

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



ELABORACIÓN DE MARCHA ANALÍTICA PARA LA DETERMINACIÓN DE PERÓXIDO
EN LA MARGARINA POR MÉTODO YODOMÉTRICO

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE DIPLOMADO DE ESPECIALIZACIÓN

PRESENTADO POR:

MARÍA ELENA PERLERA JERONIMO

MARIO ROMUALDO PREZA ORTIZ

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO(A) EN QUÍMICA Y FARMACIA

OCTUBRE, 2024

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MAESTRO JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

LICENCIADO PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

DECANA

MAESTRA NANCY ZULEYMA GONZÁLEZ SOSA

SECRETARIA

LICENCIADA EUGENIA SORTO LEMUS

DIRECCIÓN GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DIRECTORA GENERAL (AD-HONOREM)

MAESTRA KATIA LISSETTE MARTÍNEZ DE PALACIOS

TRIBUNAL EVALUADOR

ASESORA

LICENCIADA SANDRA GUADALUPE PERAZA DE RAMÍREZ

ASESOR

LICENCIADO RAMÓN ALBERTO MURCIA SAAVEDRA

TUTORA

LICENCIADA MARLENE EMPERATRIZ ACOSTA MARTÍNEZ

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN	9
-----------------	---

CAPÍTULO II

2.0 OBJETIVOS	12
---------------	----

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO	14
-------------------	----

3.1 Grasas y aceites vegetales	14
--------------------------------	----

3.2 La margarina	15
------------------	----

3.3 El Índice de Peróxido	15
---------------------------	----

3.4 Libros oficiales de referencia	17
------------------------------------	----

CAPÍTULO IV

4.1 Determinación del índice de peróxido en margarina	19
---	----

4.1.1 Reactivos, cristalería, equipos e instrumentos	19
--	----

4.1.2 Preparación de reactivos de análisis	20
--	----

4.1.3 Preparación de la muestra de margarina	22
--	----

4.1.4 Marcha analítica para la determinación de peróxido	22
--	----

4.2 Cálculos para la determinación del índice de peróxido	23
---	----

4.3 Diagrama de marcha analítica	24
----------------------------------	----

CAPÍTULO V

5.0 CONCLUSIONES

27

CAPÍTULO VI

6.0 RECOMENDACIONES

29

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°	Pagina N°
1. PORCIÓN DE PRUEBA Y PRECISIÓN DEL PESAJE	25
2. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS COLABORATIVAS INTERNACIONALES REALIZADAS ENTRE 1993 Y 1999.	31
3. PRUEBAS DE ACEITE DE OLIVA.	32

RESUMEN

La determinación del índice de peróxido es importante como parámetro para medir el grado de oxidación de una grasa o un aceite, ya que las grasas y aceites comestibles son propensos a pasar con facilidad por reacciones de deterioro que provocan cambios significativos e importantes en su composición y propiedades organolépticas, dando como resultado un sin número de compuestos. Por otra parte, dicho deterioro en la calidad de las grasas puede darse como resultado de la exposición prolongada al aire, temperaturas elevadas y/ o a la acción directa de la luz solar, generando reacciones como las de oxidación, siendo este un proceso irreversible provocando una serie de reacciones en cadena. (7)

Así mismo, si el producto tiene la mínima rancidez y esta es detectada por el consumidor final, difícilmente la consumirá, no sólo por el sabor desagradable sino por los problemas de salud que pueda generar a largo plazo como, por ejemplo, cáncer y problemas de artritis, entre otros. (5)

Es así que, con base en lo anterior, en la presente investigación se elaboró una marcha analítica para la determinación del índice de peróxido, como parámetro de calidad de la margarina; además, se describió el proceso de preparación de las muestras para su análisis fisicoquímico, así como los diferentes métodos de análisis sugeridos por libros oficiales, desarrollándose un método de análisis basado en la Normativa Salvadoreña y el Reglamento Técnico Centroamericano.

CAPÍTULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

El índice de peróxido es de gran importancia para evaluar la calidad en las grasas y aceites, ya que la cantidad de peróxido nos indica el grado de oxidación de los lípidos, y esto es una de las principales causas del envejecimiento químico para este tipo de alimento, debido a que tiene como consecuencia el desarrollo de olores y sabores desagradables. Además, el problema no sólo se limita a la percepción del producto como desagradable, sino también a las consecuencias que conlleva consumir dichos productos en estado de oxidación.

Es así que, con base en lo anterior, la presente investigación bibliográfica se enfocará en la elaboración de una marcha analítica para la determinación del índice de peróxido en margarina que será de utilidad para evaluar la calidad en las grasas y aceites.

La margarina, es un producto alimenticio de carácter netamente lipídico y de uso común en la cocina para la preparación de una gran variedad de alimentos; por lo cual, la importancia de investigar la calidad de esta, es de mucha relevancia desde un punto de vista de la salud, ya que los subproductos generados de las reacciones de oxidación, pueden ser peligrosos para el bienestar de las personas.

Un ejemplo de lo anterior es, la peroxidación de ciertas grasas, la cual está asociada con problemas de inflamación que causan artritis y cáncer; es por ello que, también se han impuesto normas al respecto, como en el caso de la FAO (Food and Agriculture Organización), la cual establece que en cantidades superiores a los límites, puede ser perjudicial para las personas.

Por otra parte, a nivel nacional existen pocas investigaciones referentes a este tema, por lo que el presente trabajo, pretende generar material de apoyo de carácter bibliográfico que permita al analista, contar con una técnica de análisis detallada para la determinación del índice de peróxido en margarina y que esto conlleve a la obtención de resultados claros, veraces y reproducibles que asistan en la toma de decisiones para la verificación del desempeño de las industrias alimenticias, específicamente en el sector de grasas vegetales.

En la presente investigación, se elaboró una marcha analítica para la determinación de peróxido en margarina, tomando como base diferentes fuentes bibliográficas como los métodos analíticos estandarizados validados, descritos en libros oficiales tales como los de

la AOAC (Official Methods of Analysis), la Norma Técnica salvadoreña (NTS), el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) y el Codex Alimentarius.

La investigación consto principalmente de un marco teórico que fundamento el desarrollo de la marcha analítica, la cual detallo cada paso a seguir desde la preparación de las muestras, los reactivos, las soluciones estándar o valorantes, la cristalería a utilizar y el planteamiento de los cálculos a desarrollar para la determinación del contenido de peróxido, lo cual permitirá establecer si el resultado está dentro de las especificaciones bibliográficas oficiales.

El trabajo consto de dos partes: la parte I, o parte inicial en la cual se seleccionó el tipo de alimento donde se llevó a cabo la realización del perfil del producto; el cual describe en forma breve y resumida de qué tratará el producto final.

En la parte II se diseñó una marcha analítica para la determinación de peróxido en margarina mediante una valoración yodo-métrica con tiosulfato de sodio, tomando como base diferentes fuentes bibliográficas como los métodos analíticos estandarizados validados, descritos en libros oficiales tales como los de la AOAC (Official Methods of Analysis), la Norma Técnica Salvadoreña (NTS), el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) y el Codex Alimentarius.

El diseño de la marcha analítica se detalló cada paso a seguir desde la preparación de las muestras, los reactivos, las soluciones estándar o valorantes, la cristalería a utilizar y el planteamiento de los cálculos a desarrollar para la determinación del contenido de peróxido, lo cual permitió establecer si el resultado está dentro de las especificaciones bibliográficas oficiales, tomadas en este caso de la AOAC (Official Methods of Analysis).

CAPÍTULO II

2.0 Objetivos

2.1 Objetivo General:

- Diseñar una marcha analítica para la determinación de peróxido, como parámetro de calidad, en margarina.

2.2 Específicos:

- Describir el proceso de preparación de las muestras de margarina para su análisis fisicoquímico.
- Investigar los diferentes métodos de análisis fisicoquímicos sugeridos por los libros oficiales para alimentos de características lipídicas.
- Presentar un método de análisis para la determinación de peróxido en margarina con base en la Normativa Salvadoreña y el Reglamento Técnico Centroamericano.

CAPÍTULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

3.1 Grasas y aceites vegetales

Las grasas y aceites vegetales están compuestos por mezclas de ésteres de glicerina y ácidos grasos, también denominados triglicéridos, a pesar de que están formados por los mismos compuestos, se conoce comúnmente la grasa como aquellas que a temperatura ambiente y condiciones normales se encuentran en estado sólido, por otro lado, los aceites se identifican comúnmente como los que a temperatura ambiente y condiciones normales se encuentran en estado líquido.⁽³⁾

Triglicéridos son compuestos formados por la reacción de desplazamiento de una molécula de glicerol en sus enlaces OH- que mediante puente de hidrógeno forma un enlace con los radicales H+ libres de las moléculas de ácidos grasos de la forma descrita en la figura 1. ⁽³⁾

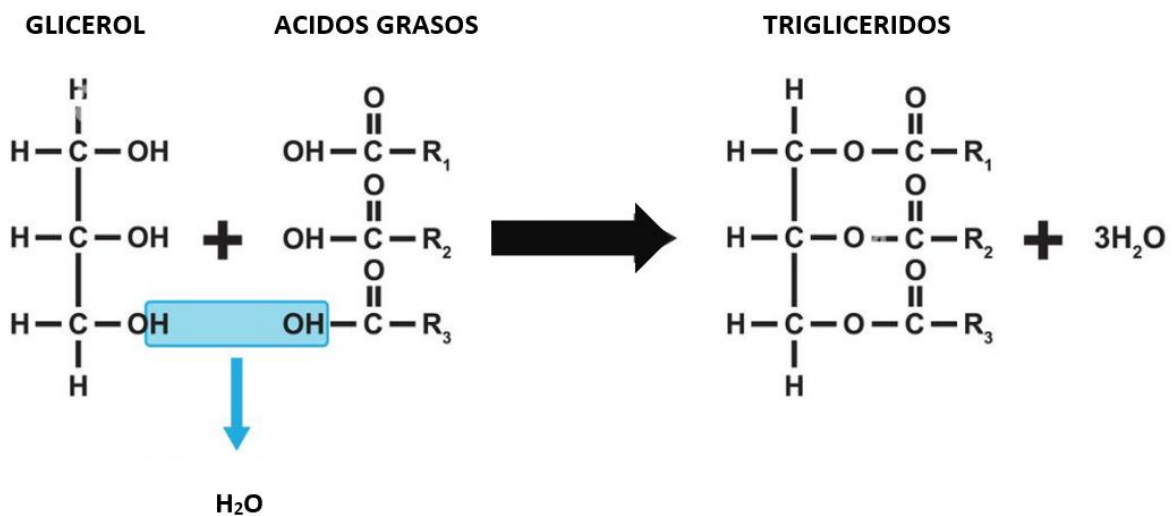


Figura 1. Estructura de triglicéridos. ⁽³⁾

3.2 La margarina

La margarina es el alimento en forma de emulsión líquida o plástica, generalmente del tipo agua/aceite, obtenida a partir de grasas y aceites comestibles. Debe usarse esta definición cuando el producto contenga al menos 80% m/m de grasa. Si contiene menos de 80% m/m de grasa, deberá indicarse en la etiqueta el porcentaje de grasa en la fórmula o el nivel de reducción con respecto al estándar de 80% m/m de grasa. (1)

Las margarinas son grasas semisólidas con aspecto similar a la mantequilla, pero más untuosas. Se obtienen mediante procedimientos industriales a partir de grasas insaturadas de origen vegetal (margarina 100% vegetal) o bien a partir de grasas de origen animal y vegetal mezcladas (margarinas mixtas), con un porcentaje mínimo de materia grasa del 80% y un contenido máximo de agua del 16% (2)

3.3 Índice de Peróxidos

El índice de peróxido se expresa como los miliequivalentes de Peróxidos presentes en 1 kg de aceite o grasa, y brinda información sobre el grado de oxidación de un aceite.

Los principales factores que afectan al índice de peróxido son los tiempos de mezcla en producción, temperaturas, exposición al aire, luz, calidad en las materias primas y prácticas de almacenamiento. (4)

El aumento de este índice está determinado por la exposición a factores ambientales y de procesamiento entre las cuales se encuentra la luz solar, presencia de oxígeno y la temperatura de operación. En la industria alimenticia este parámetro es muy representativo en la determinación del tiempo de vida útil de un producto. (4)

Los ácidos grasos libres en los aceites y grasas reaccionan con el oxígeno atmosférico y producen hidroperóxidos lipídicos, pero son más conocidos solo como peróxidos, estos son compuestos cuya fórmula general se expresa como ROOH; estos compuestos dan lugar a una serie de reacciones consecutivas que generan sustancias volátiles que producen olor y sabor desagradable en los aceites y grasas, y que asociamos con el grado enranciamiento de las

grasas. Estas reacciones se aceleran con el aumento de temperatura y con la exposición a la luz. (5)

La cantidad de peróxido en la muestra de aceite o grasa indica el grado de oxidación primaria, y se relaciona con la probabilidad del aceite de volverse rancio. De esta forma, mientras mayor sea el índice de peróxido mayor es el grado de oxidación de la muestra, mientras que un bajo valor es indicativo de la buena calidad del producto y adecuado estado de conservación. (4)

La razón de esta alteración en la calidad del aceite o grasa, esencialmente se produce debido a que los dobles enlaces que contenidos en los ácidos grasos que los constituyen, reaccionan con el oxígeno formando sustancias que luego se descomponen en otros compuestos que originan las características desagradables de las grasas oxidadas. (5)

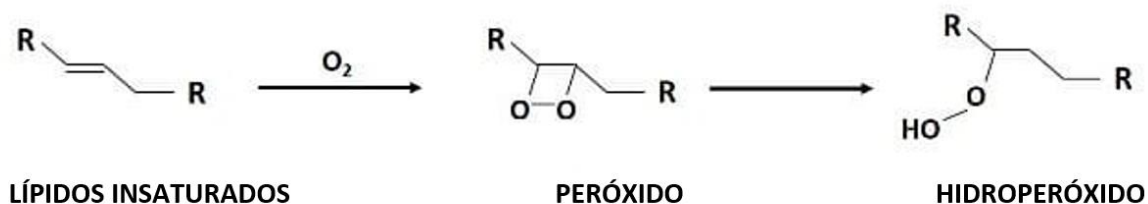


Figura 2. Formación de grasas oxidadas

En los métodos oficiales, como el de la AOAC método Cd 8-53(90), los peróxidos se hacen reaccionar con iones de yoduro para formar yodo, luego, el índice de peróxido se determina por titulación del yodo liberado con tiosulfato utilizando el almidón como indicador: (5)

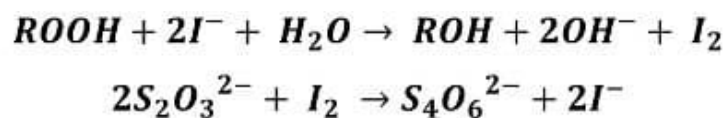


Figura 3. Reacciones del proceso de titulación Redox con Tiosulfato de Sodio como agente reductor.

El índice de peróxido se calcula a partir de los ml de tiosulfato sódico gastados para reducir el yodo formado en la primera reacción por la acción de los peróxidos presentes. (5)

Al principio de la oxidación de las grasas es posible que, en su mayoría, el producto de la reacción no sea más que hidroperóxido. Al aumentar la cantidad de peróxidos y aparecer el olor y el sabor característicos de la rancidez, se demuestra la presencia de otros productos resultantes de la descomposición de los hidroperóxidos. El agudo y desagradable olor a rancio se cree que es debido principalmente a la presencia de aldehídos con 6–9 átomos de carbono. El sabor y el olor a rancio aparecerá sólo cuando la concentración de estos compuestos sea tal que puedan ser detectados por nuestros órganos sensoriales. La correlación entre el olor y el sabor de grasas rancias y la cantidad de peróxidos, expresada como índice de peróxido, depende de muchos factores, como de su grado de insaturación y de la longitud de la cadena del ácido, entre otros. (4)

Se denomina Índice de Peróxido a los miliequivalentes (milimoles equivalentes) de oxígeno activo contenidos en un kilogramo de materia ensayada, calculados a partir del yodo liberado de yoduro de potasio, operando en las condiciones que se indican en la metodología. (4)

Las sustancias que oxidan el yoduro de potasio en las condiciones descritas se suponen son peróxidos u otros productos similares de oxidación de las grasas, por lo que el índice obtenido puede tomarse, en una primera aproximación, como una expresión cuantitativa de los peróxidos de la grasa. (4)

El oxígeno activo resultante de la oxidación de los aceites reacciona con el yoduro de potasio liberando yodo, el cual se valora con tiosulfato de sodio utilizando disolución de almidón como indicador, el cual vira de coloración azul – violeta a incoloro en el punto final. (4)

3.4 Libros Oficiales de referencia

3.4.1 Norma Técnica Salvadoreña (NTS)

3.4.2 Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA)

3.4.3 AOAC (Official Methods of Analysis)

3.4.4 Codex Alimentarius

CAPÍTULO IV

4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO EN MARGARINA

A continuación, se describe el procedimiento para la determinación de peróxido en margarina descrito por el método oficial AOAC, el cual describe los pasos para la preparación de la muestra y reactivos y materiales a utilizar y cuidados que hay que tener al ser tratada esta dicha muestra ya que de eso depende los resultados satisfactorios que queremos obtener.

La determinación de peróxido en margarina, se fundamenta en una valoración de Peróxido Método Ácido Acético-Isooctano. Este método determina todas las sustancias en términos de miliequivalentes de peróxido por cada 1000 g de muestra que oxidan el yoduro de potasio bajo las condiciones de prueba, se asume que generalmente todas las sustancias son peróxidos u o otros productos similares de la oxidación de las grasas. Este método es aplicable a todas las grasas y aceites normales, incluyendo la margarina.

4.1.1 REACTIVOS, CRISTALERÍA, EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Reactivos

- Ácido acético glacial (CH_3COOH)
- Solución saturada de yoduro de potasio (KI)
- Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)
- Almidón
- Muestra de Margarina

Cristalería

- Pipeta volumétrica de 0.5 ml
- Frasco Erlenmeyer de 250ml
- Vaso de precipitado de 1000 ml
- Tapón de vidrio
- Bureta de 25mL o 50 ml
- Agitador de vidrio

Equipos e Instrumentos

- Balanza granataria
- Cronómetro
- Agitador magnético
- Imanes
- Calculadora
- Guantes
- Lentes de seguridad

4.1.2 PREPARACIÓN DE REACTIVOS

- Solución de Ácido Acético-Isooctano (3:2) v/v, preparada mezclando 3 partes de Ácido Acético Glacial con 2 partes de Isooctano

- Solución Saturada de Yoduro de Potasio recientemente preparada, disolviendo un exceso de KI en agua destilada recientemente hervida aproximadamente 10 gramos de KI en 6 ml de agua. asegurarse que la solución permanezca saturada durante el uso, observando cristales de yoduro de potasio sin disolver y almacenar en la oscuridad cuando no se esté usando en un frasco ámbar.

- Realizar una prueba a la solución de yoduro añadiendo 2 gotas de solución indicadora de almidón a 0.5 ml de Solución de Yoduro de Potasio en 30 ml de solución de Ácido Acético-Isooctano, si se produce una coloración azul indica que se requiere más de una gota de solución de Tiosulfato de Sodio 0.1 M para neutralizar el color o desaparecer, descartar la solución de yoduro de potasio y preparar una solución nueva.

- Solución de Tiosulfato de Sodio 0.1M (estandarizada contra Estándar primario de Dicromato de Potasio como se describe a continuación)

Preparar la solución de Tiosulfato de Sodio 0.1M disolviendo 24.9 g de Tiosulfato de Sodio en agua destilada y aforar a 1 L.

El estándar primario de dicromato de Potasio debe ser finamente molido y secado a 105 °C durante 2 horas y secado en desecador.

Pesar 0.16 - 0.22 g de dicromato de potasio en un frasco con capacidad no menor a 500 ml, disolver con 25 ml de agua destilada, agregar 5 ml de Ácido Clorhídrico concentrado (35% - 37%), 20 ml de solución de yoduro de potasio al 15% (15 g Yoduro de Potasio disueltos en 100 ml de agua) mezclar con movimientos rotativos. Permitir reposar durante 5 minutos y después agregar 100 ml de agua destilada. Valorar con solución de Tiosulfato de Sodio agitando continuamente hasta que la coloración amarilla desaparezca casi por completo, agregar 1 - 2 ml de Indicador de Almidón y continuar la valoración agregando tiosulfato de Sodio lentamente hasta que la coloración azul desaparezca, la pureza de la solución de Tiosulfato de Sodio es expresado en términos de Molaridad.

$$\text{Molaridad solución de tiosulfato de sodio} = \frac{20.394 \times \text{masa de dicromato de potasio}}{\text{mL tiosulfato de sodio}}$$

En donde 20.394 es un valor de corrección basado en cargas moleculares entre Dicromato y Tiosulfato de Sodio

-Solución de Tiosulfato de Sodio 0.01 M estandarizada.

Esta solución debe ser preparada precisamente pipeteando 100 ml de Solución de Tiosulfato de Sodio diluido a volumen en un frasco volumétrico de 1000 ml con agua destilada hervida recientemente.

- Solución Indicadora de Almidón. (Utilizada para la estandarización del estándar primario)

Prueba de sensibilidad: preparara haciendo una pasta con 1 g de almidón y una pequeña cantidad de agua destilada fría, agregar mientras agitamos a 200 ml de agua destilada hervida y hervir por algunos segundos, remover inmediatamente del calor y dejar enfriar. Ácido Salicílico (1.25 g/L) puede ser agregado para preservar el indicador. Si se almacena por largo tiempo debe ser preservada en refrigeración a 4-10°C, si es almacenada bajo refrigeración la solución debe ser estable durante 2- 3 semanas.

Colocar 5 ml de solución de almidón en 100 ml de agua y añadir 0.05 ml de solución 0.1 M de Yoduro de Potasio preparada recientemente y añadir una gota de una solución de 50 ppm de cloro hecha diluyendo 1 ml de solución de hipoclorito de Sodio comercial (5%) en 1000 ml. El color azul producido debe desaparecer con 0.05 ml de solución de Tiosulfato 0.1 M

- Solución de Lauril Sulfato de Sodio 10% (preparada disolviendo 10 g de Lauril Sulfato de Sodio en 100 ml de agua destilada)

4.1.3 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Derretir en un vaso de precipitado de 150 ml o mayor capacidad una barra de margarina con agitación constante en una hot plate a calor bajo o utilizar una estufa a 60 - 70 °C durante aproximadamente 15 minutos, evitar el sobrecalentamiento y en especial la exposición prolongada a temperaturas mayores a 40°C.
- Cuando esté completamente derretida, retirar de la fuente de calor y dejar reposar la porción acuosa y la mayoría de los sólidos se sedimentan al fondo.
- Decantar la parte oleosa y filtrar utilizando papel Whatman No. 4 (o un filtro similar) recibir en un vaso de precepitado limpio. (No calentar de nuevo la parte oleosa de la muestra a menos que sea necesario). La porción de prueba debe ser clara y brillante.

4.1.4 MARCHA ANALITICA PARA LA DETERMINACIÓN DE PERÓXIDO

- Pesar una porción de 5g de margarina en un frasco Erlenmeyer de 250 ml, y agregar 50 ml de la solución 3:2 de Ácido Acético – Isooctano, agitar hasta disolver la porción de prueba, a esta agregar 0.5 ml de solución saturada de Yoduro de Potasio usando una pipeta volumétrica.
- Dejar reposar por 1 minuto, agitando al menos tres veces durante ese minuto, y luego agregar inmediatamente 30 ml de agua destilada.
- Titular con solución de Tiosulfato de Sodio 0.1 M agregándole gradualmente y con agitación vigorosa, continuar la titulación hasta que la coloración amarillenta del yodo haya desaparecido
- Agregar 0.5 ml de solución de lauril sulfato de sodio 10 % y 0.5 ml de solución indicadora de almidón, continuar la titulación con agitación constante llegando al punto final de la valoración para liberar todo el yodo de la capa del disolvente.
- Agregar solución de Tiosulfato gota a gota hasta que la coloración azul haya desaparecido por completo.
- Realizar una determinación de Blanco, la titulación del blanco no debe exceder 0.1 ml de la solución de Tiosulfato de Sodio 0.1 M.

4.2 CÁLCULOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO

$$\text{Valor de peróxido (miliequivalentes de peróxido/1000 g de muestra)} \\ = \frac{(S - B) \times M \times 1000}{g \text{ de porción de prueba}}$$

Donde:

B= Volumen de valorante en Blanco

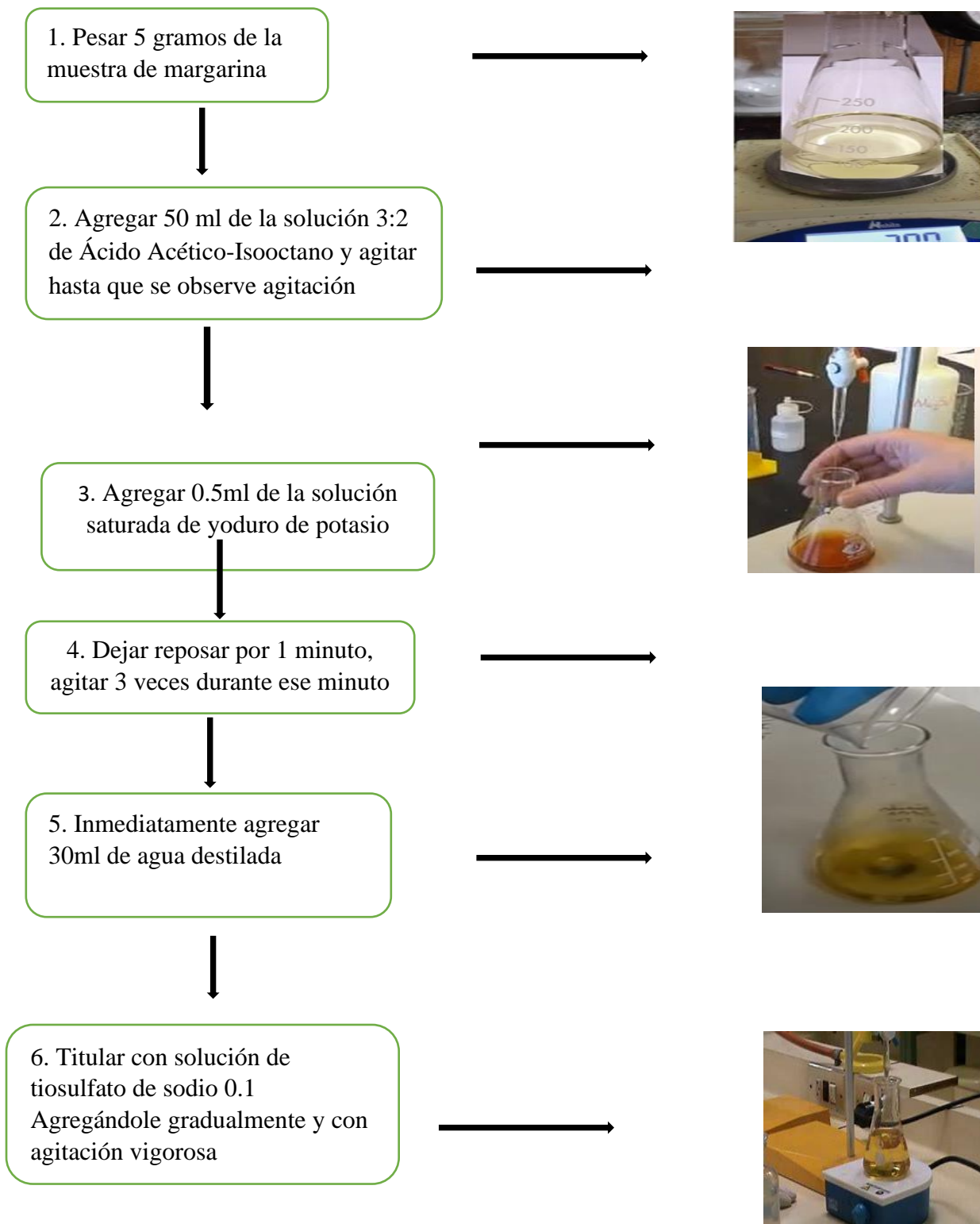
S= volumen de valorante de la solución de prueba

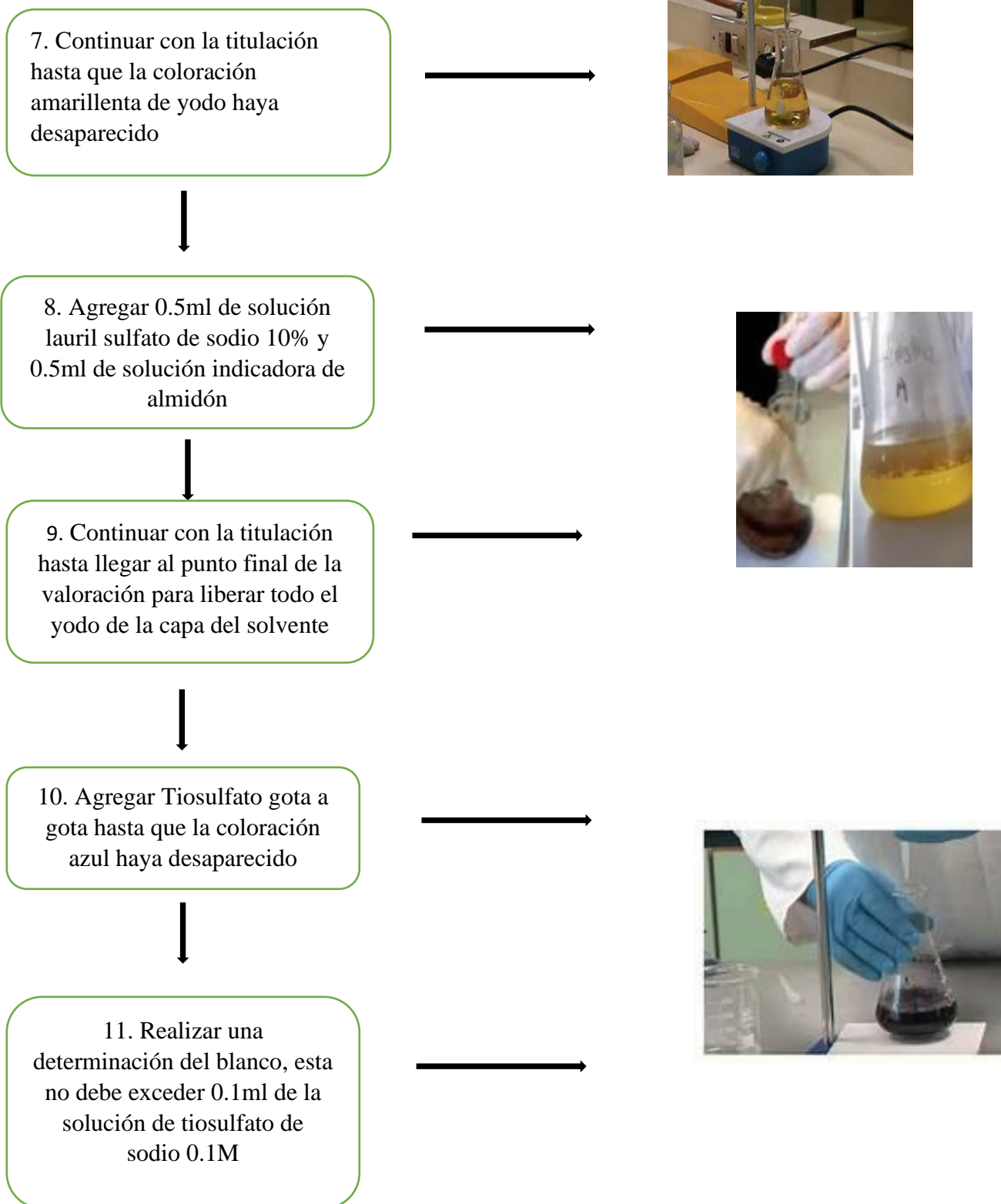
M= Molaridad de la solución de Tiosulfato de Sodio ⁽⁶⁾

TABLA N° 1 PORCIÓN DE PRUEBA Y PRECISIÓN DEL PESAJE. ⁶

Valor esperado de Peróxido (meq/Kg)	Masa de la porción de prueba (g)	Precisión del pesado	Interpretación del valor esperado
0 a 12	5.0 a 2.0	± 0.01	Conforme/ No Conforme
12 a 20	2.0 a 1.2	± 0.01	Conforme/ No Conforme
20 a 30	1.2 a 0.8	± 0.01	Conforme/ No Conforme
30 a 50	0.8 a 0.5	± 0.001	Conforme/ No Conforme
50 a 90	0.5 a 0.3	± 0.001	Conforme/ No Conforme

4.3 DIAGRAMA DE MARCHA ANALITICA





CAPÍTULO V

5.0 Conclusiones

1. El seguimiento acorde y exacto de una precisa marcha analítica es de mucha importancia para poder obtener resultados reales en el monitoreo de la calidad de las grasas y aceites
2. Dentro de los métodos de análisis físico químicos los libros oficiales para alimentos de características lipídicas describen la valoración de peróxido de método ácido acético - Isooctano y la valoración ácido acético cloroformo.
3. El índice de peróxido es un parámetro muy importante en la industria de los aceites y las grasas comestibles para determinar la calidad de un aceite, ya que el contenido de peróxidos define el estado de oxidación primaria del producto y nos da por tanto una estimación de su tendencia al enranciamiento; de ahí la importancia del monitoreo constante de este parámetro.
4. Luego de la revisión bibliográfica, el método más sugerido al cual se hace referencia tanto en el Reglamento Técnico Centroamericano y la Norma Salvadoreña es el dado por la AOAC (método ácido acético-Isooctano).

CAPÍTULO VI

6.0 Recomendaciones

1. A la industria alimentaria que se garantice realizar los diferentes controles de calidad de las grasas y aceites que se comercializan en el país.
2. A las Autoridades competentes que realicen las evaluaciones a la industria alimentaria que garanticen la calidad de la margarina que se fabrican.
3. A los futuros investigadores sobre el tema que utilicen reactivos de reciente preparación ya que estos son susceptibles a la degradación, y la omisión de esto puede llevar a resultados erróneos.
4. A todos los futuros investigadores sobre el tema se recomienda mantenerse informados sobre cualquier cambio o actualización de las marchas o métodos analíticos referidos por las correspondientes normas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:12. Alimentos y Bebidas procesados, Grasas y Aceites Especificaciones, el Consejo de Ministros de Integración Económica Centroamericana (COMIECO)2003,20053
2. Aida Guadalupe Castillo Orrego. Evaluación de la calidad de margarina expandidas en supermercado de la ciudad de Guatemala [Tesis]. Guatemala: Universidad de san Carlos; 2009.
3. Bailey AE. Aceites y grasas industriales. Reverte. Barcelona,2020. P746.
4. Zumbado Fernández H M. Análís químicos de los alimentos. Segunda edición. Miami, FL 33160: Editorial universitaria 2004; 2022. p. 3324-325.
5. Yusvelasquezen S• hace 4. Hive. 2020 [citado el 1 de marzo de 2024]. Determinación del índice de peróxido en muestras de aceite y grasas. Disponible en: <https://hive.blog/hive-196387/@yusvelasquez/determinaci-n-del-ndice-de-per-xido-en-muestras-de-1600788292>
6. Association of official Analytical Chemists, official Methods of Analysis, (15a ed.) Arlington Virginia AOAC International;2009 USA
7. Fuentes López, Ana; Fuentes López, Cristina. Determinación del índice de peróxidos en grasas comestibles [Internet]. sitio web; Riunet Móvil; Actualizado en 2023 [Consultado el 05 de junio de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/194295>

ANEXO N°1

TABLAS

TABLA N° 2 DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS COLABORATIVAS INTERNACIONALES REALIZADAS ENTRE 1993 Y 1999. ⁶

	Aceite de coco	Aceite de linola	Aceite de manteca de cerdo	Sebo	Grasa de res	Aceite de oliva	Estearina de palma
n	14	15	13	11	11	16	16
Media	1.34	3.11	2.89	14.0	12.2	24.10	9.27
Repetibilidad							
sr	0.07	0.16	0.18	0.79	0.36	0.98	0.73
RSD _r	5.38	5.14	6.34	5.61	2.93	4.08	7.86
r	0.20	0.45	0.51	2.20	1.00	2.75	2.04
Reproducibilidad							
sR	0.35	0.99	0.31	4.07	4.14	3.92	2.43
RSD _R	26.04	31.76	10.65	29.08	33.96	16.26	26.18
R	0.99	2.77	0.86	11.40	11.90	10.98	6.80

TABLA N° 3 DE PRUEBA DE ACEITE DE OLIVA. ⁶

	Aceite de oliva refinado	Aceite de oliva	Aceite de oliva virgen
Valor medio, meq/kg	13.11	7.66	12.27
Desviación estándar de repetibilidad relativa, %	11.53	6.05	6.50
Límite de repetibilidad, r, meq/kg	4.23	1.30	2.23
Desviación estándar de reproducibilidad relativa	12.48	13.24	13.52
	4.58	2.84	4.65