger. PRINCIPIOS DE BIOQUÍMICA (5ª Edición). Omega.
- Calvo, M. (s.f.). Bioquímica de los alimentos. Recuperado el 2 de 11 de 2017, de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/lipidos/acidosgrasos.html>
- Sapio, O. D., Bueno, M., Busilacchi, H., & 2004, C. S. (Abril de 2004). Chía: importante antioxidante vegetal. agromensajes de la facultad.
- Y., S. N. (1994). Toxicología y farmacología aplicada. Fukuyama, Japón.
- Gharachorlo, M., Ghavami, M., Mahdiani, M. & Azizinezhad, R. (2010). The effects of microwave frying on physicochemical properties of frying and sunflower oils. Journal of the American Oil Chemists' Society, 87, 355-360.

- Landines, P. M. A. & Zambrano, N. J. A. (2009). La oxidación lipídica en la cadena de producción acuícola. *Revista de Investigación Agraria*, 1, 13-22.
- Suaterna, A. C. (2009). La fritura de los alimentos. *Perspectivas en nutrición humana*, 11, 39-53.
- UCLA (University of California, Los Angeles) Department of Chemistry & Biochemistry. Lipids. 607 Charles E. Young Drive East Box 951569, Los Angeles, CA 90095-1569. <http://www.chemistry.ucla.edu/>. Recuperado de http://www.Chem.UCLA.edu/Harding/Notes/notes_14C_lipids.pdf.
- University at Albany, State University of New York. Lecture 4: Review of Lipids (Ch. 9). 1400 Washington Ave, Albany, NY 12222. <http://www.albany.edu/>. Recuperado de http://www.albany.edu/faculty/cs812/bio366/L04_Lipids.pdf.
- Marshall University. Chapter 19 – Lipids. 1 John Marshall Drive Huntington, WV 25755. <http://www.marshall.edu/cos/>. Recuperado de <http://science.marshall.edu/castella/chm204/chap19.pdf>.
- Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health. Lipids. 615 N. Wolfe Street, Baltimore, MD 21205. <http://www.jhsph.edu/>. Recuperado de <http://ocw.jhsph.edu/courses/humannutrition/PDFs/Lecture4.pdf>.
- Theodore E. Brown, H. E. (2010). *Química: la ciencia central*. México: Pearson Educación.
- News Medical & Life Sciences. Lipid Biological Functions. United Kingdom – HQ (AZoNetwork UK Ltd., NEO, 4th Floor, 9 Charlotte Street Manchester M1 4ET, UK. <http://www.news-medical.net/>. Recuperado de <http://www.news-medical.net/life-sciences/Lipid-Biological-Functions.aspx>.
- Macarulla, M., & Goñi, F. (Enero 2002). *Biomoléculas Lecciones de bioquímica estructural (3ª Edición)*. Barcelona: Reverté, S.A.

- Alexander, J. C. 1986. Heated and oxidized fats. Editorial Alan R. Liss. New York (EE.UU).
- Nawar, W. W. 1993. Lípidos: Química de los alimentos. Editorial Acribia S.A.
- Kajimoto, G. 1976. Rancidity of fats and oils and their nutritive values. Kagaku To Kogyo (Osaka).
- Cheftel, J.C. y H. Cheftel. 1978. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia.
- J., M. (s.f.). *Mercola*. Recuperado el 1 de 11 de 2017, de <http://articulos.mercola.com/aceites-herbales/aceite-de-soya.aspx>
- Pérez, C. (s.f.). *Natursan.net*. Obtenido de <https://www.natursan.net/>
- Ramírez, A., & Castañeda, A. (s.f.). Universidad autónoma del estado de Hidalgo. Recuperado el 3 de 11 de 2017, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/e3.html>