

Tecnología de Oleaginosas



Lilia Vázquez Chávez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD IZTAPALAPA

RECTOR GENERAL

Dr. José Antonio De Los Reyes Heredia

SECRETARIO GENERAL

Dra. Norma Rondero López

UNIDAD IZTAPALAPA

RECTORA

Dra. Verónica Medina Bañuelos

SECRETARIO

Dr. Juan José Ambriz García

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE C.B.S.

Dr. José Luis Gómez Olivares

COORDINADOR DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

Mtro. Federico Bañuelos Bárcena

JEFE DE LA SECCIÓN DE PRODUCCIÓN EDITORIAL

Lic. Adrián Felipe Valencia Llamas

Primera edición 2021

ISBN: 978-607-28-2439-3

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD IZTAPALAPA

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186, Col. Leyes de Reforma 1A Sección,
Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09310, Ciudad de México. Tel.: 5804 4600

Impreso y hecho en México/*Printed in Mexico*

Índice

Introducción	5
Guía de presentación de informe	7
Normas de seguridad	9
Práctica 1. Muestreo y calidad de granos y semillas oleaginosas	11
Practica 2. Extracción de aceites vegetal por prensado	21
Practica 3. Extracción de aceite vegetal con solventes	25
Practica 4. Refinación de aceite crudo vegetal	31
Practica 5. Análisis de calidad de grasas y aceites vegetales	37
Practica 6. Emulsiones y estabilidad (mayonesa)	55
Practica 7. Fritura por inmersión	65
Practica 8. Rancidez de grasas y aceites análisis	77
Practica 9. Obtención de Biodiesel a partir de Aceite vegetal	87
Practica 10. Análisis de calidad de granos de cacao	97
Practica 11. Elaboración y análisis de Chocolate	107

Introducción

Este Manual de prácticas de laboratorio está dirigido a apoyar el proceso teórico-práctico de enseñanza-aprendizaje de la UEA tecnología de oleaginosas, materia que forma parte del plan de estudio de la licenciatura en Ingeniería de los Alimentos, impartida en la UAM-Iztapalapa y cuya modificación se llevó a cabo en la sesión 344 del Colegio Académico, celebrada el 19 de Abril del 2012.

La obra se basa en la experiencia profesional y docente de la autora teniendo como finalidad proporcionar a los alumnos elementos básicos sobre los procesos y operaciones involucradas en la conservación comercialización, producción y transformación las plantas oleaginosas. Promoviendo en los estudiantes el interés y responsabilidad en el trabajo grupal en el laboratorio permitiendo que desarrollen competencias de aprendizaje teórico-práctico, con capacidad de análisis y de síntesis.

Se han propuesto doce prácticas que muestran en general procedimientos tecnológicos y análisis físicos, químicos, y sensoriales para determinar la calidad de los productos obtenidos a partir de las plantas oleaginosas, considerando aspectos normativos nacionales e internacionales. En el manual se establecen normas de seguridad e higiene así como los objetivos, la introducción, los materiales, las formulaciones y los procesos para obtener los productos respectivos mostrando tablas para la recopilación y análisis de resultados, así como un cuestionario y las referencias bibliográficas correspondientes.

La ciencia y tecnología de las oleaginosas se basa en el estudio de uno de los grandes grupos de plantas de mayor producción, investigación y comercialización mundial por ser plantas cuyas, semillas, granos y frutos presentan un alto contenido de lípidos y proteínas de alta calidad nutricional. Las plantas oleaginosas constituyen la materia prima muy importante para obtener diversos productos procesados tales como, aceites, aderezos y mayonesas entre otras muchas aplicaciones, proporcionando a los alimentos principalmente textura y sabor.

Guía de presentación de informe

Los alumnos que deberán entregar por equipo el informe completo a la siguiente semana de haber realizado la práctica.

El informe de cada práctica se deberá redactar en orden de acuerdo a los siguientes elementos:

1. Caratula: Contendrá el título de la práctica, número de equipo, nombres de los alumnos integrantes del equipo y fecha de realización de la práctica.
2. Objetivos: Generales y específicos serán propuestos por los propios alumnos.
3. Introducción (Máximo una cuartilla): Incluyendo la bibliografía consultada.
4. Metodología: Los alumnos deberán realizar los diagramas de flujo de los procedimientos realizados.
5. Resultados experimentales: Deberán incluir; cálculos, cuadros, o tablas y gráficas, dibujos, fotografías los cuales deberán ir numerados y acompañados de un título explicativo. En cada gráfica se anotaran los parámetros que se estudian con coordenada bien identificadas con unidades. En su caso, se deberá indicar la forma como se llevó a cabo el tratamiento estadístico de los datos experimentales.
6. Discusión de resultados: Los estudiantes interpretarán los resultados obtenidos experimentalmente apoyándose en la bibliografía. La discusión se efectuará haciendo referencia a los objetivos del trabajo. Esta es una de las partes más importantes del informe.
7. Conclusiones: Se presentarán como un resumen del análisis de los resultados resaltando los aspectos más importantes aprendidos siendo congruentes con los objetivos.
8. Observaciones y recomendaciones: Podrán incluirse sugerencias para el mejoramiento de las prácticas.
9. Cuestionario: Reforzará los conocimientos adquiridos. Las respuestas deberán ser apoyadas en bibliografía.
10. Bibliografía: Se anotarán todas aquellas referencias bibliográficas consultadas en el informe. Las referencias consultadas, se presentan de la misma forma que las referencias incluidas en cada práctica de este manual. Escribiendo el apellido del (los) autor(es), seguido de los nombres en abreviatura, el año de publicación, el título del capítulo o nombre del trabajo, el editor o la casa editorial, el sitio o lugar de publicación, y la(s) página(s) consultada(s). Cada uno de estos elementos será separado por una coma. En el caso de publicaciones periódicas (artículos) se incluirán el apellido del (los) autor(es), seguido de los nombres en abreviatura, el año de publicación, el título del trabajo, volumen, número entre paréntesis y las páginas del artículo (Journal of Food Science and Technology).

Normas de seguridad

Es necesario establecer normas de conducta en el área de trabajo de cuyo cumplimiento depende el orden, y la seguridad de todos los participantes.

1. En la primera sesión de laboratorio se indicará a los alumnos donde se encuentran las salidas de emergencia, las regaderas de seguridad, los extinguidores, y el botiquín de primeros auxilios. Los alumnos deberán identificar los distintos señalamientos que la oficina de protección civil de la UAM-Iztapalapa ha distribuido a la vista en los pasillos y laboratorios de las áreas de docencia, que muestran los teléfonos de emergencia y las medidas ante cualquier eventualidad (según instructivo de laboratorio; <http://www.izt.uam.mx/index.php/documentos/>).
2. Será requisito que al entrar al laboratorio los alumnos y el profesor porten bata de algodón blanco que cubra hasta las rodillas perfectamente abotonadas y limpias.
3. En caso necesario deberá usarse cofia, cubre-bocas, guantes de látex y gafas de seguridad. Nunca llevar lentes de contacto.
4. Será necesario lavarse las manos con jabón al inicio y al final de la sesión de laboratorio. Por higiene, las uñas deben estar limpias, recortadas, sin anillos, pulseras y relojes. Cualquier tipo de herida o abrasión debe ser cubierta para prevenir infecciones.
5. Está prohibido fumar, comer o beber dentro del laboratorio.
6. Se deberá trabajar de manera ordenada evitando juegos, y nunca correr dentro del laboratorio para evitar accidentes. No se admitirán visitas personales, ni el uso de teléfonos u otros aparatos que distraigan la atención y pongan en riesgo la seguridad.
7. Antes y después de cada práctica los alumnos deberán limpiar las mesas de trabajo y sanitizarlas con hipoclorito de sodio al 2%.
8. Cuando caliente recipientes, ollas o sartenes será importante dejar que se enfríen antes de moverlas usando guantes de asbesto para evitar quemaduras.
9. Los productos inflamables (alcohol, aceite, hexano, etc.) deberán manejarse dentro de una campana de extracción y calentarlos usando un baño de agua caliente sobre una parrilla eléctrica, manteniéndose alejados de las llamas de los mecheros.
10. No se deberá pipetear directamente con la boca, usando siempre una propipeta para el manejo de cualquier líquido y evitar el contacto con la piel mediante el uso de guantes.
11. Se deberá evitar tirar residuos en las tarjas, por lo que los residuos deberán ser recolectados en un frasco debidamente etiquetado y al término de la sesión, el frasco se entregará al laboratorista, quién se encargará de su destino.
12. Los equipos y el material limpios deberán entregarse al laboratorista correspondiente y reportar cualquier irregularidad en el funcionamiento de ellos. Asegurándose de cerrar las llaves del gas y agua correctamente y apagar la luz al salir del laboratorio.

Práctica 1

Muestreo y calidad de granos y semillas oleaginosas

1.1. Introducción

Los granos y semillas oleaginosas se utilizan para la alimentación tanto humana como animal. Entre los granos oleaginosos se encuentran: la soya, el maíz, el algodón, el cacahuate, el cártamo y, el ajonjolí. Se caracterizan porque sus granos presentan alto contenido de aceites, constituyendo una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados, ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles, indispensables para la nutrición humana.

El muestreo de granos se lleva a cabo para obtener una muestra representativa de un lote. La toma de la muestra se realiza según se encuentre el grano, a granel o encostalado en diferentes partes del transporte y/o del almacén. Inicialmente se aplican diferentes técnicas estadísticas de muestreo para tomar diferentes muestras parciales de granos, que se mezclan, se homogeniza y divide por cuarteo, obteniendo la muestra final representativa del lote, la cual será usada para llevar a cabo el análisis de calidad física y sensorial de los granos.

La calidad de los granos y semillas está relacionada principalmente con sus características físicas, su composición química y sus propiedades funcionales. Durante la cosecha, transporte, secado y almacenamiento los granos están expuestos a sufrir diferentes daños tanto mecánicos como biológicos (microorganismos, insectos y roedores) pudiendo modificar la calidad de los granos y semillas, disminuyendo su valor comercial. Para verificar que el grano reúna las características deseadas de calidad para su comercialización es necesario contar con el debido conocimiento de las normas de calidades oficiales, nacionales e internacionales. Los primeros criterios de calidad que se evalúan en cualquier tipo de grano corresponden a apreciaciones sensoriales como son la temperatura y el olor.

Las características físicas de los granos se determinan con métodos analíticos que incluyen determinaciones de peso hectolítrico, porcentaje de humedad y alteraciones sanitarias, así como infestaciones, daños e impurezas. Según normativa y marco legal vigente de normas oficiales Mexicanas para productos no industrializados para uso humano granos y semilla oleaginosos. Los granos y semillas oleaginosos deberán, tener un bajo contenido de humedad, con un mínimo contenido de granos dañados y de contaminación microbiológica. Así como un alto peso hectolítrico, con una buena viabilidad genética y alto valor nutritivo. Asegurando con esto su comercialización y la alta extracción de aceite de buena calidad.

1.2. Objetivos

- a) El alumno conocerá la importancia del muestreo de granos.
- b) El alumno conocerá y aplicará diferentes métodos para evaluar la calidad física. y sanitaria de los granos y semillas oleaginosas que garanticen su calidad.

1.2.1. Indicaciones

Los alumnos con anticipación realizarán una búsqueda bibliográfica sobre técnicas y equipos de muestreo. Se deberá consultar la norma de calidad de muestreo y del análisis físico del grano correspondiente (soya, maíz, algodón, cártamo, ajonjolí, o canola).

El profesor indicará a los alumnos, por equipo, el grano que deberán adquirir en el mercado local, así como los análisis que cada equipo deberá realizar. Al final de la práctica los resultados de todos los equipos se registran en la tabla de resultados.

1.3. Muestra de granos

Desarrollo experimental

1. Una muestra de granos de 2 kg adquirida en el mercado local se colocará en una bolsa de polietileno, limpia, seca y sin roturas y se identificara portando una etiqueta con los siguientes datos: Fecha y lugar de adquisición de la muestra, condiciones generales del lugar de adquisición, (especie, variedad, luz, y limpieza).

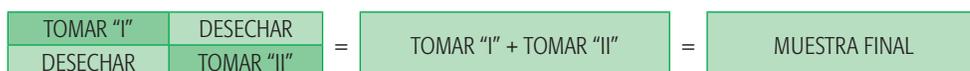
- La bolsa conteniendo la muestra de granos se cerrará mediante una liga de hule hasta la realización de la práctica.

1.3.1. Homogenización y división de la muestra

Desarrollo experimental

- El grano contenido en la bolsa de plástico se vacía sobre el centro de una tela de plástico, extendiéndola hasta formar una capa de grosor homogéneo y dividiéndola en cuatro partes iguales de 500g aproximadamente, usando una regla.
- De la muestra anterior dividida en cuatro partes, se toman dos partes opuestas entre sí y se recolectan, para obtener 2 muestras de granos de 1 kg aproximadamente. Debiendo tener cuidado de no tirar el grano.

Cuarteo:



- Las muestras obtenidas se pasan a bolsas de plástico se mezclan se homogeniza manualmente agitándola varias veces de un lado a otro y de arriba hacia abajo. Se tomara una bolsa para realizar los análisis.

1.4 Características sensoriales y físicas de los granos

Materiales	Equipos
Termómetro 120 °C.	Balanza granataria
Vidrio de reloj	Microscopio estereoscópico
Mortero	Lupa
Pinzas de diseccion	
Bisturí	
Espátula	
Regla vernier	

Desarrollo experimental

1.4.1. Olor

Los granos contenidos en la bolsa de plástico deberán presentar, olor característico y libre de olores a putrefacción o rancidez. Escribir sus observaciones en la tabla de registro anexa.

1.4.2. Color

El color dependerá del tipo y variedad del grano (según norma correspondiente). Escribir sus observaciones en tabla de registro de resultados.

1.4.3. Temperatura

Desarrollo experimental

- Introducir un termómetro dentro la bolsa que contiene los granos y determinar la temperatura.

- Una temperatura fuera de rango (28-30 °C.) puede ser ocasionada por actividad biológica de insectos y/o desarrollo de microorganismos. Anote sus resultados en la tabla de registro de resultados anexa.

1.4.4. Estructura externa del grano

Desarrollo experimental

- Observar forma, superficie, y color del grano entero en un microscopio estereoscópico.
- Tomar fotografía y escribir sus observaciones en tabla de resultados.

1.4.5. Estructura interna del grano

Desarrollo experimental

- En un mortero colocar un grano y fracturarlo muy cuidadosamente.
- Con unas pinzas y bisturí, con mucho cuidado tratar de separar las tres partes del grano, (salvado, endospermo y germen).
- Pesar cada una de las partes del grano y reportar porcentaje de salvado endospermo y germen.
- Observe las diferentes partes del grano en el microscopio estereoscópico.
- Tomar fotografía y escribir sus observaciones tabla de resultados.

1.4.6. Tamaño del grano

El tamaño del grano afecta su peso. La uniformidad del tamaño y la forma del grano, están relacionados con altos rendimientos en su procesamiento.

Desarrollo experimental

- Mida con una regla vernier el largo y el ancho de 10 granos, reporte promedios
- Obtenga la relación largo/ancho reporte el promedio. Anote sus resultados en tabla de registro de resultados.
- Tomar fotografía y escribir sus observaciones en tabla de resultados.

1.4.7. Peso hectolítrico, o densidad aparente

Es una relación entre la masa y el volumen del grano, considerando dentro de este volumen no solamente el espacio ocupado por los granos sino también el volumen de los espacios intergranulares. Se expresa en el sistema Inglés en libras por bushel y en kilogramos por hectolitro en el sistema métrico decimal. Esta prueba se ve afectada por la forma, uniformidad, dureza, humedad, contenido de proteína, daños e impurezas del grano. A mayor daño del grano el peso hectolítrico será más bajo. Se puede determinar con la balanza de Schopper directamente llenando, un recipiente de un volumen de un litro y pesando el grano. Cuando no se cuenta con la balanza se determina manualmente como se indica.

Material	Equipos
Probeta de 1000 mL.	Balanza granataria
Vaso de precipitados de 1000 mL.	
Espátula	

Desarrollo experimental

1. Llenar una probeta de 1000 mL con el grano hasta el aforo.
2. El grano se saca de la probeta, se deposita en un recipiente y se pesa.
3. El resultado se reporta como Kg de grano/100 L (hectolitro).
4. Realizar la prueba por triplicado sacar el promedio y anotar sus resultados en la tabla de resultados, revisar norma correspondiente.
5. Anexar en el informe foto de balanza Schopper y el método para usarla.

1.4.8. Porcentaje de Humedad

Esta característica importante del grano se toma en cuenta para llevar a cabo el secado y el almacenamiento de granos. Está estrechamente relacionada con el crecimiento de microorganismos e insectos en los granos. Existen varios métodos, rápidos, que usan equipos electrónicos y de luz infrarroja. Pero cuando en los laboratorios no se cuenta con estos equipos, uno de los métodos de determinación del porcentaje de humedad más usado es el método de la estufa.

Material	Equipos
Mortero	Balanza analítica
Charola de aluminio para humedad	Estufa de calentamiento
Pinzas para charola	
Desecador	
Espátula	
Termómetro	

Desarrollo experimental

1. Moler una muestra de granos de aproximadamente 5 g en un mortero.
2. De la muestra anterior pesar exactamente de 1 a 2 g de grano molido dentro de una charola que fue puesta previamente a peso constante.
3. Las charolas con la muestra se colocan en una estufa a 130 °C por 2 horas.
4. Después las charolas se sacan de la estufa, se transfieren a un desecador, se dejan enfriar y se pesan.
5. Las determinaciones se hacen por triplicado. Los resultados se anotan en la tabla de resultados.

Cálculos	Dónde
$\% \text{ humedad} = \frac{P - P_1}{P_2} \times 100$	<p>P = Peso de la charola con la muestra húmeda.</p> <p>P₁ = Peso de la charola con muestra seca</p> <p>P₂ = Peso de la muestra húmeda</p>

1.4.9 Peso de 1000 granos

Es un indicador del tamaño y uniformidad del grano relacionado con la densidad del grano. El peso de 1000 granos disminuye en granos dañados. La industria prefiere granos uniformes y grandes, con mayor peso con mayor proporción de aceite.

Material	Equipos
Vaso de precipitados de 250 mL.	Balanza granataria

Desarrollo experimental

1. Se toman 100 granos, se pesan y el resultado se multiplica por 10 para obtener el peso de 1000 granos.
2. La prueba se realiza por triplicado y se saca el promedio.
3. Anote sus resultados en la tabla de resultados. Revisar norma correspondiente.

1.4.10 Índice de dureza por flotación del grano

Es una prueba subjetiva que mide la dureza del grano de maíz. Se determina por el porcentaje de granos flotantes en una solución de nitrato de sodio. Los granos suaves serán menos compactos, conteniendo más almidón y aire en el endospermo por lo que flotarán más que los granos duros más difíciles de moler.

Material	Reactivos	Equipos
Cristalizador de 500 mL. Agitador de vidrio	Solución de nitrato sodio	Balanza granataria

-Sol. Nitrato de sodio 178.9 g. en 250 mL. de agua, densidad de 1,275 g/cm³ a 21 °C.

Desarrollo experimental

1. En un cristalizador adicionar 150 mL de la solución de nitrato de sodio a 21 °C
2. Adicionar 25 granos de maíz y agitar cada 30 segundos por 5 minutos.
3. Se deja reposar y se cuenta el número de granos flotantes.
4. Realizar la prueba por triplicado. Anotar los resultados obtenidos en tabla revisar bibliografía relacionada.

Cálculos

$$\% \text{ Granos flotantes} = \frac{\text{Número de granos flotantes}}{\text{Numero granos totales}} \times 100$$

1.4.11. Fisuras y fracturas de los granos

Material	Reactivos	Equipos
Vasos de precipitados 250 mL. Lupa Probeta 100 mL. Piseta Agitador de vidrio	Solución colorante Verde rápido FCF 0.01%	Balanza analítica

Desarrollo experimental

1. Pesar 10 granos y sumergirlos dentro de un vaso de precipitados conteniendo 50 mL de una solución de colorante Verde rápido FCF, durante 4 minutos.
2. Después de este tiempo, sacar los granos del vaso y colocarlos en otro vaso de precipitados conteniendo 50 mL de agua destilada agitarlos durante 30 segundos.
3. Los granos se sacan se colocan sobre una servilleta de papel.
4. Los granos teñidos de color verde serán los granos que presentan, fisuras o grietas abiertas, astillados y daño en el pericarpio.
5. Indique el porcentaje de granos dañados. Anote sus resultados en la tabla de resultados.

Cálculos

$$\% \text{ Granos teñidos} = \frac{\text{Peso de granos teñidos}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

1.5. Determinación de impurezas y granos dañados

Material	Equipos
Servilletas papel Lupa	Balanza granataria

Desarrollo experimental

1. Tomar 25 g de granos y extenderlos sobre una hoja de papel blanco.
2. Examinar bajo el efecto de la luz natural con lupa los diferentes tipos de defectos de los granos señalados abajo.
3. Sepárelos manualmente formando grupos independientes para cada tipo de defecto.
4. Pesar cada uno de los grupos de granos por separado y determinar su porcentaje.

1.5.1 Impurezas y granos dañados

1.5.1.1. Impurezas:

Cualquier cuerpo o material extraño que no sea semilla, incluyendo otro tipo de semilla, material vegetal, piedras o excretas.

1.5.1.2. Granos verdes (inmaduros):

Granos que no llegan a su maduración normal, de consistencia dura, que puede presentar un alto contenido de humedad y de clorofila.

1.5.1.3. Granos germinados:

Granos que haya iniciado el proceso de germinación, los que presentan claramente el proceso de germinación del grano.

1.5.1.4. Granos fogueados:

Granos o pedazos de granos que presenten una alteración en su coloración interna y externa con coloraciones marrones, por acción de temperatura en el campo.

1.5.1.5. Otros granos:

Granos o pedazos pertenecientes a diferentes especies del grano analizado.

1.5.1.6. Granos dañados por microorganismo:

Granos que presentan cambios de color, a negruzco.

1.5.1.7. Granos dañados por insectos:

Granos o fracciones de grano con perforaciones o galerías originadas por insectos, tanto de campo como de almacén.

1.5.1.8. Granos dañados por roedores:

Granos o fracciones de grano en los que se observe a simple vista los efectos de las mordeduras de los roedores.

1.5.1.9. Granos dañados por altas temperaturas de secado:

Granos o pedazos de granos que presentes una alteración en su coloración. Presentan coloraciones marrones.

1.5.1.10. Granos quebrados y/o partidos:

Pedazos de granos, cualquiera que sea su tamaño, fracturados en cualquiera de sus estructuras anatómicas, por daño mecánico durante la trilla o cosecha en el campo, y durante el acopio y transporte. Los procesos industriales, son afectados por la presencia de granos quebrados.

Cálculos para las impurezas y/o para los granos dañados correspondientes.

$$\% \text{ Granos} = \frac{\text{Peso de granos analizado}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100$$

1.5.2. Determinación de granos dañados

Prueba de hipoclorito para soya los granos que poseen alteraciones físicas se hinchan.

Material	Reactivos	Equipos
Vaso de precipitados 1000 mL. Agitador de vidrio Servilletas papel Lupa	Solución de hipoclorito 5%	Balanza granataria

Desarrollo experimental

1. Sumergir 10 granos de soya en un vaso de precipitados de 1000 mL conteniendo 250 mL de la solución de hipoclorito agitar la solución durante 3 minutos.
2. Dejar reposar los granos por 15 minutos.
3. Sacar los granos de la solución colocarlos sobre una servilleta de papel, observar con lupa las semillas hinchadas de entre 2 y 3 veces su tamaño original. 4. Anote sus resultados en la tabla de resultados.

Cálculos:

$$\% \text{ Granos hinchados} = \frac{\text{Número de granos hinchados}}{\text{Numero granos totales}} \times 100$$

1.6. Prueba de viabilidad.

La prueba de tetrazolio es una prueba rápida que estima la viabilidad del germen de los granos y semillas y por tanto su calidad. La prueba se basa en la actividad de las enzimas deshidrogenasas, que solo se presenta en las células vivas y que en contacto con la sal de cloruro 2, 3, 5-trifeniltetrazolio, manifiesta una coloración roja, la ausencia de esta coloración o tonos débiles indica que el germen está muerto o con poca viabilidad. Esta prueba indica la reducción de viabilidad del grano debida a daño mecánico, daño por insectos por altas temperaturas de secado, estrés hídrico y heladas.

Material	Reactivos	Equipos
Vasos de precipitados 100 mL. Bisturí Pinzas de diseccion Lupa Probeta 100 mL. Piseta Agitador de vidrio Servilleta papel Espátula	Solución de 2,3,5-trifenil tetrazolio al 0.05%	Balanza analítica Estufa de calentamiento

Desarrollo experimental

1. Tomar 10 granos y cortarlos cuidadosamente longitudinalmente para exponer el germen.
2. Los granos partidos a la mitad se introducen en un vaso de precipitados conteniendo 25 mL de solución de tetrazolio al 0.05%.
3. El vaso se coloca en una estufa a 70 °C durante 2 a 4 h.

4. Se saca el vaso de la estufa los granos se extraen del vaso y se colocan sobre una toalla de papel para examinar con lupa. Si los granos se tiñen de color rojo presentan viabilidad.
5. Expresar el número de granos viables como porcentaje. Anote sus resultados en la tabla de resultados.

Cálculos

$$\% \text{ Granos viables} = \frac{\text{Número de granos que presentaron viabilidad}}{\text{Número total de granos}} \times 100$$

Tabla Registro de Resultados

Equipos	1	2	3	4	5	6
Muestra grano						
Análisis sensorial						
Olor						
Color						
Temperatura (°C)						
Estructura externa del grano entero						
Forma, superficie, y color						
Estructura internas del grano						
% Salvado						
% Endospermo						
% Germen						
Tamaño grano						
Largo (mm)						
Ancho (mm)						
Relación largo/ancho						
% Humedad						
Peso hectolítrico (Kg/Hl)						
Peso de 1000 granos (g)						
Índice de dureza por flotación del grano						
Fisuras y fracturas de los granos						
Impurezas y granos dañados						
% Impurezas						
% Granos verdes (inmaduros)						
% Granos germinados						
% Granos fogueados						
% Otros granos						
% Granos dañados por microorganismos						
% Granos dañados por insectos						
% Granos dañados por roedores						
% Granos dañados por calor						
% Granos quebrados y/o partidos						
% Granos dañados prueba hipoclorito						
Prueba de Viabilidad						

Si es necesario anexe en otra hoja para observaciones y fotos

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Mencione cual es la diferencia entre granos y semillas.
2. Señale cual es la importancia del muestreo de los granos y semillas.
3. Identifique y dibuje diferentes equipos usados para el muestreo en campo y en almacenamiento a garanel y en costales como, sondas, muestreadores de sacos, muestreadores de pelicano, cribas, separador Boerner, etc.
4. Indicar diferentes técnicas estadísticas de muestreo de granos: a granel, en costales, en vagones, en camiones, en tolvas, en contenedores, en silos y en bodegas de granos.
5. Señale la importancia de la determinación de humedad de los granos.
6. Mencione equipos automáticos para determinar la humedad de los granos.
7. Señale diferentes factores biológicos y físicos que inciden en el deterioro de la calidad de los granos.
8. Indique diferentes de plagas que inciden en la calidad de los granos almacenados, anexe imágenes.
9. Investigue como se realiza el control de plagas en el almacenamiento.

Bibliografía

- Almacenamiento y conservación de granos y semillas. 2018. Inspección, muestreo y análisis de calidad. Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios. ASERCA, México.
- American Association of Cereal Chemists 2000 Approved Methods of the AACC 10th Edition the Association. USA.
- Dirección General de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para productos alimenticios no industrializados, para uso humano oleaginosas; NMX-ff-089-scfi 2008 Soya-glycine Max (L.) Merrill; NMX-FF-071-1994 Ajonjolí (Sesamum Indicus L.); NMX-FF-034-1995 Maíz (Zea Mays L.); NMX-FF-088-SCFI-2008 Algodón (Gossypium Spp); NMX-FF-090-SCFI-2008 Cártamo (Carthamus Tinctorius L); NMX-FF-111-SCFI-2008 Canola (Brassica Spp.). Especificaciones y métodos de prueba. Secretaría de Economía, México.
- Flores, H.A. 2004. Introducción a la tecnología de semillas. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- International Rules for Seed Testing. 2021. International Seed Testing Association ISTA.
- Márquez, O., y Pozzolo. 2012. El Almacenamiento y Conservación de Granos parte I y II Agrotécnica 60-64, Mayo.
- Normativa y marco legal vigente. Consulta de catálogo de Normas. Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad (SINEC). Dirección General de Normas (DGN) de la Secretaría de Economía (SE). <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/BusquedaNormas.xhtml>

Videos Relacionados

- <https://www.youtube.com/watch?v=0YQeygl794> Análisis muestreo y calidad granos.
- <https://www.youtube.com/watch?v=7cq74Tx5mxE> Análisis peso hectolítrico.
- <https://www.youtube.com/watch?v=7hRSUuJlVc> Análisis humedad por estufa.
- <https://www.youtube.com/watch?v=tEgCT-VgMA> Análisis humedad por infrarojo.

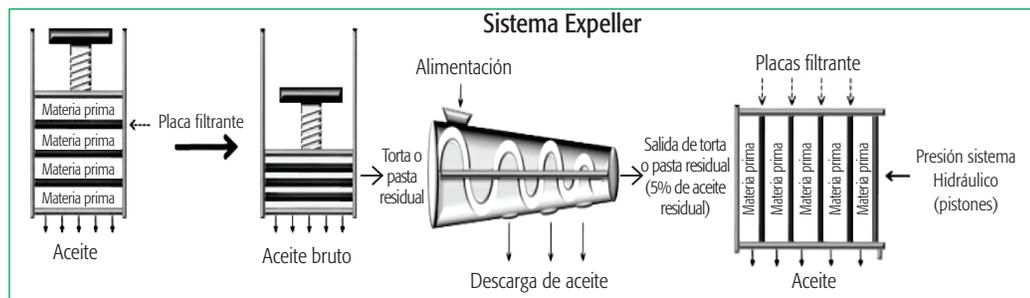
Practica 2

Extracción de aceites vegetal por prensado

2.1 Introducción

Las frutas y semillas oleaginosas como la soya, algodón, maní, girasol, colza, coco, linaza, palma, oliva, etc., son fuente importante para la obtención de aceites, y subproductos de pastas proteicas. En general la extracción de aceite de plantas oleaginosas, puede realizarse a través del prensado y/o con solventes.

El principio de extracción por prensado se basa en la aplicación de presión sobre una masa. El procedimiento más antiguo de extracción de aceite se basó en la aplicación de presión mecánica sobre una masa de productos oleaginosos contenidos en bolsas de tela, implementándose posteriormente un sistema discontinuo de extracción por prensado hidráulico. Hoy en día la extracción de aceite de las semillas oleaginosas a nivel industrial se realiza casi exclusivamente mediante prensas continuas llamadas expellers en las cuales la presión necesaria se obtiene mediante un eje horizontal que gira dentro de una jaula y que está provisto de tornillos sinfín tal forma que se produce un avance del material, y una presión crecientes. Son máquinas de alta presión diseñados para obtener aceite en un solo paso. Las prensas continuas, tienen como inconvenientes capacidad limitada y alto gasto de energía. El rendimiento va a depender de la composición de la materia prima y del método en frío o caliente y de la eficiencia del equipo usado.



<http://elpequenoagroindustrial.blogspot.com/2014/07/extraccion-de-aceite-prensado.html>

Fig. 1 Filtro prensa y prensa de tornillo expeller

El proceso de prensado se utiliza generalmente para extraer aceite de semillas o frutas oleaginosas que tienen un alto contenido de aceite (entre 20 y 30%) para obtener aceites vírgenes en frío de alta calidad nutricional y sin utilizar posteriormente solventes químicos. En este proceso las prensas expeller de alta calidad pueden dejar pastas con aceite residual de hasta alrededor de 5%. Los tipos de aceites que son comúnmente prensados en frío son los de oliva, de linaza, de sésamo, de semilla de uva, de aguacate, y de coco. El proceso de prensado se usa también para extraer solo una cierta cantidad de aceite de los granos oleaginosos que posteriormente serán sometidas a un proceso de extracción con solventes para reducir el aceite residual de la pasta hasta de un 1% o menos.

Se llevará a cabo la extracción de aceite de coco *Cocos nucifera* (familia *Arecaceae*), que es un fruto oleaginoso de un árbol originario de Asia que contiene más de 40% de aceite. El aceite de coco es rico en ácidos grasos saturados de cadena corta, rico en ácido láurico, siendo una grasa muy estable químicamente. Se puede usar en la fabricación de margarina, en grasa para repostería, y también para aplicaciones no alimentarias, en la fabricación de jabones. El aceite de coco comercialmente obtenido puede ser virgen o refinado.

2.2. Objetivo

- a) El alumno conocerá el proceso de extracción de aceite por prensado y **determinará el rendimiento de aceite.**

2.2.1. Indicaciones

Los alumnos por equipo, adquirirán en el mercado local los cocos. La práctica se desarrollará en dos etapas. Los resultados obtenidos al final de la práctica se reunirán en la tabla y se realizará el informe.

2.3. Extracción de aceite por prensado

Materiales	Equipos
Cocos maduros	Licuadora
Espátula	Parrilla de calentamiento
Manta de cielo grande	Balanza granataria
Botella plástico de refresco 2 L. vacía y limpia	
Cuchillo	
Martillo	
Desarmador	
Tabla para picar	
Colador	
Rayador verduras	
Recipientes de 500 mL.	
Tijeras	
Guantes de látex	
Cofia y cubre boca	
Guantes asbesto	
Vaso de precipitados 250 mL.	
Sartén	
Pala madera	
Probeta 100 mL.	
Frasco de vidrio con tapa	

El desarrollo experimental de la extracción se llevara a cabo en dos etapas.

2.3.1. Primera etapa

Desarrollo experimental

1. Con un desarmador se abren los orificios de dos cocos limpios.
2. Los coco se rompen con un martillo en trozos y el agua se coloca en un recipiente.
3. La pulpa se separa de la cascara del coco y se pesa. La pulpa se corta con un cuchillo en trozos y se ralla finamente.
4. Una parte de la pulpa rallada se pasa a una licuadora se le adiciona un poco de agua del mismo coco y se licua hasta formar una pasta espesa.

5. **Para no forzar el motor de la licuadora este proceso se realiza en partes hasta moler completamente toda la pulpa de coco.**
6. Cuando no se cuenta con prensa mecánica, la pasta de coco ya molida se coloca dentro de en un paño limpio de algodón y con las manos usando guantes de látex se exprime fuertemente obteniendo la leche de coco, en un recipiente.
7. A la pasta se le adiciona un poco más de agua de coco y se sigue exprimiendo para extraer más leche. Este proceso se repite dos o tres veces más hasta extraer totalmente la leche de coco de la pulpa obtenida.
8. La pasta residual prensada se recoge de la tela usando una espátula, se coloca en un recipiente, se pesa, y se guarda para la práctica extracción con solvente.
9. Por otro lado previamente se lava una botella de plástico (refresco grande) se tapa perfectamente y se corta un tramo pequeño de la parte ancha de la botella.
10. La botella se invierte quedando la parte estrecha con la tapadera hacia abajo en forma de embudo y la parte ancha cortada hacia arriba.
11. La botella invertida muy bien tapada, se coloca dentro de un recipiente (para evitar que se mueva) y por la parte ancha de arriba se adiciona la leche de coco.
12. La botella invertida conteniendo leche de coco se deja en refrigeración por 48 horas hasta la separación de dos fases. Se observará en la parte superior de la botella la manteca de coco bien separada.
13. Con cuidado usando una espátula se separa de la parte superior de la botella la manteca de coco solidificada, se coloca en un recipiente y se pesa.
14. Para llevar a cabo la separación de las fase liquida se abrirá lentamente la tapa de la botella invertida dejando caer el líquido en un recipiente.
15. La manteca de coco obtenida se coloca en un recipiente de plástico con tapa y se refrigera para continuar posteriormente con la extracción de aceite.

2.3.2. Segunda etapa

Desarrollo experimental

1. La manteca de coco obtenida se vierte sobre un sartén caliente puesto sobre una parrilla a 60°C. Se deberá controlar la temperatura.
2. La manteca caliente se va mezclando poco a poco y suavemente con una pala de madera hasta evaporar completa y lentamente el agua separando el aceite.
3. El aceite que se va obteniendo, se va recogiendo con una cucharilla y se va colocando en una probeta para medir los mililitros obtenidos. Este proceso se realiza hasta extracción total aceite.
4. Los residuos sólidos obtenidos de la extracción de aceite una vez fríos se pesan
5. El aceite inicialmente puesto en la probeta se pasa a un frasco de vidrio se tapa se etiqueta y se guarda en refrigeración para llevar a cabo su caracterización.
6. Los resultados obtenidos de cada equipo se anotaran en la tabla de registro de resultados.

Tabla Registro de Resultados

Equipos	1	2	3	4	5	6
Peso de la pulpa de los coco (g)						
Peso de pulpa residual después de prensado (Guardar para extracción con solvente) (g)						
Peso de manteca de coco fría (g)						
mL. Aceite obtenido						
Porcentaje de aceite (rendimiento)						

Si es necesario anexe una hoja con observaciones y fotografías.

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Señale los factores importantes que afectan la extracción de aceite por presión.
2. Escriba un diagrama de flujo de la extracción industrial de aceite.
3. Indique equipos usados para la extracción de aceite por prensado artesanal e industrial y descríbalos brevemente.
4. Indique semejanzas y diferencias entre la extracción de aceite vegetal por prensado en frío y por calor.
5. Indique cual es la composición química y propiedades físicas del aceite de coco.
6. Señale usos de la pasta residual obtenida luego del proceso de extracción de aceite por proceso de prensado.

Bibliografía

- Berger, K.G. y Mohd, H.H. 2002. "Usos alimenticios del coco". Editorial. Cofinorte. Barranquilla Colombia.
- Madrid, V.A. 2020. Tecnología de los Aceites Vegetales 1ª Ed. Madrid España.
- Sánchez, D. y López, G. 2002. "Manejo de la palma de coco". Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. Vol.8. Número 001. México.
- Tabio, G.D., Díaz D.Y., Rondón M.M., Fernández S.E., y Piloto R.R. 2017 Monografía Extracción de aceites de origen vegetal. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"
- Vega, A., 2004. "Guía para la elaboración de aceite comestible, caracterización y procesamiento". Editorial. Convenio Andrés Bello. Colombia.

Videos Relacionados

<https://www.youtube.com/watch?v=oSYaAgO2HwA> Prensado en frío.

<https://www.youtube.com/watch?v=DzerUx0aweE> Extracción de aceite de coco.

Practica 3

Extracción de aceite vegetal con solventes

3.1. Introducción

La extracción de aceites vegetales con solventes implica una operación sólido/líquido mediante la cual se separan varios constituyentes solubles contenidos en un material sólido, mediante un disolvente adecuado. El proceso comprende operaciones de percolación, lixiviación, lavado y agotamiento. Técnicamente, es una operación de transferencia de masa, donde un disolvente o mezcla de éstos, extraen selectivamente uno o varios solutos que se hallan dentro de una matriz sólida. La extracción sólido-líquido tiene lugar en dos etapas: Primero el contacto del disolvente con el sólido a tratar, para disolver el componente soluble, o soluto y segundo la separación de la disolución y el resto del sólido. La mayor parte del aceite vegetal extraíble por solventes proviene de las células que se rompen durante los procesos de trituración, cocción, y prensado. El aceite se extrae al poner la pasta de granos o frutos triturados y prensados en contacto con un disolvente orgánico formando una mezcla de aceite-disolvente en forma de micelas. La extracción con solvente permite obtener los máximos rendimientos de aceite sin embargo el aceite así obtenido es de menor calidad que los obtenidos por prensado sobre todo en frío. Los aceites obtenidos con disolventes tienen, con diferencia a los obtenidos por prensado, un color más oscuro y menos brillante. La extracción con solvente es un método eficaz que ofrece ventajas sobre todo para las semillas con bajos contenidos de aceite, es muy usado industrialmente para extraer el aceite residual que queda en las pastas obtenidas después de la extracción por prensado que es del 10% y que después de la extracción, es del 0.5 al 1%.

Los solventes orgánicos usados en la extracción de aceite deberán disolver bien los triglicéridos separándolos de cualquier materia sólida, deberá ser de fácil recuperación sin dejar malos olores residuales, no ser corrosivos, no producir incendios, explosión o envenenamiento ser de fácil adquisición y de bajo costo. La amplia experiencia industrial, sobre la extracción de aceites con diferentes disolventes, estableció el uso industrial del hexano.

Los solventes orgánicos además de extraer de frutos y semillas, triglicéridos y ácidos grasos libres extraen también fosfolípidos, lecitina, esteroides, ceras, carotenos y clorofilas etc. Siendo necesario recurrir a la refinación para eliminar estos compuestos del aceite extraído. Según sea la procedencia de los aceites extraídos estos estarán formados por triglicéridos formados por diferentes ácidos grasos de mayor o menor peso molecular.

La extracción del aceite de una semilla y frutos oleaginosos puede realizarse por inmersión y por percolación. En el proceso por inmersión el aceite de la muestras se extrae por difusión hasta dejar agotado el solvente, la velocidad de recambio del solvente sobre la superficie de las partículas es lenta.

El proceso de extracción por percolación se lleva a cabo mediante una lluvia de solvente sobre una pasta de manera tal que el solvente llegue a toda la masa del grano. Se realiza una verdadera percolación cuando el solvente envuelve a todas las partículas de la semilla con una película de líquido en continuo recambio. La velocidad del solvente en contacto con la superficie de la semilla es grande ya que la película de líquido escurre velozmente sobre las partículas por efecto de la fuerza de gravedad. El proceso de percolación, al trabajar con grandes velocidades de paso del solvente, requiere, necesariamente, de varios reciclados del mismo realizándose en varias etapas. En general el solvente extrae el aceite por difusión formando la miscela y posteriormente, separando el solvente del aceite por evaporación. El solvente evaporado se condensa y puede volver a aprovecharse.

3.2. Objetivo

El alumno llevará a cabo la extracción de aceite de granos y frutos oleaginosos usando diferentes métodos y determinando el porcentaje de aceite obtenido.

3.2.1. Indicaciones

Para la realización de esta práctica el profesor indicará a los alumnos por equipo, la materia prima, el solvente y el método de extracción. Los resultados obtenidos al final de la práctica se reunirán en la tabla para elaborar el informe.

3.3. Extracción del aceite

3.3.1. Método 1

Determinación de grasa cruda, grasa neutra o extracto etéreo con equipo Soxhlet de extracción intermitente o percolación.

Material	Reactivos	Equipo
Cartucho o dedal	Éter etílico	Campana de extracción
Probeta de 100 mL.	Hexano	Balanza analítica
Espátula	Éter petróleo	Parrilla de calentamiento
Desecador	Coco	Baño con termostato
Pinzas para charola humedad	Soya	Equipo de extracción Soxhlet
Perlas de ebullición		
Algodón		
Guantes de asbesto		
Vaso de precipitados de 250 mL.		
Mortero con pistilo.		
Pipeta 10 mL.		
Matraz de bola de 250 mL.		
Mangueras de hule		
Soporte universal		
Pinzas tres dedos		
Anillo		
Rejilla		

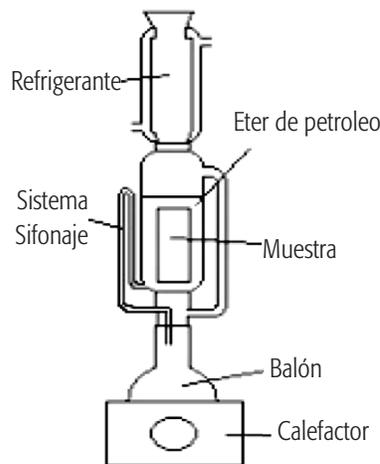
Desarrollo de la práctica

1. Colocar un matraz de bola conteniendo unas 4 perlas de vidrio en la estufa a 120°C por 2hrs., después colocarlo en un desecador, enfriarlo, y pesarlo.
2. Pesar con exactitud 1g de muestra, previamente molida, dentro de un cartucho conteniendo una cama de algodón.
3. Colocar el cartucho con muestra en el equipo de reflujo soxhlet para extracción por percolación.
4. Unir al extractor el matraz de bola conteniendo las perlas de vidrio que fue previamente puesto a peso constante.
5. Añadir solvente (aproximadamente 80mL) para que haga sifón teniendo 2 o 3 descargas del extractor.
6. Conectar las mangueras de plástico del refrigerante con la llave del agua.
7. Hacer circular el agua por el refrigerante.
8. Conectar la fuente de calor calentar hasta que se obtenga una frecuencia de dos gotas por segundo de solvente.

9. Mantener el reflujo para la extracción por percolación hasta completar la extracción de la grasa (aprox de 4 a 8 horas) según la grasa de la muestra.
10. Suspender el calentamiento y quitar del extractor el matraz, dejar caer una gota del éter del extractor sobre un papel filtro, si al evaporarse el solvente se observa una mancha de grasa, continuar la extracción.
11. Cuando se ha terminado la extracción se retirar el cartucho con la muestra desengrasada se coloca en un vaso de precipitados y se mantiene en la campana de extracción con el fin de que pierda todo el disolvente.
12. El matraz bola se vuelve a conectar al sistema de extracción con el fin de recuperar el disolvente evitando que se haga sifón.
13. Una vez eliminando el disolvente, el matraz se pasa a una estufa a 120°C. por 30min., luego se saca de la estufa, se pone en un desecador y se pesa.
14. El matraz de extracción nunca debe tomarse directamente con las manos, sino mediante el uso de pinzas y guantes limpios. Lo anterior con la finalidad de no agregar grasa o humedad al mismo, lo que causaría un error en la determinación.

Cálculos de porcentaje de extracto etéreo en la muestra.

$$\% \text{ Granos} = \frac{\text{Peso de matraz con grasa (g)} - \text{Peso del matraz (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$



Equipo de extracción Soxhlet

3.3.2. Método 2

Extracción por inmersión método Folch modificado.

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraces erlenmeyer 250 mL.	Éter etílico	Balanza analítica
Mortero	Hexano	Estufa
Espátula	Éter petróleo	Campana de extracción
Matraz erlenmeyer 100 mL.	Soya	Baño maría con termostato
Probeta 100 mL.	Pasta coco	
Papel filtro		
Vasos precipitados 100 mL.		
Embudos de vidrio		
Pinzas para matraz		
Soporte		
Anillo		
Guantes de asbesto		
DeseCADador		
Vidrio de reloj		

Tomar en cuenta las medidas de seguridad pertinentes para el manejo de solventes.

Desarrollo experimental

1. Colocar un matraz erlenmeyer de 250mL en una estufa a 120°C por dos horas, retirar con pinzas el matraz de la estufa y transferirlo a un desecador, dejarlo enfriar por 20min, pesarlo, dejarlo dentro del desecador.
2. En un vidrio de reloj pesar 4g de muestra y triturarla finamente en un mortero
3. En un matraz erlenmeyer de 100mL pesar 2g de la muestra molida y adicionar 20 ml del disolvente. Agitar vigorosamente el matraz con movimientos giratorios durante 10min y dejar reposar 5min.
4. Filtrar la mezcla y recoger el filtrado en el matraz erlenmeyer de 250mL que fue puesto previamente a peso constante, cuidando de no tocar el matraz directamente con las manos, sino usando guantes y con pinzas. Lo anterior con la finalidad de no agregar grasa o humedad al mismo, lo que causaría un error en la determinación.
5. La Torta o pasta que quedo sobre el papel filtro se vuelve a lavar dos veces más con 20mL de solvente y recogiendo el filtrado en el mismo matraz erlenmeyer de 250mL recolector puesto a peso constante, cuidando de no tocar este matraz directamente con las manos.
6. El matraz erlenmeyer de 250mL conteniendo los tres filtrados se coloca en un baño maría puesto a 70°C dentro de una campana de extracción para evaporar el solvente. Debiendo tomar en cuenta las medidas de seguridad pertinentes para el manejo de solventes.
7. Una vez evaporado todo el solvente el matraz conteniendo la grasa, se toma con las pinzas y se pone en una estufa a 120°C por dos horas, para después pasarlo a un desecador hasta que se enfríe y pesarlo.
8. Cuando se cuenta con evaporador rotatorio en lugar del matraz erlenmeyer se pone a peso constante un matraz de bola, se evapora el solvente y se pesa el matraz.

Cálculo del porcentaje de grasa	Donde
$\% \text{ grasa} = \frac{P - P_1}{P_2} \times 100$	P = Peso de matraz con grasa P ₁ = Peso de matraz P ₂ = Peso de la muestra

Recopilar los resultados en la tabla, analizar los rendimientos obtenido. Indicar ventajas y desventajas.

Tabla Registro de Resultados

Rendimiento grasa	
Soya / éter etílico	
Método 1	
Método 2	
Soya / éter petróleo	
Método 1	
Método 2	
Soya / hexano	
Método 1	
Método 2	
Pasta coco / éter dietílico	
Método 1	
Método 2	
Pasta coco / éter petróleo	
Método 1	
Método 2	
Pasta coco / hexano	
Método 1	
Método 2	

Si es necesario anexe hoja con observaciones y fotografías

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Indique funcionamiento del equipo de extracción Soxhlet.
2. Mencione ventajas y desventajas del método de extracción de aceites Soxhlet y del método Folch.
3. Escribe un diagrama de flujo completo para llevar a cabo la extracción de aceite de semillas oleaginosas a nivel industrial.
4. Señale los principales equipos a nivel industrial usados para la extracción con solventes de aceites.
5. Indique las características deseadas del solvente usado para la extracción de aceite a nivel industrial.
6. Mencione en que consiste el proceso de lixiviación, de ejemplos donde se aplica este proceso en la industria alimentos.
7. Indique diferentes métodos no convencionales para la extracción de aceites de ventajas y desventajas de cada uno.

Bibliografía

- ANIAME. 2006. Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas *Comestibles*, A.C. México.
- Almeida, R.L., Ravagnani, M.A., y Modenes, A.N. 2010. Soybean oil extraction in belt extractors with miscella recirculation, in *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, vol. 49, no. 10, Oct., pp. 996-1005.
- Madrid, V.A. 2020. *Tecnología de los Aceites Vegetales* 1ª Edición Madrid España.
- Malina, A., Anicu a, S., Tanase, D., Stroescu, M. 2014 Extraction of Vegetable Oils From Ground Seeds By Percolation Techniques *U.P.B. Sci. Bull., Series B. Vol. 76, ISS.2*
- Sinha, L.K., Haddar, S. and Majumdar, G.C. 2015. Effect of operating parameter on mechanical expression of solvent-soaked soybean grits. *Journal of Food Science and Technology*, (52(5): 2942-2949
- Takadas, F., y Doker, O. 2017. Extraction method and solvent effect on safflower seed oil production. *Chemical and Process Engineering Research*, 51:9-17
- Tabio, G.D., Díaz, D.Y., Rondón, M.M., Fernández, S.E., y Piloto, R.R. 2017 *Monografía Extracción de aceites de origen vegetal. Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*

Videos Relacionados

<https://www.youtube.com/watch?v=aFWQkotAc0Y> Extracción sólido - líquido

Elaboración Industrial de Aceite - YouTube Extracción aceite vegetal

Practica 4

Refinación de aceite crudo vegetal

4.1 Introducción

Al aceite vegetal de las plantas oleaginosas recién extraído se le conoce como aceite crudo. La refinación tiene como objetivo, hacer a los aceites más estables, con menor riesgo de enranciamiento, mejores características organolépticas y con más vida de anaquel. Con la refinación se obtiene un aceite homogéneo insaboro incoloro, pero con pérdida de vitaminas y antioxidantes naturales (esteroles, tocoferol) por el que un aceite refinado tiene un valor biológico y comercial menor que el aceite sin refinar o virgen. Teniendo que adicionar a los aceites refinados antioxidantes químicos BHA (Hidroxi anisol butilado) y BHT (Hidroxi tolueno butilado) o TBHQ (Terbutil hidroquinona), o tocoferoles, vitamina E sintética. El aceite refinado se envasa y almacena para su comercialización. En el proceso de refinación se eliminan compuestos, tales como; gomas, fosfolípidos, ácidos grasos, glicerol libres, mucílagos, carbohidratos, pigmentos, proteínas, ceras, antioxidantes naturales como tocoferoles, esteroles, y co-lesterol entre otros.

El proceso de refinación comprende las siguientes etapas:

1. Desgomado. Primera etapa para soya y algodón. Importante para la extracción y recuperación de lecitina de soya. Se realiza antes del refinado químico es la extracción acuosa de compuestos hidrosolubles como, proteínas, hidratos de carbono, gomas y fosfátidos. El aceite crudo o virgen se trata ácido fosfórico al 1% y agua a 70°C precipitando las gomas que se separan por centrifugación.
2. Refinación. Física o química, radica en la forma de la eliminación de las gomas y los ácidos grasos libres presentes en el aceite. La selección estará en función de la materia prima y de la calidad del aceite esperada.
 - a) Refinación o neutralización química. Elimina ácidos grasos libres neutralizando así como monoglicéridos y fosfolípidos que pueden afectar el sabor, la estabilidad y el aspecto del aceite. Se lleva a cabo con sosa cáustica obteniéndose una pasta jabonosa que hay que separar del aceite por una serie de lavados con agua caliente y centrifugación y deshidratación del aceite. Es un proceso agresivo se pierde gomas y emulsificantes como lecitina, y pigmentos.
 - b) Refinación o neutralización física, elimina ácidos grasos libres, gomas y radicales libres además de olores y sabores desagradables por destilación por arrastre por vapor al vacío, que produce también la desodorización del aceite. Es adecuada para aceites de alta acidez y bajo contenido en gomas, genera productos de calidad y mejores rendimiento.
3. Blanqueo o decoloración. Elimina restos de fosfolípidos, jabones, trazas de metales, peróxidos y principalmente pigmentos que aportan colores como clorofilas, xantofilas y carotenos. Se usan tanque al vacío a 90°C adicionando absorbentes como carbón activado (de 0.1 a 0.4) y arcillas activadas, (tierra de Fuller). Los absorbentes se recupera empleando filtros.
4. Deodorización. Elimina compuestos volátiles, que generan olores y sabores desagradables que provienen de las reacciones de oxidación, en su mayoría son cetonas y aldehídos de peso molecular bajo así como peróxidos. Los compuestos volátiles se eliminan a través de una destilación con vapor en tanques al vacío a bajas presiones y altas temperaturas de entre 220-250°C dejando el aceite prácticamente neutro, inodoro y con sabor suave y más estabilidad.
5. Hibernación, winterización, o descerado. Es una cristalización fraccionada, que elimina compuestos que cristalizan a bajas temperaturas, como ácidos grasos saturados, esteroides, ceras con altos punto de fusión como estearinas y triglicéridos saturados de cadena larga de alto punto de fusión, que causando mala apariencia.

4.2. Objetivo

El alumno conocerá y realizará el proceso de refinación de un aceite vegetal crudo.

4.2.1. Indicaciones

Para la realización de esta práctica los alumnos por equipo, adquirirán en el mercado aceite de oliva y de coco virgen. Todos los resultados obtenidos al final de la práctica se reunirán en la tabla para realizar por equipo el informe.

4.3. Refinación aceite

4.3.1. Desgomado

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer 250 mL.	Ácido fosfórico 85%	Balanza analítica
Pipeta 1 mL.	Ácido cítrico	Parrilla de calentamiento
Embudo separación 250 mL.	Aceite crudo	Baño maría
Soporte anillo		
Pinzas para anillo		
Vaso de precipitados 100 mL.		
Probeta 50 mL.		
Piseta		

Desarrollo experimental

1. Pesar 100g de aceite crudo en un matraz erlenmeyer de 250mL.
2. Adicionar 10mL de agua destilada y 5mL de ácido fosfórico 85%
3. Calentar la muestra en un baño a 70°C, durante 60 minutos con agitación
4. Adicionar la muestra en un embudo de separación
5. Dejar reposar la muestra por 20 minutos hasta separar completamente las dos fases (gomas y aceite).
6. Abrir la llave de embudo y recoger en dos vasos de precipitados por separado cada una de las fases y medir mililitros. Separación de aceite y gomias (la lecitina se recupera solo en aceite de soya crudo por presentar mayor cantidad).

4.3.2. Determinación acidez

Material	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer 250 mL.	Solución valorada de	Balanza analítica
Pipeta 10 mL.	KOH 0.1N	Parrilla de calentamiento
Soporte anillo y rejilla	Solución fenoltaleína	
Pinzas para anillo	Alcohol etílico neutralizado	
Baño maría		
Bureta		
Probeta 100 mL.		

Desarrollo experimental

1. En un matraz colocar 5mL de aceite. Añadir 25mL de alcohol etílico neutralizado.
2. Agitar calentando el matraz en baño con agua a ebullición para homogenizar.
3. Enfriar el matraz.
4. Adicionar gotas de fenoftaleína
5. Titular con la solución valorada de KOH (0.1) agitando fuertemente después de cada adición de álcali para asegurar la neutralización con una coloración rosa.

índice de acidez	Donde
$IA = \frac{V \times N \times 56.1}{M} \times 100$	V= mL de KOH gastados N= Normalidad del KOH (0,1 N) M = Peso muestra (g)

4.3.3 Neutralización

La eficiencia de esta etapa se determina comparando el índice de acidez inicial y al final de la operación.

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer de 250 mL	NaOH al 20%	Balanza analítica
Pipeta 10 mL	Alcohol etílico	Parrilla de calentamiento
Embudo separación	NaCl	Baño maría
Soporte	Hexano	
Anillo y Pinzas para anillo		
Vasos precipitados 100 y 250 mL		
Guantes asbesto		
Probeta de 100 mL		
Papel pH		
Pinzas para crisol		
Desecador		
Probeta 250 mL		

Desarrollo experimental

1. Colocar la muestra de aceite desgomada en un matraz erlenmeyer 250mL
2. Calentar la muestra en un baño a 57°C.
3. Adicionar lentamente al aceite 25mL de solución de NaOH, al 10%.
4. Agitar suavemente, durante 10 minutos.
5. A la mezcla anterior adicionar 1g de NaCl y agitar fuertemente.

6. Pasar la muestra al embudo de separación y colocarlo en un soporte.
7. Dejar reposar 10 minutos.
8. Separar la primera fase en un vaso de precipitados.
9. La fase restante contenida en el embudo se lava con 10mL de agua caliente (85°C), para eliminar álcali se agita muy suavemente y se separa.
10. Repetir los lavados hasta que el agua de lavado no de reacción alcalina (usar papel pH). Separar la fase acuosa.
11. Pasar la fase con el aceite a un vaso de precipitado.
12. Retirar la grasa adherida a las paredes del embudo con un poco de hexano y pasarlo al vaso conteniendo el aceite.
13. Poner el vaso de precipitados con la muestra de aceite en baño 100°C por 20min para evaporar el agua o colocar el aceite húmedo en estufa a una temperatura de 105°C.
14. Medir en una probeta los mililitros de aceite seco y neutralizado.

4.3.4. Blanqueo

Material	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer de 250 mL	Tierra de diatomeas	Balanza analítica
Espátula	Carbón activado	Parrilla de calentamiento
Soporte	CaCl ₂	Baño con termostato
Anillo		
Pinzas para anillo		
Rejilla		
Barra magnética		
Termómetro 150°C		
Embudo Buchner		
Papel filtro		
Matraz Kitazato		
Probeta 100 mL		

Desarrollo experimental

1. En un matraz erlenmeyer adicionar el aceite neutralizado.
2. Adicionar al aceite 2g de CaCl₂ para eliminar restos de humedad mezclar suavemente dejar reposar.
3. Calentar en un baño el matraz erlenmeyer conteniendo el aceite.
4. Cuando el aceite alcance una temperatura de 90°C, adicionar 1g de tierra diatomeas con 0.5g de carbón activado.
5. Mezclar continuamente durante 10 minutos manteniendo la temperatura.
6. En un embudo Buchner filtrar el aceite blanqueado.
7. Medir los mililitros y observar el color del aceite.

4.3.5. Hibernación

Material	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer con tapón 250 mL	Hielo	Parrilla con agitador
Barra magnética	NaCl	Balanza analítica
Matraz Kitazato		Baño con termostato
Embudo Buchner		Bomba de vacío
Papel filtro		
Pizeta		
Vidrio reloj		
Espátula		
Termómetro 150 °C		
Probeta 100 mL		

Desarrollo experimental

1. El aceite después del blanqueo se pasa a un matraz con tapón.
2. El matraz se coloca en un baño con hielo a 5°C.
3. Durante el tiempo de enfriamiento el matraz se agitará suavemente permitiendo que los glicéridos saturados de alto peso molecular se precipiten en forma de cristales.
4. Después de 4 horas o más en enfriamiento el aceite se filtra en un papel previamente pesado para retirar los cristales formados durante la etapa de hibernación.
5. Los residuos cristalizados se pasan a un vidrio de reloj y se pesa papel con muestra y se determinan los residuos.
6. El aceite se mide en una probeta. Todos los resultados se recogen en la tabla.

Tabla Registro de Resultados

Equipos	1	2	3	4	5
(mL) aceite					
(mL) goma					
(%) Acides					
(mL) de aceite neutralizado					
(mL) de aceite blanqueado					
observación de color					
(g) cristales aceite hibernado					

Si es necesario anexe hoja con observaciones

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Escriba el diagrama de flujo de refinación de aceite de soya a nivel industrial.
2. Señale la importancia y diferencias entre la refinación física y química del aceite
3. Indique equipos usados en cada etapa de refinación de aceite a nivel industrial.
4. Señale la importancia y usos de la lecitina de soya.
5. Indique cuál es importancia de controlar la cantidad de álcali.
6. Indique cuál es la función de adición de NaCl.
7. Identifique que inconvenientes tiene la presencia de fosfolípidos y jabones, en el proceso de blanqueo.

Bibliografía

- Alarcón, H.E. 2013. Procesos de cereales y oleaginosas. Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, guía componente práctico. Universidad Nacional abierta y a distancia, Sogamoso.
- Bailey, A. 2001. Aceites y Grasas Industriales. Editorial: Reverté. Barcelona-España
- Fennema, O.R. 2019 Química de los alimentos. 4th. por Damodaran, S. y Parkin K.L. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Gunstone, Frank. 2008. Oils and Fats in the Food Industry. Food Industry Briefing Series, United Kingdom
- Madrid V.A. 2021. Manual Técnico de las Industrias Alimentarias. (Tomo Dos). (1ªEdición). Ediciones, A.M.V. Madrid, España.
- Monoj, K. Gupta. Monoj K. Gupta
- Authors:
- Monoj K. Gupta
2017. Practical Guide to Vegetable Oil Processing (2nd Edition). Edible Monoj K. Gupta
- Monoj K. Gupta
- AOCS Press Published by Elsevier Inc
- Rossi, M., Gianazza, M, Alamprese, C., y Stanga, F. 2001 Effect of bleaching and physical refining on color and minor components of palm oil. J. Am. Chem. Oil Soc. 78, 1051-1055
- Torres, G.M., Angulo, G.O., Oliart, R.M. y Medina, J. 2009. Efecto de la refinación física sobre la calidad química y sensorial del aceite de coco. Grasas y Aceites, 60 (1), Enero-Marzo, 96-101
- Verhé, R., Verleyen, T., Van H.V. y De Greyt W. 2006. Influence of Refining of Vegetable Oils on Minor Components, Journal of Oil Palm Research (Special Issue - April), p. 168-179

Videos Relacionados

Proceso de refinación - YouTube Oleomex Refinación

<https://www.youtube.com/watch?v=upSWOI4jNOg> Extracción y refinación aceite

Practica 5

Análisis de calidad de grasas y aceites vegetales

5.1 Introducción

Las grasas y los aceites vegetales que se obtienen a partir de frutos y semillas oleaginosas están formados principalmente por triglicéridos prácticamente exentos de proteínas y carbohidratos, pudiendo contener también pequeñas cantidades de algunos lípidos complejos, insaponificables y ácidos grasos libres. Los triglicéridos son lípidos saponificables constituidos por glicerol y ácidos grasos saturados e insaturado dependiendo de la fuente de la cual provengan.

Las características de calidades de las diferentes grasas y aceites vegetales se determinan usando métodos analíticos tanto sensoriales como físicos y químicos. De acuerdo a normas de calidad tanto nacionales como internacionales. Las normas de calidad establecen métodos de análisis estandarizados, así como especificaciones de calidad que deberán cumplir las grasas, aceite para su comercialización proporcionando así productos más seguros para el consumidor. Los análisis, físicos, químicos y sensoriales sirven para identificar las fuentes de donde provienen las grasas y aceites, así como para asegurar su calidad, identificando también posibles impurezas y adulteraciones. Una de las adulteraciones más frecuentes consisten es ser mezcladas con otras grasas y aceite de menor calidad. Los métodos de análisis también pueden identificar daños por almacenamiento prolongados de los productos comerciales.

No existe un solo método analítico que identifique todas las características de calidad de los aceites y las grasas. De ahí que sea necesario conocer diferentes métodos de análisis apropiado para determinar la calidad según las propiedades que se requieran analizar. La aplicación adecuada de los métodos físico, químicos, y sensoriales puede ofrecer evidencia objetiva de la calidad integral de las grasas aceites y sus productos. En la actualidad en algunas grandes industrias los análisis de calidad de grasas y aceite se realizan con técnicas analíticas sofisticadas usando equipos complejos y caros como es la cromatografía de gases la de HPLC, la fotoluminiscencia, y la espectroscopia entre otras. No obstante de ser muy eficientes y debido a que no siempre se puede contar con esos equipos costos, en la mayoría de los laboratorios de control de calidad aún se siguen usando técnicas de rutina sencillas muy efectivas para determinar la calidad, de grasas y aceite, tales como por ejemplo, determinaciones del punto de fusión, del punto de humo, del índice de refracción y de la prueba del frío. Así como análisis químicos como el índice de saponificación de yodo y de acidez entre otros. Los métodos señalados no tendrán mayor o menor importancia ya que todos sirven para determinar la calidad de grasas y aceites.

5.2. Objetivo

- a) El alumno conocerá técnicas analíticas físicas y químicas sencillas para identificar y determinar la calidad de los aceites y grasas comestibles.

5.2.1. Indicaciones

El profesor indicará a cada equipo el aceite que deberán adquirir en el mercado y los análisis que deberán realizar.

Todos los resultados obtenidos al final de la práctica se reunirán en la tabla anexa para realizar por equipo el informe.

5.3. Preparación de la muestra

Materiales	Reactivos	Equipos
Vaso de precipitados 100 mL.	Alcohol etílico	Parrilla de calentamiento
Matraz erlenmeyer 100 mL.	Papel seda	Baño con termostato
Embudo		
Papel filtro		
Pipeta 10 mL.		
Piseta		

Desarrollo experimental

- En caso de ser sólida la muestra se fundirá y en caso de presentar turbidez se filtrará rápidamente en caliente para obtener una muestra limpia y homogénea.
- Si la muestra es líquida y presenta turbidez o materia depositada (impurezas, agua, materiales volátiles e insaponificables), también se filtrará sobre papel hasta que el filtrado sea claro.
- Las muestras se agitan para homogeneizarse y se colocan en sitios frescos y protegidos de la luz y el aire hasta el momento de su análisis.

5.4. Análisis organoléptico

Determinar las características de las grasas y los aceites perceptibles directamente por los sentidos.

5.4.1 Aspecto general

Tanto las grasas fundidas como el aceite deberán presentar un aspecto transparente limpio homogéneo sin la presencia de materias extrañas o agua.

Clasificación: a) Aceite claro y limpio. b) Aceite turbio. c) Aceite sucio. d) Aceite sucio con partículas. e) Indeterminado.

5.4.2. Olor

Se percibe frotando una pequeña porción de grasa o aceite entre las palmas de las manos o calentándola ligeramente un poco en un tubo de ensayo. Deberá ser característico de las grasas o aceites en cuestión, ligero no desagradable, no ser rancio, ácido, putrefacto o extraño.

5.4.3. Sabor

Se aprecia degustando unas pequeñas gotas de la muestra. El sabor deberá ser característico de la oleaginosas de la cual proceda debe ser ligero no desagradable, no rancio, ni amargo, ni picante, ni jabonoso o extraño.

5.4.4. Color

Se determina visualmente, deberán ser homogéneos y sin colores extraños. El color variará del amarillo al verde. Si el color es demasiado claro podrá indicar mezclas de aceites y si el color es oscuro podrá deberse a la oxidación del aceite, por calentamiento excesivo o contaminación. El color del aceite refinado podrá determinarse objetivamente usando el equipo Lovibond o con un colorímetro.

5.5. Análisis físicos

5.5.1. Índice de refracción (IR)

Es el cambio de dirección que experimenta la luz al pasar de un medio a otro distinto. Depende directamente de la densidad e indirectamente de la temperatura (al aumentar la temperatura baja el IR). Este valor está ligado a la instauración de los ácidos grasos, aumentando conforme aumenta el porcentaje de ácidos grasos insaturados así como al aumentar el peso molecular de los ácidos grasos. Los ácidos grasos libres bajan el índice de refracción.

Materiales	Reactivos	Equipos
Pipetas de 1mL	Aceites vegetal	Refractómetro de Abbé
Piseta	Alcohol etílico	
Espátula	Papel seda	

Desarrollo experimental

1. Calibrar la temperatura del refractómetro haciendo circular agua por los prismas del refractómetro a temperatura constante de 20°C.
2. Colocar una gota de agua en el prisma inferior del refractómetro, ajuste el prisma y dejar en reposo por un minuto hasta que la muestra alcance la temperatura de equilibrio
3. Cerrar la tapa del refractómetro, la muestra debe cubrir completamente la superficie del prisma. Mirar la escala a través de la mirilla, ajustar la luz para obtener una lectura clara, cuadrar el plano colocando la línea divisoria en el cero del aparato.
4. En la escala de arriba lee IR y en la escala de abajo leen sólidos totales. El cero de concentración corresponde a 1.330 de índice de refracción a 20°C
5. Limpiar la muestra del prisma, utilizando papel seda.
6. Colocar ahora una gota de muestra de aceite y hacer la lectura.
7. Si la muestra es sólida a 20°C se derrite en un vaso de precipitados, luego se enfría y se filtra si contiene impurezas la determinación se hace a 40°C o 60 °C y así reportarlo. El índice de refracción del agua es de 1.3330 y el de las grasas oscila de 1.4600 a 1.5000 entre 15 y 20°C.
8. Anotar sus resultados en la tabla anexa.

5.5.2. Prueba de frío

Este método mide la resistencia de la muestra de aceites refinados a la cristalización mediante la aplicación de bajas temperaturas 0 °C (273K).

Materiales	Reactivos	Equipos
Probeta 100 mL.	Hielo picado	Parrilla con agitador
Matraz erlenmeyer con tapón de rosca 250 mL.	NaCl	Baño con termostato
Termómetro 120°C.	Parafina	
Guantes de asbesto		
Papel filtro		
Embudo		
Barra magnética para agitador		

Desarrollo experimental

1. Filtrar 100mL de aceite en un matraz erlenmeyer limpio de 250mL y calentar agitando continuamente hasta alcanzar una temperatura de 130°C para eliminar las trazas de humedad y eliminar núcleos cristalinos que puedan interferir en la prueba ocasionando enturbiamiento.
2. El matraz erlenmeyer con la muestra filtrada se tapa perfectamente y cuando este a 25°C. Sumergir el matraz en el baño con hielo a 0°C, de tal forma que el matraz con la muestra esté cubierto totalmente por el hielo.
4. Examine la muestra cada hora para observar si se han formado cristales o enturbiamiento (no confundir con burbujas de aire). El matraz con la muestra después de cada observación deberá mantenerse en el baño a 0°C
5. En caso de formación de cristales tomar el tiempo en que se produce el cambio
6. La muestra habrá resistido la prueba si se conserva clara limpia y brillante.
7. Como resultado se indicará positivo o negativo según aparición de cristales.
8. Anotar sus resultados en la tabla anexa.

Nota. Normalmente esta prueba se realiza en 5.5 horas, o hasta que se observe la formación de cristales en el aceite Se reportar el resultado como más de 5.5 horas, menos de 5.5 horas o el número de horas necesario para que la muestra adquiera turbidez. En este caso la prueba se realizará el tiempo que dura la práctica.

5.5.3. Densidad relativa

Es la relación entre la densidad del aceite y la del agua. La densidad de las grasas y aceites aumenta al disminuir su peso molecular y al aumentar las insaturación y varía entre 0.88 y 0.99. Esta determinación junto con el índice de refracción y el punto de fusión determinan la pureza de las grasas y aceites. En aceites y grasas las temperaturas de referencia usadas son: Para aceites líquidos 20 °C (293K), para grasas semi-sólidas a 20 °C; 313K (40°C) y para grasas sólidas 333 K (60°C).

Materiales	Reactivos	Equipos
Picnómetros de 10 mL	Aceite vegetal	Estufa
Vaso precipitados 100 mL	Alcohol etílico	Balanza analítica
Pipetas de 5 mL	Éter etílico	Baño con termostato
Piseta	Mezcla sulfocrómica	Parrilla de calentamiento
Espátula		
Desecador		
Pinzas para charola		
Toallas de papel		
Termómetro 120 °C		

Desarrollo experimental

1. Lavar un picnómetro cuidadosamente, con mezcla sulfocrómica y enjuagarlo con agua destilada. Se escurre y se enjuaga sucesivamente con etanol y éter etílico se seca interiormente con aire y exteriormente con un papel filtro.
2. Ponerlo a peso constante en la estufa por 2 horas a 130°C, pasarlo a un desecador dejarlo enfriar 20min y pesar. Peso del picnómetro limpio y seco (P).
3. Llenar el picnómetro con agua destilada recientemente hervida (libre de aire) y enfriada. Debe llenarse completamente, no deben quedar burbujas de aire. Para evitar las burbujas de aire, llenar el picnómetro de forma inclinada.
4. Colocar la tapa del picnómetro y colocarlo en baño maría manteniendo la temperatura deseada 20°C ± 0,2°C o 40 °C ± 0,2°C o 60°C ± 0,2°C durante 30min controlando la temperatura. La capucha del picnómetro tiene como fin evitar la evaporación de compuestos volátiles.
5. Después que el picnómetro ha alcanzado la temperatura de baño. Retirar el picnómetro del baño maría y secarlo con una toallita de papel limpia y evitar tocar el picnómetro con las manos.
7. Pesar el picnómetro conteniendo el agua (PA).
8. Proceder en la misma forma con la muestra de aceite cuya gravedad específica se desea determinar (PAC).
9. Si la determinación es de grasas sólidas, inicialmente deberán fundirse a 60 °C en un baño de maría, se llena el picnómetro y se deja en el baño de maría durante 30 minutos, luego se seca, se deja enfriar y se pesa para determinar su densidad.
10. Determinar la densidad tomando en cuenta la relación del peso del aceite entre el peso del agua a la temperatura que se hizo la medición.

Cálculos	Dónde
$D_p = \frac{PAC - P}{PA - P} \times D_A =$ <p>volumen igual para ambas determinaciones</p>	PAC = Peso del picnómetro con muestra en gramos P = Peso del picnómetro vacío en gramos PA = Peso del picnómetro con agua destilada en gramos Densidad solución conocida: $D_{\text{Agua}} = 1.0 \text{ g/mL}$ Densidad problema = D_{Problema}

5.5.4. Punto de humo

Es la temperatura en la cual los triglicéridos de las grasas y aceites al sobrecalentarse se rompen, en ácidos grasos y glicerol, con la formación de humo. El glicerol se transforma un aldehído irritante tóxico de fácil evaporación *llamado acroleína*. Esta reacción implica que el aceite se torne oscuro, y viscoso, impartiendo mal olor y sabor a los alimentos en los que se utilice, provocando una menor digestibilidad del alimento. El punto de humo es afectado por la presencia de agua, de sal, de ácidos grasos libres, de mono y diglicéridos poliinsaturados, así como del uso de mezcla de diferentes aceites, de la presencia de microorganismos, de la exposición al aire, a las altas temperaturas y a la reutilización del aceite.

Materiales	Reactivos	Equipos
Cápsula de porcelana	Alcohol etílico	Parrilla de calentamiento
Espátula	Agua destilada	Balanza analítica
Pipeta 10 mL		
Termómetro 150°C		
Guantes asbesto		

Desarrollo experimental

1. Colocar en una cápsula de porcelana 2g de muestra de aceite o grasa.
2. Colocar la cápsula sobre una parrilla de calentamiento.
3. Introducir un termómetro en el centro de la capsula que contiene la muestra sin que toque el fondo del recipiente, sostenerlo con una pinza puestas en un soporte permitiendo que el bulbo del termómetro quede completamente sumergido en la grasa o aceite.
4. Calentar poco a poco, determinar la temperatura a la que comienza a desprenderse de la muestra un humo continuo, suave y azuloso.
5. Precaución si se produce una bocarada de humo, es necesario desechar la muestra e iniciar de nuevo el proceso.
6. Tomar la lectura de la temperatura. Anotar sus resultados en tabla anexa.

5.5.5. Viscosidad aparente

Es la resistencia que tiene un líquido a fluir como consecuencia de las atracciones moleculares. A mayor atracción molecular mayor viscosidad. En caso de contar con el viscosímetro Brookfield se podrá determinar cuantitativamente. En esta práctica se determinara subjetivamente.

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubos de ensayo con tapón 10 mL	Alcohol etílico	Parrilla de calentamiento
Regla		
Marcador		
Pipetas 1 mL		
Pipetas de 5 mL		
Varilla vidrio		

Desarrollo experimental

1. Marcar dos tubos de ensayo a una distancia de 5cm de largo.
2. Inclinando un tubo aproximadamente 45°C sobre la superficie de una mesa escurra 3 gotas de aceite vegetal dentro del tubo de ensayo.
3. Anotar el tiempo de escurrimiento de la gota desde el inicio hasta que llegue al fondo del tubo. Anotar sus observaciones en la tabla anexa.

5.5.6. Punto de fusión de una grasa

El punto de fusión de un sólido cristalino es la temperatura a la cual la grasa pasa del estado sólido al líquido. Las grasas son mezclas complejas con diversos componentes y puntos de fusión. Los puntos de fusión de los ácidos grasos, aumentan con la longitud de la cadena, y disminuyen con un aumento de la insaturación. La presencia de impurezas producen una disminución de la temperatura de fusión, cuanto mayor es la cantidad de impurezas menor es el punto de fusión. El punto de fusión es más bajo en los ácidos grasos saturados. Para su determinación puede usarse el tubo de Thiele o el aparato de Fisher-Johns. En esta práctica se determinara usando un tubo capilar cerrado en uno de sus extremos y un termómetro.

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubos capilares	Hielo	Parrilla de calentamiento
Mechero	Alcohol etílico	Balanza analítica
Rejilla		
Espátula		
Cápsula porcelana		
Papel filtro		
Pipeta Pasteur		
Liga		
Termómetro 200 °C		
Vaso precipitados 250 mL		
Cristalizador		
Soporte metálico		
Anillo		
Pinzas para anillo		
Pinza para bureta		
Piseta		
Tubo de Thiele		

Desarrollo experimental

1. Se toman tubos capilares y se calientan por un extremo con un mechero y se sellan al hacer contacto con una espátula.
2. Una porción de 10g de muestra sólida se coloca en una cápsula y funde usando una parrilla.
3. Si la muestra presenta impurezas filtra a través de papel filtro.
4. En los tubos capilares sellados se coloca la muestra ya líquida de tal forma que penetre en ellos hasta una altura aproximada de 1cm.

5. Usando una liga uniendo el capilar con un termómetro, de forma que el extremo inferior del tubo este a la misma altura de la parte inferior del bulbo del termómetro.
6. Colocar cuidadosamente el termómetro con el tubo capilar en un vaso de precipitados conteniendo hielo para que el aceite solidifique, por 20min.
7. Retirar el termómetro y el tubo del baño de hielo.
8. Tomar el termómetro con la muestra y sumergirlos cuidadosamente en un baño de agua en ebullición.
9. Registran la temperatura del termómetro cuando el sólido comienza a fundirse y la segunda cuando toda la muestra es líquida. Esta última temperatura es la que corresponde al punto de fusión. Para hacer una nueva determinación proceder de la misma forma anterior. Anotar sus resultados en la tabla anexa.

5.6. Reacciones cromática cualitativas

5.6.1. Reaccion Schönvogel

Establece diferencia entre aceites vegetales y grasas animales.

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubo ensayo de 10 mL con tapón de rosca Pipeta 1 mL. Pipeta 5 mL. Vaso de precipitados 100 mL	Ácido Bórico	Balanza Analítica

-Solución ácido bórico: En un tubo mezclar 7g de ácido Bórico con 5mL de agua destilada.

Desarrollo experimental

1. En un tubo de ensayo adicionar 1mL de la muestra con 2mL de una solución saturada de ácido bórico y agitar.
2. Identificación:
 - Los aceites vegetales dan una emulsión, mientras que las grasas animales no.
 - La mantequilla y el aceite de olivo no producen la reaccion sino que se separa en dos capas. Anotar sus resultados en la tabla anexa.

5.6.2. Reacción de Heydenreich

Identifica aceites y también determina el grado de secantividad de distintos aceites. Los aceites no rancios conservan su color, los semisecantes y secantes toman distintos colores al exponerlos un tiempo al aire.

Materiales	Reactivos	Equipos
Capsula de porcelana Pipeta de 5 mL	H ₂ SO ₄	Balanza analítica

Desarrollo experimental

1. En una cápsula de porcelana se colocan 5mL de ácido sulfúrico y sobre él se dejan caer 5-6 gotas de la muestra de aceite.

2. Identificación:

- El aceite de algodón da un color anaranjado con estrías pardas y se aglomera en una película negra alquitranosa.
- El de maíz toma un color rosáceo.
- El de oliva da una coloración amarillo verdosa pálida.
- Aceite secante (castaño oscuro, película densa) Aceite semisecantes (amarillo o castaño claro) Aceite no secante (ligeramente verde).

3. Anotar sus observaciones en la tabla anexa.

5.6.3. Reacción de Hauchecorne

Identifica aceites y determina el grado de secantividad de distintos aceites. Los aceites no rancios conservan su color, los semisecantes y secantes toman distintos colores al exponerlos un tiempo al aire.

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubos de ensayo de 10 mL con tapón de rosca	HNO ₃	Balanza analítica
Pipeta 10 mL		
Pipeta de 5 mL		
Pinzas para tubo ensayo		
Vaso de precipitados 100 mL		

Solución HNO₃ 3:1. En un tubo de ensayo adicionar un mL de agua y tres mL de ácido.

Desarrollo experimental

1. En un tubo de ensayo con tapón de rosca se adiciona 6mL de aceite y 2ml de ácido nítrico.
2. Se tapa el tubo y se agita fuertemente durante un minuto.
3. Se deja reposar 10min y se observa la coloración. Anotar sus observaciones en la tabla anexa.

4. Identificación:

- Aceite de algodón toma un color oscuro.
- Aceite de linaza rojo oscuro.
- Aceite de maíz anaranjado rosáceo y el de soya color pardo chocolate.
- Aceite de oliva apenas cambia de color o presenta una coloración leve amarillenta. Aceite de sésamo presenta color rojo.
- Aceite de girasol manifiesta un color pardo oscuro.
- Aceite secante (rojo castaño).
- Aceite semisecante (naranja).
- Aceite no secante (no colorea).

5.6.4. Reacción de Belier

Identifica diferentes aceites

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubos de ensayo con tapón rosca	Resorcina saturada	Balanza analítica
Vaso precipitados 100 mL	Benceno	
5 pipetas de 5 mL	Ácido nítrico concentrado	

- Solución saturada de resorcina en benceno 3:1 .En un tubo de ensayo adicionar un mL de benceno y tres mL de solución saturada de resorcina.

Desarrollo experimental

1. En un tubo de ensayo se ponen 2mL de una solución de resorcina saturada
2. Se adicionan 2mL de ácido nítrico concentrado y 2mL de aceite.
3. El tubo se agita y se examina el color del ácido separado en la parte inferior. Anotar resultados en tabla anexa.
4. Identificación de la reacción:
 - El aceite de oliva adquiere un color amarillo grisáceo, a veces ligeramente violáceo (posteriormente, el ácido pasa a color rojo o rojo pardo).
 - El aceite de soja presenta un color violeta.
 - El aceite de cacahuete manifiesta color azul

5.6.5. Reacción de Brullé

Identifica diferentes aceites

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubos de ensayo 10 mL con tapón de rosca	Albumina en polvo	Balanza analítica
Pipeta 10 mL	HNO ₃	
Pipeta de 5 mL		
Vaso de precipitados 100 mL		
Mechero Bunsen		
Pinzas para tubo de ensayo		

- Solución ácido nítrico 3:1. Mezclar 1mL de agua más 3mL de ácido nítrico.

Desarrollo experimental

1. En un tubo de ensayo, se vierten 5mL del aceite 0.1g de albúmina de huevo en polvo y 2mL solución ácido nítrico 3:1
2. Se tapa el tubo y se calienta cuidadosamente en un mechero de modo uniforme hasta que el ácido comienza a hervir, se agita ligeramente y se continúa calentando hasta que la albúmina se ha disuelto completamente. Anotar sus resultados en la tabla anexa.
3. Identificación:
 - El aceite de algodón toma color rojo oscuro.
 - El de linaza da color rojo oscuro intenso.
 - El de maíz rosáceo.
 - El de oliva amarillo pálido verdoso

5.6.6. Reacción con reactivo de Halphen

Material	Reactivos	Equipos
Tubos de ensayo 10 mL con tapón de rosca	Azufre	Balanza analítica
Pinzas para tubo	Disulfuro de carbono	
4 pipetas de 5 mL	Alcohol amílico	

- Solución en un tubo ensayo mezclar 5mL de disulfuro de carbono con 5mL de alcohol amílico y 0.1g de azufre y agitar suavemente.

Desarrollo experimental

1. En tubos de ensayo dicionar 2mL de aceite y 2mL de solución de azufre agitar dejar reposar.
2. Identificación.
 - Aceite de algodón coloración rojo-cereza. Anotar sus resultados en la tabla anexa

5.7. Análisis Químico cuantitativo

5.7.1. Índice de saponificación (IS) (Índice de Koettstorfer)

Son los miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar completamente un gramo de lípidos. La reacción consiste en la hidrólisis alcalina de un triglicérido para obtener las sales de los ácidos grasos y glicerol. Los lípidos pueden clasificarse de acuerdo a su capacidad de saponificación o producción de jabón. Entre los lípidos saponificables se encuentran los triglicéridos y ácidos grasos. Los lípidos que carecen de ácidos grasos en su estructura no son saponificables, como los carotenos. Este índice comprende la suma de ácidos libres y combinados. Está relacionado inversamente al peso molecular de los ácidos grasos. Por lo tanto la grasa o aceite conteniendo ácidos grasos de bajo peso molecular tendrá un mayor índice de saponificación.

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz bola	Sol. valorada de HCl 0.5 N	Balanza analítica
Perlas vidrio	KOH	Parrilla de calentamiento
Probeta 100 mL	Alcohol etílico 95%	
Condensador de reflujo	Silicona	
Tubería látex	Solución de fenoltaleína al 1% en etanol	
Soporte metálico		
Anillo		
Pinzas para anillo		
Rejilla		
Pinzas tres dedos		
Baño maría		
Guantes asbesto		
Bureta		
Pinzas para bureta		

- Solución etanólica de KOH: Pesar en un matraz 7.012g de KOH, adicionar 250mL de alcohol etílico al 95%, y mezclar para homogenizar la solución que es estable por 3 días.

Desarrollo experimental

1. En un matraz bola conteniendo cuatro perlas de vidrio pesar de 1 a 5 gramos de grasa o aceite.
2. Adicionar al matraz 50mL de solución etanólica de KOH.
3. Ajustar el condensador de reflujo al matraz bola, sellando la unión esmerilada con silicona.
4. Conectar las mangueras del refrigerante a la llave del agua.
5. Coloque el sistema de reflujo dentro de baño maría puesto sobre una parrilla.
6. Realizar el reflujo durante 60min hasta que la saponificación de la muestra sea completa. Al final la mezcla debe quedar clara.
7. Enfriar el matraz bola y pasar cuidadosamente la solución saponificada a un matraz erlenmeyer. Añadir 1mL de fenolftaleína y agitar vigorosamente.
8. Titular el exceso de KOH con la solución valorada de ácido clorhídrico 0.5 N hasta la desaparición del color rosado. Realizar la muestra por duplicado.
10. En el caso de que la muestra sea grasa la titulación se hace en caliente.
11. Preparar exactamente igual que la muestra un testigo sin aceite. Anotar sus resultados en la tabla anexa.

Cálculos	Igual
$IS = \frac{(B-A) \times N \times \text{equivalente}}{M} =$	B= mL de HCl empleados en la titulación del testigo A= mL de HCl empleados en la titulación de la muestra N= normalidad de HCl M= muestra en g Equivalente KOH 56.1

5.7.2. Índice de acidez (IA). Método volumétrico por neutralización

Son los miligramos de KOH o NaOH, necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de un gramo de muestra, se reporta como ácido oleico o ácido laurico. Consiste en determinar los ácidos grasos libres presentes en los aceites o grasas, que se forman por hidrólisis de los triglicéridos. La acidez de los lípidos comestibles está relacionada con su calidad. Los aceites recientemente procesados son prácticamente neutros, pero a medida que envejecen se liberan ácidos grasos, que se incrementa en condiciones de almacenamiento inadecuado. La luz, el calor, la humedad y la presencia de algunos metales aceleran el deterioro de las muestras. El aumento de acidez favorece el enranciamiento.

Materiales	Reactivos	Equipos
Espátula	Etanol neutralizado	Balanza analítica
Matraz Erlenmeyer de 250 mL	Alcohol etílico	Parrilla de calentamiento
Pipeta 10 mL	Sol. valorada de NaOH o KOH	
Baño maría	0.1 N y 0.25 N	
Probeta de 100mL	Sol. fenolftaleína 1%	
Pipeta 1 mL		
Soporte metálico		
Pinzas para anillo		
Mechero		
Anillo para soporte		
Rejilla		
Bureta de 250 mL		
Pinzas para bureta		
Vaso de precipitados de 100 mL		
Guantes de asbesto		

- Solución de Fenolftaleína al 1% en alcohol etílico.
- Solución de etanol de 95° (v/v) neutralizado con solución de KOH 1N e indicador de fenolftaleína al momento de usarse.

Desarrollo experimental

1. Como una prueba preliminar se pesan 5g de grasa o aceite en un matraz erlenmeyer de 250mL.
2. El matraz se coloca en un baño maría y se añaden 100mL de la solución de etanol neutralizado adicionar 1mL de indicador de fenolftaleína.
3. Titular con KOH 0.1N agitando vigorosamente el matraz después de cada adición de álcali para asegurar la completa neutralización de los ácidos grasos libres.
4. Titular hasta que la aparición de un color rosa persista durante 30 segundos.
5. Anotar el gasto del álcali y calcular el índice de Acidez.

Cálculos	Donde
$\text{Índice de acidez} = \frac{ml \times N \times 0.0561 \times 100}{\text{Muestra}}$	mL. de hidróxido de potasio empleados en la titulación N = normalidad de hidróxido de potasio M = Peso de la muestra en gramos Equivalentes de KOH 56.1 g Miliequivalente 0.0561

- 6 El resultado previo obtenido servirá para ver el rango del valor de acidez dentro del cual quedó la muestra. En base a ese resultado se repite el análisis usando las características dadas en la tabla 1.

7. A la muestra determinada en gramos, fundida y filtrada, contenida en un matraz Erlenmeyer de 250ml, se le agregan tantos mililitros de alcohol etílico como lo indica la tabla 1, previamente neutralizado; si la disolución de los ácidos grasos libres no es completa en frío, caliente suavemente el matraz en baño hasta disolución completa, y después se agrega 1ml de fenolftaleína; se titula la mezcla con la solución de hidróxido de potasio valorada, agitando frecuentemente hasta que una coloración rosada persista durante 30 segundos.

Tabla 1. Cantidad de muestra

Porcentaje de Ácidos Grasos Libres	Muestra en gramos	Mililitros de alcohol	Normalidad de la solución
0,0 a 0,2	56,4 ± 0,2	50,0	0,1
0,2 a 1,0	28,2 ± 0,2	50,0	0,1
1,0 a 30,0	7,05 ± 0,05	75,0	0,25
30,0 a 50,0	7,05 ± 0,05	100,0	0,25 ó 1,0
50,0 a 100,0	3,525 ± 0,001	100,0	1,0

El porcentaje de ácidos grasos libres en la mayoría de grasas y aceites son calculados como ácido oleico, sin embargo en aceites de coco son frecuentemente expresados como ácido láurico y en aceite de palma en términos de ácido palmítico.

$$\text{Ácidos Grasos Libres como Oléico, en \%} = \frac{V \times N \times 0.282}{P_m} \times 100$$

$$\text{Ácidos Grasos Libres como Láurico, en \%} = \frac{V \times N \times 0.200}{P_m} \times 100$$

$$\text{Ácidos Grasos Libres como Palmítico, en \%} = \frac{V \times N \times 0.256}{P_m} \times 100$$

En donde:

- Meq es el miliequivalente químico del ácido graso de referencia (Oleico 0,282, Láurico 0,200 y Palmítico 0,256).
- N es la normalidad de la solución de hidróxido de sodio.
- V son los mililitros de solución valorada de hidróxido de sodio gastados en la titulación de la muestra.
- Pm es la masa de la muestra en gramos.

El Índice de acidez, expresado mg KOH/g aceite, se puede calcular a partir del porcentaje de ácidos grasos libres.

$$\text{Índice de Acidez} = \% \text{ Ácidos Grasos libres} \times 1,99$$

5.7.3. Índice de esteres

Son los mg de KOH necesarios para saponificar 1g de grasa o aceite totalmente esterificado. Se calcula por diferencia entre los índices de saponificación y de acidez. Anotar sus observaciones en la tabla anexa.

Cálculos	Dónde:
IE= IA – IS	IE= índice de esteres IS= índice de saponificación IA= índice de acidez

5.7.4. Índice de yodo. Según los Métodos de Hanus, y Wijs

Es una medida del grado de insaturación en las cadenas de ácidos grasos de las grasas y aceites. Se define como los gramos de yodo absorbidos por 100g de grasa. Tanto el índice de yodo como el de refracción indican el contenido de ácidos grasos no saturados.

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz para yodo con tapón esmerilado 500 mL	- Cloroformo ($CHCl_3$)	Parrilla de calefacción
Pipetas de 10 mL	- Reactivo de Hanus	Balanza analítica
Matraz Erlenmeyer 250 mL	- Reactivo de Wijs	
Pipeta volumétrica 25 mL	- Sol. de Yoduro de potasio	
Probeta 100 mL	(KI) 15%	
Bureta 50 mL	-Sol. valorada de Tiosulfato de sodio	
Pinzas para bureta	($Na_2S_2O_3$) 0.1N	
Pipeta 1mL	-Solución almidón 1%	
Soporte metálico		
Vaso de 100 mL		
Guantes asbesto		
Embudo		
Papel filtro		
Espátula		

Solución fresca de almidón al 1% (Disolver 1g de almidón en 10mL de agua y se adiciona a un vaso de precipitados con 90ml de agua hirviendo, dejar hervir 1min)

Desarrollo experimental

1. Si no está en estado líquido fundir la muestra de prueba (la temperatura durante la fusión no debe exceder 10°C arriba del punto de fusión) y filtrarla a través de 2 piezas de papel filtro, para eliminar cualquier tipo de impureza sólida y cualquier traza de humedad. Después calentar la muestra hasta 60°C y pesarla
2. Se pesan 0.5 a 1g de muestra en un matraz para yodo de 500mL (la cantidad que dependerá del número de yodo esperado. El peso de la porción de prueba debe de ser tal que haya un exceso de solución de Wijs o Hanus de 50% -60% de la cantidad agregada; por ejemplo 100% -150% de la cantidad absorbida tabla 1).
3. Se añaden 20mL de cloroformo y 25mL del reactivo de Hanus o de Wijs (según sea el reactivo con el que se cuente al momento de realizar la práctica).
4. El matraz con la mezcla se deja reposar durante una a dos horas dependiendo del Índice de yodo de la muestra $IY < 150, 1h$, o $IY > 150, 2h$, a temperatura ambiente en la obscuridad, agitando ocasionalmente.

Tabla 1 Pesos de la muestra de prueba

Índice de yodo	Pesos de muestra de prueba		Exactitud del peso
	100 % exceso	150 % exceso	
	q	q	q
< 3	10	10	± 0.001
3	10.576	8.4613	0.005
5	6.346	5.070	0.0005
10	3.1730	2.5384	0.0002
20	1.5865	1.2720	0.0002
40	0.7935	0.6346	0.0002
60	0.5288	0.4231	0.0002
80	0.3966	0.3173	0.0001
100	0.3173	0.2538	0.0001
120	0.2644	0.2115	0.0001
140	0.2266	0.1813	0.0001
160	0.1983	0.1587	0.0001
180	0.1762	0.1410	0.0001
200	0.1586	0.1269	0.001

- Después de este tiempo, se añaden 20mL de solución de yoduro de potasio, 15% se agita el matraz y se adicionan 100mL de agua destilada hervida y fría.
- Valorar con el tiosulfato 0.1N agitando hasta que desaparezca una coloración amarillenta.
- Adicionar 1 a 2mL de solución de almidón y continuar la titulación hasta que el color azul desaparezca dando una coloración blanquecina.
- Agitar vigorosamente para que el yodo remanente en el cloroformo pueda titularse.
- Se efectúa una prueba testigo en las mismas condiciones que para la muestra.
- Los duplicados no deben diferir en más de dos unidades.
- Anotar sus observaciones en la tabla 2 anexa.

Cálculos	Donde
$\text{Índice de yodo} = \frac{(Y - X)N \times 0.127}{m} \times 100$	<p>y = mL de tiosulfato empleados en la titulación del problema</p> <p>x = mL de tiosulfato empleados en la titulación del testigo</p> <p>N = Normalidad del tiosulfato de sodio</p> <p>M = g de muestra</p> <p>Equivalente yodo = 12.7</p> <p>meq de yodo = 0.127</p>

Tabla 2 Registro de Resultados

Equipos								
Análisis organoléptico	1	2	3	4	5	6	7	8
Aspecto								
Olor								
Sabor								
Color								
Físicas								
Densidad relativa								
Índice de refracción								
Punto de fusión de grasas								
Punto de humo								
Prueba de frío								
Viscosidad								
Químicas cualitativos								
Reacción Schönvogel								
Reacción de Heydenreich								
Reacción de Hauchecorne								
Reacción de Brullé								
Reacción de Belier								
Reacción de Halphen								
Químicas cuantitativos								
Índice de saponificación								
Índice de acidez								
Índice de esteres								
Índice yodo								

Si es necesario anexe hoja con observaciones y fotografías

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Señale en que consiste el método Lovibond.
2. Indique qué relación existe entre el índice de refracción con la densidad en las grasas y aceites.
3. Escriba la reacción química de saponificación de un triglicérido.
4. Indique para que se refluja la muestra en la determinación de saponificación.
5. Porqué el alcohol que se utiliza en la determinación de acidez debe ser neutro.
6. Indique el método de Hanus y el de Wijs y compare.
7. Investigue los fundamentos de la técnica por cromatografía.
8. Escriba en un cuadro ventajas y desventajas de los métodos para determinar ácidos grasos; cromatografía en papel, cromatografía capa fina, cromatografía de gases y cromatografía HPLC.

Bibliografía

- Codex Alimentarius Normas Internacionales de los Alimentos. 2015. Norma del Codex para Grasas y Aceites Comestibles no Regulados por Normas Individuales Codex Stan 19-1981. FAO/OMS. Roma Italia
- Dirección General de Normas, SE. Normas Mexicanas para Alimentos, Aceites y Vegetales. NMX-F-174-SCFI-2014. Determinación del Índice de Saponificación. NMX-F-101-SCFI-2012. Determinación de Ácidos Grasos Libres. NMX-F-152-SCFI-2011. Determinación del Índice de Yodo por el Método Ciclohexano. NOM-F-408-S 1981. Determinación del índice de yodo (método de Hanus). NMX-F-225-SCFI-2014. Determinación de Prueba Fría en Aceites. NMX-F-075-SCFI-2012. Determinación de la Densidad Relativa NMX-F-252-SCFI-2005. Aceite comestible puro de Soya especificaciones. NMX-F-154-SCFI-2010. Determinación del Valor de Peróxido. Secretaría de Economía, México.
- Graciani, E. 2006. Los aceites y grasas: Composición y propiedades Editor Antonio Madrid Vicente.
- Min, D.B. y Ellefson, W.C 2010. Fat Analysis Food Science, Texts Series
- Nielsen, S. 2007. Food Analysis Laboratory Manual; Kluwer Academic/Plenum Publishers, Nueva York, USA
- Official Methods of Analysis of AOAC 2019 Official Methods of Analysis of AOAC International 21st Edition of Official Methods of Analysis* by Horwitz, W Maryland, USA
- Official Methods and recommended practices of the AOCS 2017 American Oil Chemists Society AOCS 7th edition, 2nd. Urbana, USA
- Pomeranz, Y. y Meloan, C.E. 2000. Food Analysis Theory and Practices Third Edition Chapman & Hall, USA

Videos relacionados

- Densidad líquidos con picnómetro - YouTube Densidad relativa
<https://www.youtube.com/watch?v=7eZUilGe6wM> Índice de refracción
<https://www.youtube.com/watch?v=QGtb9kOP0Wc> Índice de yodo
- Práctica 11 Índice de Acidez - YouTube Índice acidez
- Índice de saponificación - YouTube Índice saponificación

Práctica 6

Emulsiones y estabilidad (mayonesa)

6.1 Introducción

La mayonesa es una emulsión formada por gotas de aceite en una base acuosa estabilizadas por un emulsionante. Técnica-mente la mayonesa es una emulsión formada hasta por un 80% de aceites vegetales y/o sus mezclas, vinagre, huevo y sal. Para elaborar la emulsión primero se bate el huevo separando por efecto de la energía del mezclado el agua del emulsionante (lecitina). La yema de huevo presenta fosfolípidos emulsionantes presentando un extremo hidrofílico creando enlaces estables con el agua y otro extremo creando enlaces hidrofóbico con el aceite. Luego durante un batido constante se va adicionando poco a poco el aceite que es apolar. La fase inicial de mezclado debe ir haciéndose lentamente y batiendo con más fuerza a medida que va progresando la incorporación de aceite. El aceite por agitación se irá dispersando en pequeñas gotas que se van rodeando del emulsionante quedando en suspensión en la fase acuosa. Se ha recomendado que las mayonesas contengan un mínimo de 65% de aceite vegetal y 5% de yema de huevo. El siguiente ingrediente que se añade a la emulsión es vinagre, que contiene ácido acético, que baja el pH, estabilizando la emulsión y controlando el crecimiento microbiano. Las gotas de aceite rodeadas de emulsionante y dispersas en agua son más estables cuando el medio es ácido. Los extremos polares de la lecitina que rodean cada gota de aceite en medio ácido se alejan más de los extremos apolares de otra gota impidiendo su unión, y estabilizando la emulsión. El vinagre proporciona agua, aportando algo de fluidez a la mayonesa. Por otro lado el azúcar es usada como agentes saborizantes y la sal potenciando el sabor y estabilizando las fuerzas de repulsión entre las micelas de aceite de la emulsión cuando los iones Cl^- de la sal se unen a los grupos fosfato del emulsificante. Las mayonesas emulsionadas correctamente, presentan una textura cremosa y de aspecto homogéneo. El color de la mayonesa puede variar ligeramente, siempre será clara, amarillenta o verdosa, dependiendo del tipo de aceite utilizado. En caso contrario cuando se corta la mayonesa, se obtiene una textura más líquida de aspecto aceitoso. En este proceso el aceite y el agua se separan en dos fracciones al romperse los puentes con los fosfolípidos que las mantenían unidas. Las emulsiones se cortan porque flocculan, es decir, las gotitas de aceite se juntan unas con otras y se separan de la fase acuosa. Las mayonesas producidas industrialmente no se alteran fácilmente debido a una mejor conservación con aditivos, cumpliendo con los estándares establecidos por las normas de calidad (NMX-F-021-S-2006).

6.2. Objetivos.

El alumno conocerá el proceso de elaboración de una emulsión de aceite en agua como la mayonesa.

El alumno elaborará mayonesa usando diferentes aceites vegetales e identificará sus características.

El alumno determinará factores que afectan la estabilidad de las emulsiones.

6.2.1. Indicaciones

El profesor indicará a cada equipo el aceite (maíz, oliva, soya, cártamo y girasol) y las determinaciones que deberán realizar para la formación de las emulsiones.

6.3. Elaboración emulsión mayonesa

Materiales	Reactivos	Equipos
Tazón para mezclar	Aceite	Balanza analítica
Recipiente para hielo	hielo	Batidora eléctrica
Probeta 100 mL		
Vaso de precipitados de 250 mL		
Vaso de precipitados de 100 mL		
Vaso de precipitados de 500 mL		
Cucharitas medidoras		
Pala plástico		
Frascos 100 mL		
Pipetas 5 ml y 10 mL		
Etiquetas		
Marcador indeleble		
Guantes látex		
Cofia		
Cubre boca		

6.3.1. Formulación de mayonesa (base)

Ingredientes:

- 100 mL aceite
- 20 mL Vinagre blanco
- 1 yema
- 2 g Sal
- 5 g Azúcar
- 1 g Mostaza
- ½ cucharadita limón
- Pizca pimienta blanca

Desarrollo experimental (básico)

1. En un tazón se pone la yema de huevo, la sal, el azúcar, la mostaza, el jugo de limón y la pimienta y se mezcla con batidora eléctrica a baja velocidad por 20 Seg. hasta que la yema espese.
2. Se adiciona el aceite poco a poco incorporando perfectamente con la batidora a velocidad media hasta obtener una suspensión uniforme. Hasta que la mixtura empiece a espesar.
3. A la suspensión anterior se le añadir poco a poco y constantemente el vinagre, sin dejar de mezclar a velocidad media hasta homogeneizar la mezcla.

4. La consistencia y estabilidad de la emulsión (la emulsión no deberá romperse). Para este proceso todos los ingredientes deben estar a temperatura ambiente
5. Analice la muestra y ponga sus resultados en la tabla 1.
6. Colocar la mayonesa en un frasco. Etiquetarlo con nombre del producto, fecha y equipo. Conservar la muestra para su evaluación.

6.4. Diferentes variaciones en la elaboración de mayonesa

6.4.1 Mezclado manual

Desarrollo experimental

1. Seguir la misma formulación y el mismo desarrollo experimental básico, pero mezclando con un batidor manual de globo.
2. Dejar reposando 30min e identificar si hay separación de fases (sinéresis).
3. Observar la estabilidad de la mayonesa (indicar si la emulsión permaneció estable o se rompió y si fue inmediatamente o tarde) anotar resultados en la tabla 1, (ver si la muestra floculó).
4. Cuando la mayonesa haya permanecido estable sin separarse en dos fases colocarla en un frasco, etiquetarlo con nombre, fecha y equipo para su evaluación.

6.4.2. Ingredientes fríos (Vinagre, huevos y aceite)

Desarrollo experimental

1. Seguir el mismo desarrollo experimental básico pero, usando los ingredientes fríos puestos previamente en refrigeración a 4°C. (Vinagre, huevos y aceite).
2. Dejar en reposo 30min para identificar si hay separación de fases (sinéresis).
3. Observar la estabilidad de la mayonesa (indicar si la emulsión permaneció estable o se rompió y si fue inmediatamente o tarde) anotar los resultados en la tabla 1, identificar si la muestra floculó.
4. Cuando la mayonesa haya permanecido estable sin separarse en dos fases colocarla en un frasco, etiquetarlo con nombre, fecha y equipo para su evaluación.

6.4.3. Mezclar todos los ingredientes al mismo tiempo

Desarrollo experimental

1. Siga la formulación base, pero en el desarrollo experimental básico, mezclar todos los ingredientes al mismo tiempo.
2. Dejar en reposo 30min para identificar si hay separación de fases (sinéresis).
3. Observar la estabilidad de la mayonesa (indicar si la emulsión permaneció estable o se rompió y si fue inmediatamente o tarde) anotar los resultados en la tabla 1, ver si la muestra floculó.
4. Cuando la mayonesa haya permanecido estable sin separarse en dos fases colocarla en un frasco, etiquetarlo con nombre, fecha y equipo para su evaluación.

6.4.4. Diferentes proporciones de vinagre

Desarrollo experimental

1. Siga la formulación base, y el desarrollo experimental básico, para producir dos mayonesas una con: A) 10 mL vinagre y B) 30 mL vinagre
2. Dejar en reposo 30 min para identificar si hay separación de fases (sinéresis).
3. Observar la estabilidad de la mayonesa (indicar si la emulsión permaneció estable o se rompió y si fue inmediatamente o tarde) anotar los resultados en la tabla 1, ver si la muestra floculó.
4. Cuando la mayonesa haya permanecido estable sin separarse en dos fases colocarla en un frasco, etiquetarlo con nombre, fecha y equipo para su evaluación.

6.4.5. Diferentes proporciones de aceite

Desarrollo experimental

1. Siga la formulación base, y el desarrollo experimental básico, para producir dos mayonesas una con: A) 50 mL de aceite y con B) 150 mL de aceite.
2. Dejar en reposo 30 min para identificar si hay separación de fases (sinéresis).
3. Observar la estabilidad de la mayonesa (indicar si la emulsión permaneció estable o se rompió y si fue inmediatamente o tarde) anotar los resultados en la tabla 1, ver si la muestra floculó.
4. Cuando la mayonesa haya permanecido estable sin separarse en dos fases colocarla en un frasco, etiquetarlo con nombre, fecha y equipo para su evaluación.

6.4.6. Diferentes proporciones de yema de huevo

Desarrollo experimental

1. Siga la formulación base, y el desarrollo experimental básico, para producir dos mayonesas una con: A) Media yema y B) Dos yemas.
2. Dejar en reposo 30min para identificar si hay separación de fases (sinéresis).
3. Observar la estabilidad de la mayonesa (indicar si la emulsión permaneció estable o se rompió y si fue inmediatamente o tarde) anotar los resultados en la tabla 1, ver si la muestra floculó.
4. Cuando la mayonesa haya permanecido estable sin separarse en dos fases colocarla en un frasco, etiquetarlo con nombre, fecha y equipo para su evaluación.

6.4.7. Diferentes proporciones de clara de huevo

Desarrollo experimental

1. Siga la formulación base, y el desarrollo experimental básico, pero sin adición de yema para producir dos mayonesas una con: A) 1 clara y B) 2 claras.
2. Dejar en reposo 30min para identificar si hay separación de fases.
3. Observar la estabilidad de la mayonesa (indicar si la emulsión permaneció estable o se rompió y si fue inmediatamente o tarde) anotar los resultados en la tabla 1, ver si la muestra floculó.

4. Cuando la mayonesa haya permanecido estable sin separarse en dos fases colocarla en un frasco, etiquetarlo con nombre, fecha y equipo para su evaluación.

6.4.8. Diferentes proporciones de huevo entero

Desarrollo experimental

1. Siga la formulación base, y el desarrollo experimental básico para producir dos mayonesas una con: A) Medio huevo batido y B) Un huevo batido.
2. Dejar en reposo 30min para identificar si hay separación de fases.
3. Observar la estabilidad de la mayonesa (indicar si la emulsión permaneció estable o se rompió y si fue inmediatamente o tarde) anotar los resultados en la tabla 1, ver si la muestra floculó.
4. Cuando la mayonesa haya permanecido estable sin separarse en dos fases colocarla en un frasco, etiquetarlo con nombre, fecha y equipo para su evaluación.

Tabla 1 Registro de Resultados Características de mayonesa

	Estable Si o No	Rompimiento rápido sí o no	Observaciones Permaneció estable si/no
Mayonesa base			
Variaciones			
1. Mezclado manual			
2. Ingredientes fríos			
3. Ingredientes juntos			
4. 10 mL vinagre			
5. 30 mL vinagre			
6. 50 mL aceite			
7. 150 mL aceite			
8. Media yema			
9. 2 yemas			
10. 1 clara			
11. 2 claras			
12. Medio huevo			
13. 1 huevos			

Anexe observaciones y fotos en otra hoja

6.5. Estabilidad de emulsiones

Determinar estabilidad de emulsiones, por; centrifugación, temperatura y pH.

Estas pruebas se realizaran para mayonesa comercial, mayonesa base y para las mayonesas hechas con las diferentes variaciones que permanecieron estables.

Las mayonesas con variaciones que no permanecieron estables se descartan.

6.5.1. Centrifugación

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubos centrifuga	Diferentes mayonesas	Centrifuga
Tubos de ensaye		
Probeta 100 mL		
Pipeta 10 mL		

Desarrollo experimental

1. Colocar 10mL las mayonesa en tubos de centrifuga y centrifugar durante 20 minutos a 5000 rpm.
2. Si la emulsión se rompió separar las fases en dos tubos y medir las fases.
3. Anotar resultados tabla 2, si es necesario en hoja anexa fotografías.

6.5.2. Tiempo en min que permanece la emulsión estable a 100°C

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubos de ensayo con tapón rosca	Mayonesas	Parrilla de calentamiento
Probeta		
Pipeta 5 mL		
Baño María		

Desarrollo experimental

1. Adicionar 5mL de mayonesa en tubos de ensayo con tapón de rosca
2. Colocar los tubos en baño de maría en ebullición hasta floculación anotar el tiempo en minutos.
3. Mientras la emulsión este caliente decantar cada una de las fases formadas (acuosa/oleosa) y medir los mililitros. Anotar los resultados tabla 2

6.5.3. Determinación de pH

Materiales	Reactivos	Equipos
Vasos de precipitados de 100 mL	Regulador pH 4, 7	Parrilla de calentamiento
Probeta 100 mL		Potenciómetro
Vaso de precipitados de 500 mL		

Desarrollo experimental

1. Colocar 10mL de mayonesa en vasos de precipitados de 100mL,
2. Adicione 50mL de agua caliente mezclar
3. Ajustar potenciómetro

- Determinar pH con potenciómetro. Anotar resultados

6.5.4. Análisis Sensorial

Estas pruebas se realizarán para mayonesa comercial, mayonesa formula base y solo para las mayonesas con las variaciones que permanecieron estables. Las mayonesas hechas con variaciones que no permanecieron estables se descartan.

Materiales	Ingredientes
Vasitos plástico	Agua potable para beber
Cucharitas plástico	
Servilletas	

Desarrollo experimental

- Antes de realizar el análisis sensorial cada alumno del equipo deberá contar con la copia de la escala, para realizar el análisis sensorial.
- Las diferentes muestras se pondrán en vasitos identificados con números.
- El análisis deberá realizarse tomando en cuenta la escala sensorial.
- Entre cada toma de muestra se deberá tomar agua.
- Los resultados por equipo se analizaran y se representara en grafico radial.

Escala sensorial

A.-Sabor característico del producto y libre de rancidez; 1. Excelente, 2. Bueno, 3.Regular, 4. Malo, 5. Muy malo
B.-Color: 1. Blanco brillante característico, 2. Crema brillante, 3. Amarillento brillante 4. diferente 5. No deseable.
C.-. Olor característico del producto y libre de rancidez: 1. Excelente, 2. Bueno, 3. Regular, 4. Malo, 5. Muy malo
D.- Viscosidad (consistencia): 1. Muy espeso/viscoso, casi sólido 2. Moderadamente espeso/viscoso, 3. Ligeramente espeso/acuoso 4. Moderadamente ligero/acuoso 5. Muy ligero acuoso casi fluido
E. -Aspecto masa homogénea cremosa: 1. Excelente, 2. Buena, 3. Regular, 4. Mala, 5. Muy mala
F.- Aceptabilidad general: 1. Muy bueno, 2.Bueno, 3.Regular, 4.Malo, 5.Muy malo

Tabla 2 Registro de Resultados Estabilidad de mayonesa

	Centrifuga a) mL fase oleosa b) mL fase acuosa	Tiempo min floculación a) mL fase oleosa b) mL fase acuosa	pH	sabor	color	olor	viscosidad	Aspecto general	Aceptación general
Mayonesa comercial									
Mayonesa base									
Variaciones									
1.-Mezclado manual									
2.Ingredientes fríos									
3.- Ingredientes todos juntos									
4.-10 mL vinagre									
5.-30 mL vinagre									
6.- 50 mL aceite									
7.-150 mL aceite									
8.- Media yema									
9.- Dos yemas									
10.- Una clara									
11.- Dos claras									
12.-Medio huevo									
13.- Un huevo									

De la mayonesa comercial anotar marca e ingredientes. Anexar hoja con observaciones y fotografías

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Indique al menos 3 tipos de emulsificantes naturales y tres comerciales usados para elaborar emulsiones alimentarias.
2. Señale cómo restablecería una emulsión de mayonesa rota y porque se produce el proceso de reestablecimiento explique.
3. Investigue cual es el mayor riesgo sanitario de la mayonesa casera.
4. indique los ingredientes de la etiqueta de una mayonesa comercial y la función de cada uno de ellos.
5. Revisar la NOM de calidad de mayonesa indique las características química física y microbiológica que debe cumplir una mayonesa comercial.
6. Escriba diagrama de bloques completo del proceso industrial para elaborar mayonesa indique equipos usados.
7. Explique los fenómenos de separación o rompimiento de las emulsiones sinéresis, floculación, y coalescencia.
8. Mencione métodos para identificar el tipo de emulsión (agua/aceite, aceite/agua).

Bibliografía

- Belitz, H.D y Grosch, W. 2012. Química de los Alimentos. Tercera Edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España)
- Campbell, P.G. 2017. Ciencia y tecnología de los alimentos. Ed, Acribia, S.A. Zaragoza (España)
- Codex Alimentarius. Normas Internacionales 1989. Norma del Codex para la Mayonesa (Norma Regional Europea) CODEX STAN 168-1989 FAO/OMS
- Dirección General de Normas, SE. 2006. Mayonesa. NMX-F-021-S-2006., Aderezo de Mayonesa, NMX-F-341-NORMEX-2006. Normas Mexicanas Secretaría de Economía, México.
- Fennema, O.R. 2019. Química de los alimentos. Cuarta edición. Editado por S., y Parkin, K.L. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Potter, N.N., Hotchkiss, J.H. 2018. Ciencia de los alimentos. Ed., Acribia, S.A. Zaragoza (España).

Videos Relacionados

<https://www.youtube.com/watch?v=JDb288OKaG8> Formación de emulsiones

¿Qué es la mayonesa? - YouTube Emulsión mayonesa

<https://www.youtube.com/watch?v=iecHidffnpg> Así se hace mayonesa

Practica 7

Fritura por inmersión

7.1 Introducción

La fritura es uno de los procesos más rápidos de cocción de alimentos gracias a que los aceites pueden calentarse a altas temperaturas (160-200°C) dando como resultado, un producto dorado crujiente y de agradable sabor. Las técnicas de fritura se dividen en: a) Fritura superficial. Se realiza usando un bajo nivel de aceite en recipientes de poca profundidad, b) Fritura profunda o por inmersión donde el alimento se cuece al sumergirlo totalmente en un recipiente.

El sistema de fritura por inmersión es el más usado en la industria. Es un proceso de cocción y deshidratación de un alimento a través del contacto con un alto contenido de aceite caliente. En el freído se lleva a cabo un proceso de transferencia de masa, donde el agua abandona el alimento y en su lugar el aceite es absorbido por el alimento (fenómeno en contracorriente). El agua contenida en el alimento es desplazada por el aceite caliente en forma de vapor produciendo la aparición de burbujas haciendo que el aceite salte del recipiente. Por eso la superficie del alimento deberá estar lo más seco posible antes del freído. Por otro lado la transferencia de calor tiene lugar desde el aceite caliente hasta la superficie del alimento por el mecanismo de convección, y luego por conducción desde la superficie hasta el interior del alimento.

El alimento frito se sella gracias a que, el almidón se gelatiniza, los azúcares se caramelizan y las proteínas se coagulan y los tejidos del alimento se ablandan, dando muy buena sensación, con sabores agradables, crocantes. Los sabores y jugos que componen el alimento se conservan en la parte interna del, alimento gracias a una buena fritura con la formación de la corteza que impida la entrada de aceite al interior del alimento y la salida de agua, cocinando el interior del alimento en su propia agua a 100°C. y provocando también la pérdida de nutrientes, tales como vitaminas. Es importante saber que la absorción de aceite dependerá de la porosidad, contenido de humedad, y superficie del alimento. El contenido de aceite absorbido en exceso puede causar enfermedades cardiovasculares y obesidad. Sólo el 20% es absorbido durante la fritura y el resto cuando el alimento se enfría ya que en este período los poros del alimento se encuentran más abiertos y el aceite penetra con más facilidad. La absorción de grasa de un alimento puede ser controlarla mediante la aplicación de pretratamientos tales como, congelación, secado y escaldado de los alimentos. Un aceite vegetal de calidad usado para freír alimentos deberá soportar altas temperaturas en presencia de aire y humedad, sin originar humo y olores desagradables presentando buena sabor, estabilidad, ψ consistencia líquida así como χ ν σ ϵ ρ ω α ϵ λ valor nutricional y no ser tóxico. La humedad y alta temperatura de cocción, en presencia de oxígeno provocarán la hidrólisis del aceite disminuyendo el punto de humo, provocando olor y sabor desagradable amargo a jabón y a pescado. El exceso de calentamiento de un aceite provocará, cambios en la viscosidad, en el sabor (rancio), en el color y provocará la formación de espuma, generando ácidos grasos trans y la formación de acrilamida y acroleína, sustancia cancerígena irritante con humo tóxico con olor y sabor picante obtenida a partir de la glicerina resultante de la hidrólisis de los acilglicéridos. Las temperaturas del aceite entre 170 y 180°C y bajos tiempos de freído, favorecerán la cocción del alimento con menor absorción de aceite pero si la fritura se lleva a cabo rápidamente a temperaturas superiores a 200°C el alimento se quemará por fuera y quedará crudo por dentro, absorbiendo más aceite disminuyendo su punto de humo. En cambio cuando la temperatura del aceite usado es demasiado baja, no se formará costra obteniendo un alimento, seco, duro aceitoso e indigesto.

7.2 Objetivo

El alumno determinará la importancia de la absorción lipídica de papas fritas variando; características de las papas a freír, aceites y temperaturas de fritura.

7.2.1. Indicaciones

El profesor indicará a los alumnos por equipo el aceite, y las pruebas que deberán realizar señalando que al final de la práctica se reunirán los resultados de todos los equipos para ser reportarlos en el informe.

7.3 Fritura

1. Aceite (soya, maíz, girasol o cualquier otro aceite comercial).
2. Papas sin tratamiento, papas deshidratadas y papas refrigeradas.
3. Temperaturas de freido (150, 180 y 200°C) de fritura.

Materiales	Ingredientes	Equipos
Cepillo	Papas	Parrilla de calentamiento
Pela papas	Sal	Freidora
Servilletas adsorbentes	Aceites	Estufa secado
Platos plástico	hielo	Congelador
Pinzas		
Pala de madera y de aluminio		
Charola		
Papel aluminio		
Ollas de aluminio para fritura de 1L		
Termómetro 250°C		
Guantes de asbesto		
Espátula		
Coladera escurridor		
Bolsa plástico		

Medidas de seguridad

1. Antes de comenzar la práctica es importante recordar evitar sobrecargar con aceite el recipiente de fritura.
2. Una quemadura con grasa caliente puede ser grave debido a la alta temperatura y a la tendencia del lípido a adherirse a la piel.
3. La utilización de una freidora o sartén profundo reducirá el riesgo.
4. El aceite derramado puede incendiarse e incendiar el contenido de la freidora. Si esto ocurre debe seguirse las reglas de seguridad tener calma retirarse del recipiente y si es posible tratar de colocar una tapadera sobre el sartén y apagar la fuente de calentamiento.

7.4. Cortado de papas frescas en tiras

Desarrollo experimental

1. Seleccionar 3 papas de tamaño regular uniforme libre de magulladuras, sin ataque de insectos, no deformes, maduras, duras y firmes al tacto. Descarta las blandas o las que todavía están un poco verdes, o sobre maduras.
2. Lavar las papas en agua usando un cepillo para eliminar toda la suciedad. Pesar las papas.
3. Las papas se pelan manualmente con un pela papas, eliminando la totalidad de la cáscara. Pesar papas limpias y cascara.
4. Cortar las papa sin cascara en tiras o bastones lo más uniformes en peso y tamaño, si es posible usar un cortador de papas estándar, o cortarlas manualmente usando un cuchillo para obtener tiras de más o menos 5cm de largo y de 1cm de ancho.
5. Lavar con agua potable las tiras de papa (para remover el exceso de almidón, responsable de que se peguen unas a otras en la fritura). Colocar las tiras de papa en un recipiente conteniendo agua con hielos para enfriar, dejar unos 10min.
6. scurrir perfectamente bien las papas extendiéndolas sobre una charola conteniendo papel adsorbente (dejarlas por 10min). Es muy importante remover el exceso de humedad de la superficie de las tiras para que no salte fuera del sartén el aceite. El agua tiene efecto destructivo sobre el aceite. Pesar las tiras de papa.

7.4.1. Deshidratación de papas

Desarrollo experimental

1. Llevar a cabo la preparación de cortado de papas en tiras como se ha indicado
2. Las papas limpias cortadas se colocaran en una charola para deshidratar en estufa a 100°C por 40min.
3. Sacar la charola de la estufa, y dejar enfriar las tiras de papa.

7.4.2. Papas refrigeradas

Desarrollo experimental

1. Las papas limpias y cortadas se colocan en una charola y se mete al congelador de un refrigerado por 40 minutos.
2. Sacar la charola de papas del congelador.

7.4.3. Preparación del recipiente de freido

1. Lavar la freidora, olla o sartén de profundidad remover toda la suciedad, enjuagar muy bien con agua, para asegurar que todo el residuo de jabón se eliminó, y secar perfectamente sin que queden residuos de agua.
2. Adicionar en la freidora, olla o sartén de profundidad 400mL de aceite y con mucha precaución comenzar a calentar el aceite a la temperatura indicada según sea el caso.
3. Llevar a cabo el calentamiento del aceite lentamente usando un termómetro para medir la temperatura del aceite de tal forma que el bulbo del termómetro quede sumergida en el aceite pero sin tocar el fondo del recipiente y cuidado de no dejar el termómetro en el recipiente.
4. Deberá extremarse las precauciones para mantener el aceite a la temperatura especificada durante todo el periodo de fritura.
5. Una vez ajustada la temperatura del aceite se procederá a realizar la fritura de las papa. Para cada temperatura de freido se usara aceite fresco sin reutilizar.

7.4.4. Freido de papas

Desarrollo experimental

1. Tomar de 10 a 20 papas en tiras (según sea el caso, papas frescas, deshidratadas o congeladas) colocarlas en un plato que fue previamente pesado y pesar las papas. (Anotar peso de plato y peso de plato + papas crudas).
2. Las papas ya pesadas se adicionan una a una al recipiente o a la canastilla de la freidora conteniendo el aceite caliente, cubriendo el aceite por completo las papas, cuidando que el aceite este a la temperatura requerida, deberá tener cuidado para no salpicar grasa, usar un pala escurridora para manipular y sacar las papas del aceite.
3. Muy importante será monitorear el tiempo óptimo de fritura para que las papas se cuezan y obtengan un color medianamente dorado, ni pálido ni quemado.
4. Después del tiempo de fritura, sacar las papas del aceite, con mucho cuidado sin maltratar las papas dejar escurrir por 5 minutos dentro de una coladera y luego ponerlas sobre una charola cubierta con papel adsorbente para eliminar el exceso de grasa. La fritura deberá estar bien cocida, agradable a la vista ser crujiente y no aceitosa.
5. Inmediatamente después de poner las papas en la charola, aun calientes se les adicionan 5g de sal para que se adhiera mejor y ayude a eliminar cualquier humedad que haya quedado. Cuando se agrega la sal antes de la cocción, se corre el riesgo de que la papa se ablande.
6. Una vez frías las papas fritas se colocan en una caja de vidrio y se pesan (obteniendo peso de caja + papas fritas + sal).
7. Tomar fotos de papa antes y después de freido.
8. Al terminar el freido de las papas el aceite se dejar enfriar y se miden en una probeta los ml restantes. El aceite residual usado se coloca en una botella, nunca se deberá tirar en la tarja, se etiquetan y se guardan para las siguientes prácticas.

7.5. Análisis

7.5.1. Calcular la absorción de aceite en las papas

Desarrollo experimental

1. Peso de papas crudas + caja – peso de caja= peso papas crudas (g)
2. Peso de papas fritas + caja + sal – peso de caja – sal = peso papas fritas (g)

Calcular:

$$\% \text{ absorción lipídica} = \frac{\text{Peso de papas fritas (g)} - \text{Peso de papas crudas (g)}}{\text{Peso de papas crudas}} \times 100$$

Tabla 1 Registro de Resultados absorción lipídica papa cruda

Temperatura 150°C

Aceite	Peso papacruda	Peso papa frita	% Absorción Lipídica.	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

Temperatura 180°C

Aceite	Peso papa cruda	Peso papa frita	% Absorción Lipídica.	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

Temperatura 200°C

Aceite	Peso papa cruda	Peso papa frita	% Absorción Lipídica.	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

Tabla 2 Registro de Resultados absorción lipídica papa deshidratada

Temperatura 150°C

Aceite	Peso papa deshidratada	Peso papa frita	% Absorción Lipídica	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

Temperatura 180°C

Aceite	Peso papa deshidratada	Peso papa frita	% Absorción Lipídica.	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

Temperatura 200°C

Aceite	Peso papa deshidratada	Peso papa frita	% Absorción Lipídica.	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

Tabla 3 Registro de Resultados Absorción Lipídica Papa Refrigerada

Temperatura 150°C

Aceite	Peso papa congelada	Peso papa frita	% Absorción Lipídica.	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

Temperatura 180°C

Aceite	Peso papa congelada	Peso papa frita	% Absorción Lipídica.	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

Temperatura 200°C

Aceite	Peso papa congelada	Peso papa frita	% Absorción Lipídica.	Tiempo óptimo de cocción
Soya				
Girasol				
Maíz				

7.5.2. Determinación porcentaje de humedad de papa

Materiales	Materiales	Equipos
Pinzas para crisol	Muestra papa	Balanza analítica
Espátula		Estufa de secado
Desecador de vidrio		
Capsulas de porcelana		
Mortero		

Desarrollo experimental

1. Moler en un mortero de 2 a 4g de muestra (papa cruda, deshidratada o congelada).
2. En una charola puesta previamente a peso constante pesar exactamente de 1 a 2g de muestra molida.
3. Colocar la charola con muestra en la estufa a 120°C, durante dos horas hasta peso constante.
4. Transferir la charola a un desecador y dejar enfriar, 20min y pesar.
5. Calcula el porcentaje de humedad (gramos de agua por 100g de muestra).

Cálculos	Dónde:
$\%H = \frac{(P2 - P1)}{M} \times 100$	P2= peso de la cápsula más peso de la muestra húmeda en gramos P1= peso de la cápsula más peso de la muestra seca en gramos M= peso de la muestra en gramos

Tabla 4 Registro de Resultados porcentaje de humedad de papa

Papas	% de humedad
Crudas	
Deshidratadas	
Congeladas	

7.5.3. Cambio de color aceite antes y después de freido

Prueba visual. La diferencia de coloración es un indicativo de la degradación sufrida por los aceites durante la fritura, asociada a la formación de aldehídos, cetonas y alcoholes, productos de la oxidación de los triglicéridos.

Materiales	Materiales
Tubos ensayo 20 mL	Piseta con alcohol etílico
Pipeta 10 mL	
Guantes asbesto	

Desarrollo experimental

1. En tubos de ensayo de 20mL colocar 10mL aceite limpio.
2. En otro tubo adicionar el aceite frío que fue usado para freír las papas.
3. Anotar cambios en coloración antes y después de freido según escala

Escala color.

Aceite antes de freír:

1= Amarillo claro 2= Amarillo verdoso 3= Amarillo rojizo

Aceite después de freír:

1= sin cambio 2= ligeramente oscuro 3= Oscuro 4= Marrón opaco

Tomar fotos

Tabla 5 Registro de Resultado Prueba Visual Cambios en Color del Aceite

Papa cruda

Temperatura	150°C			180°C			200°C		
Aceite	CA	CAf	T min	CA	CAf	T min	CA	CAf	T min
Soya									
Girasol									
Maíz									

Papa deshidratada

Temperatura	150°C			180°C			200°C		
Aceite	CA	CAf	T min	CA	CAf	T min	CA	CAf	T min
Soya									
Girasol									
Maíz									

Papa congelada

Temperatura	150°C			180°C			200°C		
Aceite	CA	CAf	T min	CA	CAf	T min	CA	CAf	T min
Soya									
Girasol									
Maíz									

CA = color aceite limpio CAf = Color de aceite después de freido

7.5.4. Punto de humo aceite

Materiales	Materiales	Equipos
Probeta 100 mL.	Alcohol etílico	Parrilla de calentamiento
Vaso de precipitados de 100 mL.		
Guantes asbesto		

Desarrollo experimental

1. En una probeta medir 20mL de aceite. Transfiera el aceite a una cápsula de porcelana.
2. Poner la cápsula a fuego medio, sobre una parrilla y tomar constantemente la temperatura sin tocar el recipiente hasta el punto en el cual se observa desprendimiento de humo.

Tabla 6 Registro de Resultados Punto de Humo Aceite

Aceite	Temperatura °C
Soya	
Girasol	
maíz	

7.5.5. Prueba del glicerol de aceite

El agua, en la fritura puede romper los glicéridos liberando glicerol. El glicerol, en aceite sobrecalentado (humeante), dará pequeñas cantidades de acroleína. Durante la fritura alimentos que contienen almidón pueden formar acrilamida. Cuando se calienta glicerol con KHSO_4 se produce deshidratación y se forma el aldehído acroleína, el cual tiene un olor marrón opaco ésta reacción ocurre tanto con el glicerol libre como con los esteres de glicerol.

Materiales	Materiales	equipo
Tubos ensayo 10 mL	Alcohol etílico	Balanza analítica
Pipeta 1 mL	KHSO_4	Parrilla de calentamiento
Pinzas para tubo ensaye		
Piseta		
Termómetro 250°C		

Desarrollo experimental

1. En un tubo de ensayo colocar un gr de KHSO_4
2. Adicionar 5mL de aceite, y cubrir con un g KHSO_4
3. Calentar lentamente hasta cambio de color dentro de la campana de extracción.
4. Introducir un termómetro cuidando de no tocar las paredes del recipiente. Determinar la temperatura y el tiempo cuando se presente cambio de color.

Tabla 7 Registro de Resultados aceite fritura prueba glicerol

Aceite	CA	CAC	T min	T °C
Soya				
Girasol				
Maíz				

CA= color aceite CAC= Color aceite después de calentamiento. Tomar fotografía.

Escala:

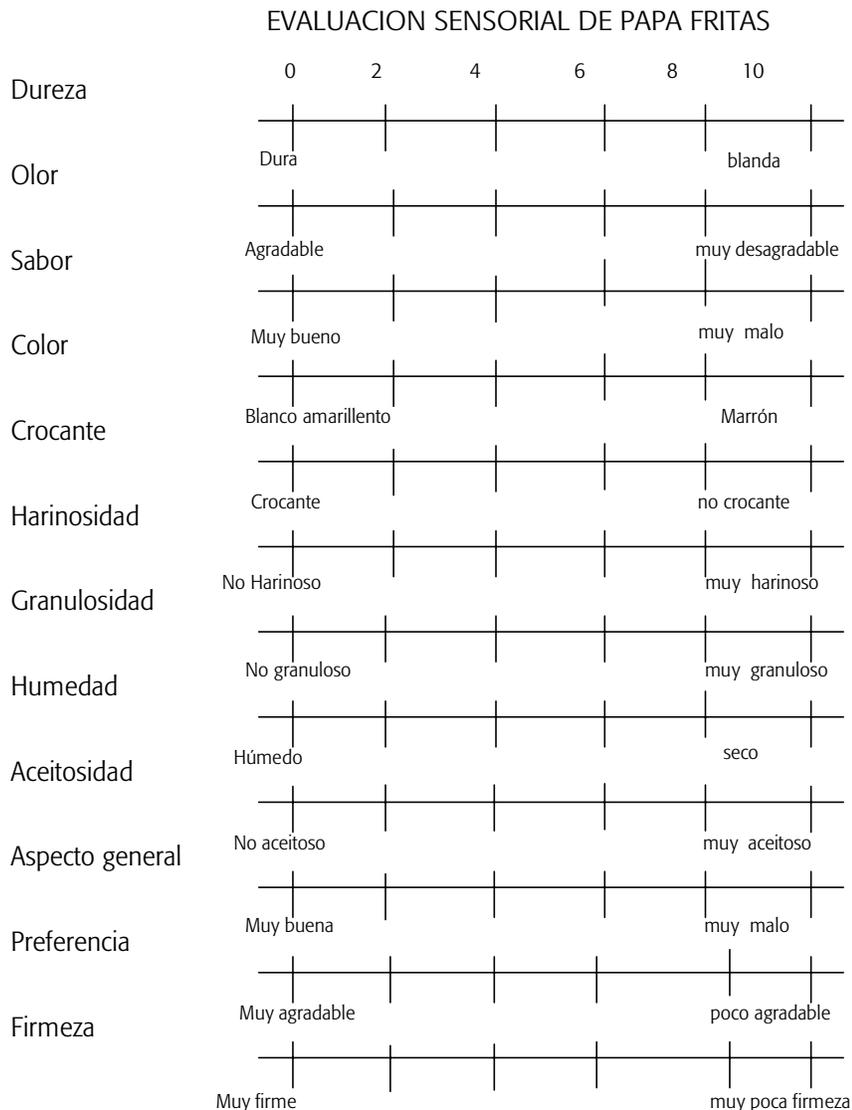
Aceite antes de freír: 1= Amarillo claro 2= Amarillo verdoso 3= Amarillo rojizo
Aceite después de freír: 1=sin cambio 2= ligeramente oscuro 3= Oscuro

7.5.6. Análisis sensorial de papas fritas.

Instrucciones

Cada integrante del equipo evaluará los atributos sensoriales de las diferentes papas fritas según la hoja anexa.

Con los resultados se realizará el análisis estadístico y un gráfico radial.



Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Indique por que el aceite de fritura alterado es peligroso para la salud.
2. Escriba un cuadro con ventajas y desventajas de la fritura de los alimentos.
3. Enliste los principales factores que gobiernan la absorción lipídica de un sistema alimenticio e indique como estos factores influyen aumentando o disminuyendo la absorción lipídica en los alimentos.
4. Indique características y equipos de freidoras a nivel industrial.
5. ¿Qué sucede si se mezcla aceite limpio con aceite usado en la fritura?

6. Indique como reduciría la absorción lipídica del alimento frito a nivel industrial.
7. Señale cuáles son las características que tienen que cumplir los antioxidantes para ser utilizados en el proceso de fritura.

Bibliografía

- Aladedunye, A., y Przybylski, R. 2009. *Degradation and nutritional quality changes of oil during frying*. J. AOCS. 86:149-156.
- Bouchon, P., Aguilera, J.M., y Pyle, DL. 2003. *Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying*. J Food Sci.; 68:2711-6.
- Brannan, R., Mah, E., Schott, M., Yuan, S., Casher, K., y Myers, A. 2014. *Influence of ingredients that reduce oil absorption during immersion frying of battered and breaded foods* Eur. J. Lipids Sci. Technol; 116:240-54.
- Dobarganes, M.C., Velasco, J. y Márquez, R.G. 2002. *La calidad de los aceites y grasas de fritura*. Alimentación, Nutrición y Salud, 9(4):109-118.
- Hernández, J.S., Díaz, H.C., Rubio, C.O., y Flores, G.F.X. 2000. *La industria de papa en México: Un Diagnóstico de la Situación Actual*. Departamento de Ciencias Sociales.
- INFOSAN, 2005 *Nota de información Acrilamida*. INFOSAN Red Internacional de Autoridades de Inocuidad de los Alimentos No. 2.
- Marchesino, M.A., López, P.L., Guerberoff, G K., Olmedo, R.H. 2020. *Los Procesos de Fritura y su Relación con los Valores Nutricionales y La Inocuidad*. Nexo Agropecuario, Volumen 8, Número 1.

Videos Relacionados

<https://www.youtube.com/watch?v=8A3Hgh33WbI> Aceite de fritura nutrición

https://www.youtube.com/watch?v=xxR6O-_TqLs Técnica fritura profunda

<https://www.youtube.com/watch?v=Dglgbv8VR9Q> Fritura industrial

Practica 8

Rancidez de grasas y aceites, análisis

8.1. Introducción

El proceso de rancidez implica una serie de reacciones complejas de degradación que alteran la calidad física, química y sensorial de grasas y aceites pudiendo llegar a formar productos nocivos para la salud. Estas reacciones pueden ser promovidas principalmente por las altas temperaturas, el oxígeno, la humedad, la actividad enzimática, y microorganismos principalmente. 1) Rancidez hidrolítica: a) Rompimiento de los enlace éster de los triglicéridos por la enzima lipasa que libera glicerol y ácidos grasos y b) Hidrolisis química, relacionada con el rompimiento de los enlace éster de los triglicéridos en medio alcalino. La presencia de un alto contenido de ácidos grasos libres será un indicativo de rancidez hidrolítica. 2) Rancidez oxidativa: a) Rancidez enzimática oxidativa se produce cuando las enzimas lipoxidasas reaccionan en presencia de oxígeno rompiendo las dobles ligaduras de los ácidos grasos insaturados de cadena larga b) Oxidación química debida a una serie de reacciones en cadena, que oxidan los ácidos grasos hasta aldehídos y cetonas que producen olores y sabores desagradables.

El mecanismo de oxidación química de los ácidos grasos es complejo y se lleva a cabo en tres etapas; 1) En la primera etapa de iniciación inducción o autoxidación se forman radicales libres. Esta etapa es lenta a una velocidad constante. 2) En la segunda etapa o de propagación los radicales libres reaccionan con oxígeno produciendo peróxidos o hidroperóxidos. La determinada por el índice de peróxido, es útil para establecer el grado de avance de la degradación oxidativa o rancidez en etapas tempranas sin presentan olor ni sabor a rancio. 3) En la tercera etapa o de terminación los hidroperóxidos muy inestables, se transforman en compuestos volátiles secundarios de bajo peso molecular tales como carbonilos aldehídos, cetonas, alcoholes y alquenos responsables de olores y sabores a rancio En esta etapa la velocidad de oxidación se acelera. Mientras mayor sea el grado de insaturación de los ácidos grasos mayor será la rancidez oxidativa.

La rancidez reduce la vida de anaquel y el valor nutricional de grasas y aceites. Los antioxidantes químicos como el hidroxianisil butilado (BHA), el hidroxitolueno butilado (BHT), el propil galato, y los tocoferoles que son antioxidantes naturales, aumentan la vida de anaquel de grasas y aceites, retardando el proceso de rancidez al inhibir la formación de los peróxidos.

El grado de deterioro o rancidez de grasas y aceites, es determinado por medio de análisis químicos rutinarios como, el índice de acidez, el índice de peróxidos, el índice de Kreis, el valor de anisidina y la prueba del ácido tiobarbitúrico. El análisis organoléptico detectar olores y sabores desagradables en la última etapa de la rancidez oxidativa de las grasas y los aceites.

8.2. Objetivo

El alumno conocerá y desarrollará diferentes métodos químicos de rutina para determinar el grado de rancidez de grasas y aceites.

8.2.1. Indicaciones

Los alumnos por equipo analizaran muestras de aceites usados en la práctica de fritura. El profesor indicará los análisis a realizar por equipo. Al término de la práctica se reunirán los resultados en la tabla anexa.

8.3. Análisis sensorial

Materiales	Reactivos	Equipos
Vasitos de plástico	Aceites frescos y rancios	Parrilla de calentamiento
Termómetro de -10 a 260°C		Balanza analítica
Varilla de vidrio		
Piseta		
Espátula		
Servilletas		
Cucharitas de plástico		
Guantes de plástico		

Nota.- Se podrá trabajar con muestras de aceite de coco extraído y aceite de fritura de prácticas anteriores

8.3.1. Color

Se observa color característico de cada aceite color translucido brillante que no sea marrón oscuro.

8.3.2. Olor

Se toma la muestra con las manos se frota y se somete al sentido del olfato. Se identifica olor característico, ligero, no desagradable y peculiar de las semillas de las cuales procede el aceite. Que el aceite esté exento de olores extraños o rancios para que se considere aceptable.

8.3.3. Sabor

Se cucharita se toma una pequeña muestra y se identifica sabor característico y peculiar del producto. Cualquier sabor extraño o rancio fuera de lugar deberá ser reportado y evaluado como no aceptable.

8.3.4. Apariencia general

Se inspecciona al aceite mediante el sentido de la vista. Los aceites comerciales refinados deberán presentar un aspecto líquido transparente cristalino y libre de cuerpos extraños a 20°C.

8.4. Análisis químico

8.4.1. Índice de acidez

Es la cantidad de ácidos grasos libre que reacciona con un álcali fuerte. Se define como los miligramos de hidróxido de potasio necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres presentes en un gramo de grasa o de aceite. El grado de acidez es el porcentaje en peso expresado en función de un ácido graso como el ácido oleico, se expresa como porcentaje de ácido oleico. Este método puede ser útil para determinar la actividad hidrolítica, en aceites comerciales, aceites de fritura, para clasificar el aceite de oliva y para evaluar la eficiencia del refinado.

Materiales	Reactivos	Equipos
Vaso de precipitados, 250 mL	Aceites frescos	Balanza analítica
Soporte universal	y rancios	Parrilla calefacción
Pinzas para bureta	Etanol 95%	Campana extracción
Bureta 50 mL	Fenolftaleína	
Matraces Erlenmeyer, de 250 mL	NaOH	
Probetas, de 100 mL		
Pipeta volumétrica de 1 mL		
Probeta 100mL		
Espátula		
Varilla vidrio		
Pipeta Pasteur		
Perilla caucho		
Guantes asbesto		
Baño maría		

Solución de etanol al 95% neutralizado. Solución de NaOH 1% para neutralizar alcohol

Solución valorada de KOH o NaOH 0.1 N. Solución de fenolftaleína al 1 %.

Desarrollo experimental

1. Pesar 5g de muestra en un matraz erlenmeyer limpio y seco.
2. En caso de que la muestra sea solida derrita previamente en baño maría.
3. Adicionar 100mL de una solución de alcohol neutralizado.
4. Adicionar 1mL de indicador de fenolftaleína agitar.
5. Titular lentamente con solución valorada de KOH o NaOH 0.1N hasta que el color rosa permanezca por 30seg.
6. Anote el gasto del álcali, realizar la muestra por triplicado.
7. Informar la acidez libre en mg de KOH o de NaOH por g de aceite y en g de ácido oleico por 100g de aceite. Anotar resultados tabla anexa

Cálculos:	Dónde:
Índice de acidez = $\frac{V \times N \times PM}{P}$ =	P = masa de la muestra (g)
	V = gasto de KOH o NaOH 0.1 N
	N = Normalidad del KOH o NaOH
	según el hidróxido que se use para titular la muestra
	PM= peso molecular del KOH 56 (mg/mol) o
	PM= de NaOH 40 (mg/mol)

Los aceites comestibles no deberán contener más de un 0,25% de acidez libre.

En un aceite o grasa normalmente este valor $\leq 0,6$ mg KOH/g o 0,30% como ácido Oleico

Porcentaje de acidez expresado como ácido oleico

Cálculos:	Dónde:
$\% \text{ ácido oleico} = \frac{V \times N \times 0.282}{P} \times 100$	P = gramos de muestra Peso molecular del ácido oleico = 282 Meq del ácido Oleico= 0.282 (g/mol) V = gasto de KOH o NaOH 0,1 N N = Normalidad del KOH o NaOH

8.4.2. Índice de peróxido

Es un método volumétrico, que mide la cantidad de peróxidos o hidroperóxidos. Indica las primeras etapas del deterioro oxidativo de grasas y aceites. El índice de peróxido mide los miliequivalentes de oxígeno activo contenidos por kilogramo de grasa. Un alto valor indica que el proceso de enranciamiento en el aceite ya ha comenzado.

Materiales	Reactivos	Equipos
Espátula	Cloroformo	Balanza analítica
Matraces erlenmeyer de 250 mL con tapón esmerilado	Ácido acético glacial	Campana de extracción
Probeta de 50 mL	Almidón soluble	parilla de calentamiento
Bureta	Yoduro de potasio	
Pinzas para bureta	Solución valorada de Tiosulfato de sodio 0.1N	
Soporte universal		
Rejilla asbesto		
Piseta		
Pipeta 10 mL		
Vaso de precipitados de 500 mL		
Vasos de precipitados de 100 mL		
Pipeta 1 mL		
Guantes asbesto		
Barra magnética		

Solución ácido acético glacial/cloroformo (3:1). Solución saturada de KI recientemente preparada (20g/10mL). Solución patrón de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1N y 0,01N.

Solución de almidón 1% se prepara el día de la práctica: 10mL del agua destilada se disuelve un gramo de almidón una vez disuelto se agrega a 90mL de agua en ebullición la solución se hierve por 1 min

Desarrollo experimental

1. En un vaso de precipitados de 100mL pesar de 3 a 5g de muestra adicione 10mL de disolución acético-cloroformo agitar.

2. 1 Pasar cuidadosamente la muestra a un matraz erlenmeyer de 250mL con tapón esmerilado y adicione 20mL de la solución acético-cloroformo agitar para homogenizar la muestra.
3. 1 Adicionar 1mL de solución saturada de KI saturada recién preparada, agitar con movimiento giratorio y dejar reposar durante 5min al abrigo de la luz. Los peróxidos presentes en la muestra oxidan el IK transformándolo en I₂.
4. Agitar la mezcla 1min y dejar en reposo en la oscuridad durante 10min.
5. Adicionar 30mL de H₂O destilada
6. Titular las muestras con la solución valorada de tiosulfato de sodio, gota a gota con agitación vigorosa para liberar todo el yodo de la fase del cloroformo, (que reducirá el I₂ a I) hasta que el color amarillo del yodo desaparezca.
7. Adicionar 1mL de almidón como indicador, continuar la titulación y agitar fuertemente el matraz después de cada adición para disolver bien las trazas de yodo hasta que el color desaparezca (Si se utilizase menos de 0,5mL de disolución de tiosulfato, deberá repetir la determinación). Anotar sus resultados en tabla anexa.

Preparación de Blanco

1. En un matraz con tapón esmerilado adicionar 30mL de ácido acético glacial y un mL de solución saturada de KI agitar con movimiento giratorio y dejar reposar durante 5min al abrigo de la luz.
2. Agitar la mezcla durante 1min y dejar en reposo en la oscuridad 10min.
3. Adicionar 30ml de H₂O destilada y 1mL de almidón como indicador, titular con tiosulfato de sodio y agitar fuertemente el matraz después de cada adición hasta que el color desaparezca, el gasto de tiosulfato de sodio no deberá ser mayor a 0.5mL.
4. Anote los mL de solución gastados. Todas las determinaciones se efectúan por triplicado. La diferencia entre las determinaciones efectuadas no debe ser mayor del 10% del valor promedio calculado, en su defecto se repiten las pruebas.

Cálculos	Dónde:
$IP \text{ meq/Kg} = \frac{(P-T) (N)}{M} \times 100$	P= mL de Na ₂ S ₂ O ₃ usados en titulación de la muestra T= mL de tiosulfato de sodio utilizado en titulación del blanco N= Normalidad del tiosulfato de sodio Na ₂ S ₂ O ₃ (mEq / mL) M= Peso de la muestra en gramos 1000 = factor de conversión de unidades (g/Kg)

Nota. Índice de peróxidos igual a meq. de O₂ (peróxidos) /Kg de muestra. Este valor se expresa en miliequivalentes por kilogramo. Los aceites recién extraídos tienen usualmente índices de peróxido muy bajo inferiores a 10meq/kg no existiendo rancidez. Mayor que 10 meq/kg se refiere a un periodo de inducción. Cuando el índice de peróxido se eleva entre 20 y 40 meq/kg indica rancidez notable y empieza a notarse sabor rancio.

8.4.3. Índice de Anisidina (p-metoxianilina)

Indica el grado de oxidación de las grasas y los aceites. Su fundamento es la formación de una base de Schiff de color amarillo, entre la p-anisidina y el grupo carbonilo de aldehídos (2-alquenes y los 2,4-alcadienes). La intensidad del color amarillo de los productos formados en la reacción determinada por la absorbancia medida a 350 nm depende de la cantidad de los aldehídos con dobles enlaces, de otros compuestos carbonilos, de la composición de los ácidos grasos y del grado de oxidación de grasas aceites. Los acilglicéridos con ácidos grasos monoinsaturados darán menor respuesta que los ricos en ácidos grasos poliinsatu-

rados. En este método se minimiza la degradación de los peróxidos a compuestos carbonílicos durante su aplicación por no presentar condiciones elevadas de temperaturas o fuerte acidez.

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz aforado de 25 mL	n-Hexano	Espectrofotómetro
Celdas de vidrio	p-anisidina	Balanza analítica
Pipeta 5 mL	Ac Acético	
Pipeta 1 mL		
Tubos ensayo con tapón rosca		
Vaso de precipitados de 50 mL		
Espátula		
Piseta y perilla de caucho		

Solución de p-anisidina (2.5 g/l en ac.acetico glacial)

Desarrollo experimental

- Colocar 4mL de n-hexano en una celda de vidrio y ajustar el espectrofotómetro a 350 nm (blanco 1).
- Pesar de 0.5 a 1g de muestra en un matraz aforado de 25mL disolver con n-hexano y aforar.
- Adicionar a una celda 4mL de la muestra anterior, medir absorbancia a 350nm (A_1)
- Testigo o blanco 2 colocar 5mL del solvente (n-hexano) en un tubo de ensayo adicionar 1mL de solución de p-anisidina cerrar el tubo y agitar vigorosamente, Dejar reposar 10min, poner 4mL esta solución en una celda de vidrio y ajustar el espectrofotómetro a 350 nanómetros.
- Tomar 5 mL de la muestra de aceite o grasa (preparada en el punto 2) y adicionarla a un tubo de ensayo con tapón de rosca
- Al tubo anterior adicionar 1mL de solución de p-anisidina, tapar el tubo y agitar. Dejar el tubo en reposo durante 10min.
- Adicionar 4mL la muestra anterior en una celda para medir la absorbancia (A_2)

Cálculos	dónde:
$\text{Valor anisidina} = \frac{V \times N \times 0.282}{M}$	A_2 = es la absorbancia de la solución de la muestra después de la reacción con el reactivo p-anisidina A_1 = es la absorbancia de la solución de muestra, solo con solvente M = es la masa en g de la muestra de aceite o grasa

8.4.4. Índice de ácido tiobarbitúrico (TBA)

Se basa en la reacción de los compuestos carbonílicos secundarios principalmente malonaldehído con dos moléculas de ácido 2-tiobarbitúrico en medio ácido, formando productos de condensación cromófora de color rosado. La absorbancia es medida entre 530 y 535 nm donde la intensidad de la reacción será proporcional al grado de oxidación de grasas y aceites. El malonaldehído es uno de los productos de la degradación oxidativa en grasas y aceites, que contienen ácidos grasos con elevado número de dobles enlaces. Los radicales libres se ciclan para dar hidroperóxidos que posteriormente se descomponen dando malonaldehído. El método permite la determinación directamente sin tener que aislar previamente los productos de oxidación

secundaria. Es aplicable a grasas y aceites vegetales y animales. La reacción se lleva a cabo en etapas intermedias del deterioro de las grasas y los aceites.

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz aforado de 25 mL	1-Butanol libre de agua	Espectrofotómetro
Pipeta de 5 mL	Acido 2-tiobarbitúrico	Campana de extracción
Pipeta 10 mL		Parrilla de calentamiento
Perilla de caucho		Baño maría
Vaso de precipitados de 100 mL		
Tubos de ensayo con tapón de rosca		
Baño maría		
Espátula		
Probeta de 100 mL		
Tubos ensayo 20 mL		
Vaso de precipitado de 250 mL		
Pinzas para tubo ensayo		
Celdas de vidrio para espectrofotómetro		
Piseta		
Guantes asbesto		

Solución. 200mg de ácido 2- tiobarbitúrico en 100ml de 1- butanol almacenado a 4°C. La vida del reactivo no supera la semana aún refrigerado.

Desarrollo experimental.

1. Pesar entre 50 y 200mg muestra en un matraz aforado de 25mL.
2. Adicionar 10mL de 1-Butanol mezclar y llevar a volumen con el mismo reactivo.
3. Las muestras sólidas se deberán fundir en baño maría de no quedar totalmente claras se deberán filtrar.
4. Tomar 5mL de la muestra y colocarlos en un tubo de ensayo con tapón.
5. Agregar 5mL de solución de TBA tapar el tubo y agitar enérgicamente.
6. Colocar el tubo en el baño María a 95°C por 2 horas.
7. Retirar y enfriar bajo corriente de agua durante 10 minutos hasta que alcance temperatura ambiente.
8. Pasar la muestra a cubetas de 10mm para medir la absorbancia de la solución a 530nm ajustando inicialmente el espectrofotómetro con agua destilada como referencia.
9. Si la absorbancia de la muestra es alta usar reactivo TBA y diluir cuantitativamente y repetir la lectura de absorbancia.

Elaboración del blanco

1. Tomar 5 mL de 1-Butanol y colocarlo en un tubo de ensayo con tapón de rosca.
2. Adicionar 5 mL de solución de TBA tapar el tubo y agitar enérgicamente.

- Colocar el tubo en el baño María a 95°C por 2 horas.
- Retirar y enfriar bajo corriente de agua durante 10 minutos hasta que alcance temperatura ambiente.
- Pasar la muestra a cubetas para medir la absorbancia de la solución a 530nm ajustando inicialmente el espectrofotómetro con agua destilada como referencia. La absorbancia del blanco no deberá superar el valor de 0,1 de no ser así las causas pueden ser impurezas del 1-Butanol o presencia de agua que genera opalescencia. Anotar sus resultados en tabla anexa.

El índice TBA se define como el incremento de la absorbancia a 530nm debido a la reacción del equivalente de 1mg de muestra por mL de volumen con TBA.

Cálculos

$$\text{Índice TBA} = \frac{50 \times (\text{absorbancia problema} - \text{absorbancia blanco})}{\text{Peso de la muestra en mg}}$$

Los aceites refinados en buen estado deben tener un valor de TBA de 0.2 a 0.6

Si se encuentra más 0.8 a 1 se considera rancidez

8.4.5. Método de Kreis

Está basado en la producción de color rosa o rojo medido espectrofotométrica a 540-545 nm debido a la reacción en medio acido entre el fluoroglucinol, y los compuestos de oxidación presentes en las grasas o aceites rancios como el aldehído ephidrínicó y el aldehído malónico (derivado de la oxidación del ácido linoleico, que es un ácido graso esencial en el aceite). La intensidad del color roja o rosa, en la capa acuosa, es proporcional al grado de enranciamiento de grasas y aceites. El color que se forma se relaciona con un incremento de producción de aldehído de efidhina y/o del aldehído malónico.

Materiales	Reactivos	Equipos
Tubo de ensaye de 20 mL con tapón de rosca	HCl	Campana de extracción
Pipeta 5 mL	Fluoroglucinol	Parrilla de calentamiento
Vaso de precipitados de 100 mL	Petrolato líquido o Heptano	
Gradilla	Éter	
Espátula		
Piseta		
Perilla de caucho		
Pinzas para tubo de ensaye		

Solución fluoroglucinol al 0.1% en éter

Desarrollo experimental

- En un tubo de ensayo con tapón de rosca se adicionan 5mL de muestra, 5mL de HCl concentrado se tapa el tubo y se agita vigorosamente por 30 segundos
- Después al tubo se adicionan 5mL de fluoroglucinol al 0.1% se tapa y se agita fuertemente por 20 segundos y se deja reposar 10min.
- Se observa el color, si la grasa o el aceite están rancio, la capa inferior (ácida) toma un color rosa, violáceo o rojo (descartar colores amarillos o naranjas)

4. De la muestra anterior hacer dos diluciones, la primera 1:9 y otra 1:19 (aceite/ petrolato ó heptano)
5. Tomar 5mL de cada dilución y proceder como indica a partir del punto 1 al 3.
6. Los resultados obtenidos con la muestra sin diluir y con las dos diluciones, se reportan como se indica:

Características:

- A) Si no se obtiene color, en la muestra sin diluir indica que no hay rancidez.
- B) Reacción positiva en muestra sin diluir y negativa en las dos diluciones, indica que no hay rancidez suficiente para producir cambios en olor y sabor, pero pronto se detectaran.
- C) Reacción positiva en muestra sin diluir y en dilución 1:9, pero negativa en dilución 1:19, indica rancidez incipiente, acompañada de cambios perceptibles en el olor y sabor.
- D) Positivo en dilución 1:19: rancidez ya definida.

Tabla Registro de Resultados

Muestras por equipos						
Equipos	1	2	3	4	5	6
Análisis organoléptico						
Color						
Olor						
Sabor						
Apariencia						
Análisis químico						
Índice acidez						
Índice de peróxidos						
Índice ácido tiobarbitúrico						
Método de Kreis						
Índice de Anisidina						

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Investigue porque se descomponen las grasas y aceites.
2. Escribir reacciones químicas de rancidez hidrolítica y enzimática de triglicéridos.
3. *Explique las reacciones de las tres etapas de autooxidación de grasas y aceites.*
4. *Escriba la reacción química entre TBA y el malonaldehído explique.*
5. *Escriba la reacción química que sucede entre la anisidina (p-metoxianilina) y el grupo carbonilo de un aldehído explique.*
6. *Escriba la reacción química de Kreiss explique.*
7. *Indique como se determina índice de Totox o índice de oxidación total (OV).*
8. *Investigue métodos de análisis para determinar antioxidantes en grasas y aceites.*
9. *Escriba un método para determinar la estabilidad y vida de anaquel de grasas y aceites.*

Bibliografía

Crowe, T.D. and White, J.P. 2001. Adaptation of the AOCS official method for measuring hydroperoxides from small-scale oil samples *Journal of the American Oil Chemists' Society* volume 78, pages 1267–1269

Dirección General de Normas, SE. 2008. Norma Mexicana para alimentos, aceites y grasas vegetales o animales. Determinación del índice de anisidina método de prueba NMX-F-051-SCFI-2008. Secretaría de Economía México.

Dirección General de Normas, SE. 2012. Norma Mexicana para *alimentos, aceites y grasas vegetales o animales. Determinación punto de humeo, método de prueba* NMX-F-048-SCFI-2012. Secretaría de Economía México.

Dirección General de Normas, SE. 2011. Norma Mexicana para *alimentos, aceites y grasas vegetales o animales. Determinación de punto de fusión, método de prueba*. NMX-F-114-SCFI-201. Secretaría de Economía México.

Fennema, R.O. 2000. *Química de alimentos 2ª Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.*

Nielsen, S.S. 2007. *Análisis de los alimentos. Manual de Laboratorio. Editorial Acribia S. A. España.*

Official Methods of Analysis of AOAC 2019 Official Methods of Analysis of AOAC International 21st Edition of *Official Methods of Analysis* by Horwitz, W Maryland, USA

Official Methods and Recommended Practices of the AOCS 2017 American Oil Chemists Society AOCS 7th edition, 2nd. Urbana, USA

Pomeranz, Y. and Meloan, C.E. 2000. *Food Analysis Theory and Practice Third Edition; Chapman & Hall, USA*

Segurondo, L.R. y Cortez, Q.V. 2020. Determinación de la rancidez en aceites usados en el proceso de frituras en establecimientos de expendio de comida rápida *Revista Con-Ciencia* nº2/vol. 8:21-28, Noviembre.

Videos relacionados

<https://www.youtube.com/watch?v=Oo0Ligmrcil> Alteraciones de las grasa

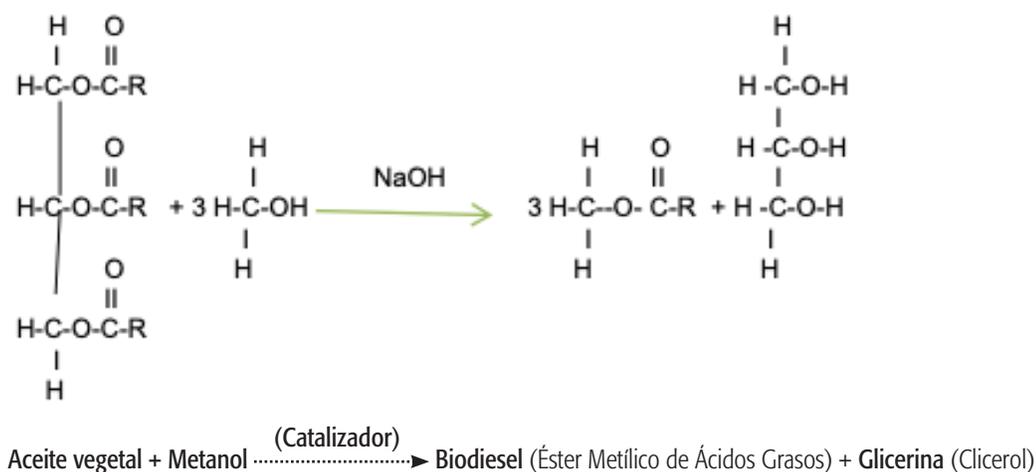
<https://www.youtube.com/watch?v=0EkFRGC-NwI> índice de peróxido

Practica 9

Obtención de Biodiesel a partir de Aceite vegetal

9.1 Introducción

El biodiesel es un biocombustible alternativo al petrodiesel obtenido del petróleo. El biodiesel es un producto biodegradable, no tóxico y menos perjudicial para el ambiente en comparación con el diésel de petróleo, con menos emisiones de dióxido de carbono y otros contaminantes atmosféricos tienen un comportamiento en los motores de combustión de diésel similar al de las gasolinas. El biodiesel se puede obtener mediante procesos de esterificación y transesterificación a partir de aceites vegetales y grasas animales que hayan o no sufrido un tratamiento previo, usando un alcohol de cadena corta (metanol, o etanol), en presencia de un catalizador ácido o alcalino adecuado. La formación de biodiesel a partir de la reacción de transesterificación consiste en separar los ácidos grasos de la glicerina de un triglicérido y posteriormente unir cada uno de los ácidos grasos obtenidos a una molécula de alcohol (principalmente metanol o etanol) con ayuda de un catalizador (NaOH o KOH), Obteniéndose como producto final, tres moléculas de metil o etil éster y una molécula de glicerol como subproducto que tiene aplicaciones en diversos sectores industriales, como el de cosméticos o de jabones.



Esta reacción, implica la conversión de un éster en otro éster. El biodiesel es entonces el monoalquil éster de un ácido graso de cadena larga. La transesterificación puede ser catalizada por catalizadores ácidos o alcalinos, mientras que la esterificación solo puede ser catalizada por medio de catalizadores ácidos. En presencia de un catalizador ácido, el éster una vez formado es hidrolizado. Cuando se usan catalizadores alcalinos para llevar a cabo la transesterificación, los ácidos grasos libres reaccionan con el catalizador alcalino, en una reacción de neutralización, o saponificación produciendo jabón. Los catalizadores alcalinos como el hidróxido de potasio o de sodio y los metóxidos de potasio y sodio, son los catalizadores más comúnmente utilizados en la producción de biodiesel. Es importante destacar que la presencia de agua interfiere tanto en la esterificación como en la transesterificación, el catalizador alcalino es más sensible al agua que un catalizador ácido. Las reacciones, de esterificación y transesterificación pueden suceder simultáneamente. En cuanto a los alcoholes usados comúnmente como el metanol, etanol y butanol, se ha preferido mejor el metanol (CH_3OH), debido a que las emulsiones formadas son disueltas más fácilmente. Además de que los ácidos grasos libres también se disuelven más fácilmente en el metanol, esterificándose más rápidamente. El biodiesel puede ser obtenido a partir de aceites residuales de cocina y de la industria restaurantera. Aunque estos aceites residuales presenten un alto contenido de ácidos grasos libres y otros compuestos tóxicos que pueden influir en el procesamiento de obtención de biodiesel.

9.2. Objetivo

El alumno conocerá el proceso para obtener biodiesel mediante transesterificación utilizando aceites vegetales fresco y de fritura, así como diferentes alcoholes y catalizadores.

El alumno determinará características del biodiesel obtenido.

9.2.1. Indicaciones

El profesor indicará el aceite (fresco y usado), el alcohol y catalizadores con los que cada equipo deberá trabajar. Así como los análisis que deberán realizar.

9.3 Tratamiento aceite

Material	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer 500 mL	Aceites	Parrilla de calefacción
Guantes asbesto	nuevo y usado	Estufa de calentamiento
Piseta		
Papel filtro		
Rejilla		

Desarrollo experimental

- 200mL de aceite nuevo o usado de fritura se coloca en un matraz erlenmeyer de 500mL se calienta sobre una parrilla a 50°C por 10min con el fin disminuir la viscosidad.
- El aceite usado se filtra a través de papel filtro que permita retener sólidos suspendidos.
- El aceite filtrado se seca, calentándolo a 50°C por 10 minutos más ya que si existe agua en la reacción, se puede obtener jabón (saponificación), lo que dificultaría la separación del biodiesel de la glicerina ($C_3H_8O_3$).

9.3.1. Determinación de acidez

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer 100 mL	Alcohol isopropílico	Parrilla de calentamiento con agitador
Pipeta 10 mL	Solución fenolftaleína	
Pipeta 1mL	Solución valorada de KOH 0.1N	
Baño maría		
Barra magnética		
Bureta 10 mL		
Soporte metálico		
Pinzas para bureta		

Desarrollo experimental

- En un matraz erlenmeyer de 100mL adicionar 10mL de alcohol isopropílico, 1ml de aceite y seis gotas de fenolftaleína.
- Calentar a 50°C el matraz en baño maría, agitando suavemente por 5 minutos

3. Titular con una solución de KOH 0.1N hasta que la fenolftaleína se torne de color rosado, determinar acidez. Índice de acidez es menor a 1%,

Cálculos:	Dónde:
$\text{Índice de acidez} = \frac{V \times N \times PM}{P}$	P = masa de la muestra (g) V = gasto de KOH 0,1N N = Normalidad del KOH PM= peso molecular del KOH 56 (mg/mol)

9.3.2. Preparación metóxido de Sodio (CH₃ONa)

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer 250 mL	Alcohol metanol	Parrilla con agitador
Varilla vidrio	NaOH	Campana extracción
Guantes asbesto	Vinagre	
Piseta		
Barra magnética		
Guates látex		
Cofia		

Desarrollo experimental

1. En un matraz de 250mL adicionar 100mL de metanol y 1g de NaOH.
2. Disolver agitando con una varilla de vidrio y haciendo girar el matraz suavemente con mucho cuidado, desprenderá del calor y vapor al disolverse.
3. La reacción deberá llevarse a cabo dentro de una campana de extracción. El metóxido de sodio es una sustancia alcalina muy corrosiva.

Si llega a salpicar en la piel, hay que cubrir la zona afectada inmediatamente con vinagre y enjuagarla bajo el grifo con mucha agua.

9.3.3. Producción de biodiesel transesterificación

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraz erlenmeyer 500 mL	Aceite	Parrilla de calefacción con agitador
Probeta 100mL	Solución de metóxido	Campana de extracción
Probeta 500mL		
Guantes asbesto		
Piseta		
Barra magnética		
Embudo de separación 500 mL		
Soporte, anillo y pinzas para Anillo		

Desarrollo experimental

1. En un matraz erlenmeyer de 500mL adicionar 200mL de aceite calentar a 50°C.
2. Añadir lentamente y con mucho cuidado 100mL del metóxido preparado, al verter el metóxido, los ácidos grasos, se separan de la glicerina y el metanol se une a ellos para formar metiléster o biodiesel.
3. Agitar suavemente usando una barra magnética y una parrilla con agitador.
10min para que la glicerina no solidifique y se lleve adecuadamente la separación.
4. Con mucho cuidado pasar el contenido del matraz a un embudo de separación de 500mL y dejar reposar sobre un anillo a temperatura ambiente hasta que se observe la separación esto puede tardar.
5. Separación de dos fases, una de glicerol abajo y otra de biodiesel arriba. En la reacción completa, el glicerol comienza a separarse en forma líquida.
6. La glicerina semilíquida separada en el fondo del embudo es de color dorado cristalino o marrón oscuro y la capa de biodiesel (alquilésteres) flotará encima de color miel claro o distinta, dependiendo del aceite usado.
7. Después del tiempo de separación abrir la llave del embudo y recoger en un matraz el glicerol de la fase inferior, si llega a observar la interfase intermedia y en otro matraz y el biodiesel de la fase superior en otro matraz.
8. Medir el volumen de cada fase con una probeta y anotar resultados tabla 1.

9.3.4. Purificación, del biodiesel para eliminar el alcohol remanente, los restos de catalizador, del glicerol y del jabón

Materiales	Reactivos	Equipos
Matraces erlenmeyer 500 mL.	Papel pH	Parrilla calentamiento
Probeta 100 y 500 mL.	NaCl	
Embudo de separación 500 mL.	AgNO ₃	
Vaso precipitados 500 mL.		
Matraz erlenmeyer 250 mL.		
Soporte anillo		
Pinzas para anillo		
Botella ámbar		

Desarrollo experimental

1. El biodiesel obtenido colocarlo en un embudo de separación y adicionar agua destilada en un volumen igual a un tercio del volumen del biodiesel obtenido.
2. Agitar manual y suavemente el embudo de separación.
3. Dejar en reposos 10min el embudo sobre un anillo para hacer la separación de fases y eliminar la fase acuosa.
4. El proceso se repite hasta alcanzar un valor de pH del agua de lavado cercano a la neutralidad (se controla esta etapa utilizando papel pH).
5. En caso de formación de una emulsión agregar al embudo de separación 75mL de solución saturada de cloruro de sodio y dejar reposar la mezcla 1 hora.

- Separar ambas capas y en el embudo de separación continuar lavando la capa de Biodiesel con pequeñas porciones de agua (se puede utilizar nitrato de plata para comprobar que no quedó nada de cloruro de sodio).
- El biodiesel obtenido se mide en una probeta se pasa a un matraz y es secado calentando 10min a 50°C para eliminar los remanentes de agua.
- Guardar la muestra de Biodiesel en una botella oscura tapada.

Tabla 1 Registro de Resultados volumen glicerol y biodiesel

	mL Biodiesel	mL Interfase	mL Glicerol
Aceite fresco			
Aceite de fritura			

9.4 Análisis de biodiesel

9.4.1. Combustión de disel y biodiesel

Materiales	Reactivos
Lámpara de alcohol	Disel
Probeta 100 mL	Biodiesel
Pipeta 10 mL	

Desarrollo experimental

- Adicionar 20mL de disel y/o biodiesel en una lámpara de alcohol, observar intensidad y tiempo que dura la flama

Tabla 2 Registro de Resultados Combustión de Biodisel

Muestra	Tiempo de duración flama	intensidad
Aceite fresco		
Aceite fritura		
Disel		

Escala intensidad = 1 muy fuerte, 2 mediana, 3 débil, 4 muy débil

9.4.2. Punto de nube

Es la temperatura a la cual el biodiesel se enturbia formando una nube de cristales sólidos indica un cambio de fase de líquido a sólido cuando se enfría, es una medida del punto de congelación. Este enturbiamiento afectará al fluir del combustible a bajas temperaturas. El punto de neblina depende de la composición química del aceite usado para hacer el biodiesel. Las grasas trans y saturadas tienden a enturbiarse a temperaturas más altas que las insaturadas. El funcionamiento de un motor por debajo del punto de neblina de su combustible puede potencialmente bloquear los conductos y obstruir los filtros. La prueba consiste en enfriar una muestra de biodiesel y examinar visualmente su enturbiamiento.

Materiales	reactivos	equipos
Probeta de 50 mL	Biodiesel	Balanza granataria
Pipeta 10 mL	Disel comercial	
Termómetro 120°C	NaCl	
Matraz erlenmeyer 100 mL		
Tapón hule con orificio		
Cristalizador		

Desarrollo experimental

1. Medir 20mL de muestra en un matraz erlenmeyer de 100mL.
 2. Tapar el matraz con un tapón de hule que contenga un termómetro.
 3. En un cristalizador adicionar hielo y 20g de sal de mesa.
 4. Agitar el matraz y colocarlo dentro del baño de hielo
 5. Observar la muestra y la temperatura cada minuto.
 6. Registrar el tiempo y la temperatura a la que la muestra empieza a enturbiarse
- (Se empezará viendo una blancura cremosa en el combustible, usualmente hacia el fondo del recipiente)

Punto de nube

Muestra	Punto de nube (°C)
Disel	31.7
Biodiesel	2.6
ASTM D 6751 (2002)	

Tabla 3 Registro de Resultados punto de nube

	Tiempo min	Temperatura °C
Biodiesel de aceite fresco		
Biodiesel de aceite de fritura		

9.4.3. Densidad (masa por unidad de volumen) densidad del aceite, del glicerol y del biodiesel.

La densidad del biodiesel se incrementará por los restos de glicerina existentes y disminuirá por los de metanol. La densidad debe ser medida a una temperatura constante la densidad descende cuando la temperatura aumenta.

Materiales	Reactivos	Equipos
Probeta de 50 mL	Aceites	Balanza granataria
Pipeta 10 mL	Glicerol	
Termómetro 120°C	Biodiesel	
	Disel comercial	

Desarrollo experimental

1. Se pesa una probeta de 50 mL
2. Se adiciona 10 mL de una de las muestras
3. Se pesa la probeta con muestra, anotar la temperatura de la muestra

Muestras: Aceite sin uso, aceite de fritura, glicerol y biodiesel, disel comercial

Cálculos:

- a. Peso de probeta 50 mL
- b. Peso de probeta con 10 mL de muestra
- c. $\text{Peso de probeta con 10 mL de muestra} - \text{peso de probeta} = \text{Peso muestra g}$

$$\frac{\text{Peso de muestra en g}}{10 \text{ mL muestra}} = \text{Densidad g/mL}$$

Tabla 4 Registro de Resultados Densidad g/mL

Muestras	Peso muestra en g	Densidad g/mL
Aceite fresco		
Biodiesel		
Glicerol		
Aceite usado de fritura		
Biodiesel		
Glicerol		
Disel comercial		

Densidad g/mL

Muestras	Densidad g/mL
Biodiesel	0.89
Glicerina pura	1.260
Metanol puro	0.864
Disel comercial	0.84
ASTM D 6751 (2002)	

9.4.4. Viscosidad

La viscosidad afecta el flujo del combustible. La resistencia a fluir, o viscosidad, del biodiesel suministra una importante información sobre su calidad. Una viscosidad alta indica niveles altos de glicerina en el biodiesel. El exceso de glicerina puede precipitar en el fondo de los depósitos del combustible. La viscosidad depende de la temperatura (aumenta al descender la temperatura). Una medida aproximada de la viscosidad cuando no se cuenta con instrumentos adecuados, es medir la viscosidad anotando el tiempo que tarda el biodiesel en fluir a través de un tubo capilar.

Materiales	Reactivos
Pipeta 1 mL.	Hexano
Tubo ensayo	Dietilenglicol
Termómetro 120 °C	Aceite oliva

Desarrollo experimental método empírico

1. Con una pipeta de un mL se toma una muestra de biodiesel y se deja caer la muestra directamente dentro de un tubo de ensayo tomando el tiempo que tarda la pipeta en vaciarse. Anotar temperatura de muestras
2. Como control determinar viscosidad de hexano, dietilenglicol y aceite de oliva.

Viscosidad empírica = Tiempo de caída (s) x densidad (g/mL) x (0.01)

Tabla 5 Registro de Resultados Viscosidad

	Tiempo de caída	Densidad g/mL	Viscosidad
Biodiesel de aceite			
Biodiesel de aceite de fritura			

La viscosidad del biodiesel debe estar entre 1.9 y 6

Viscosidad

Muestras	Tiempo (seg)	Viscosidad Cp.
Hexano	3	0.4
Etilenglicol	23	17.2
Aceite girasol usado	138	140.3
Aceite girasol virgen	85	84.7
Biodisel	10 a 84	5.9 a 83.6
Disel	9	4.9

ASTM D 6751 (2002)

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Investigue que es el flash point y por qué se determina en el biodiesel.
2. Indique que es el número de cetano y para que se determina en el biodiesel.
3. Escriba un diagrama de bloques del proceso industrial para obtener biodiesel las etapas de que consta el proceso de producción de biodiesel.
4. Describa el proceso de transesterificación entre aceite y metanol, indicando el papel del catalizador en el mismo.
5. Indique que materia prima se usa para la producción de Biodiesel industrial.
6. Investigue otras materias primas para obtener biodisel, mencione ventajas y desventajas.

Bibliografía

- American National Standard international. ASTM 2009 Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels Designation: D 6751-09
- Demirbas, A. 2008 Comparison of transesterification methods for production of biodiesel from vegetable oils and fats energy conversion and management, vol. 49, pp. 125-130.
- Leung, D.Y.C., Wu, X. and Leung, M.K.H. (2010) A Review on Biodiesel Production Using Catalyzed Transesterification. Applied Energy, 87, 1083-1095
- Encinar, J.M., González, J.F., Rodríguez, R.A. 2005 Biodiesel from used frying oil. Variables affecting the yields and characteristics of the biodiesel Industrial & Engineering Chemistry Research vol. 44, pp. 5491-5499
- Clarke, N.R., Casey, J.P., Brown, E.D., Oneyama, E., y Donaghy, K. 2006. Preparation and Viscosity of Biodiesel from New and Used Vegetable Oil. An Inquiry Based Environmental Chemistry Laboratory. J. Chem. Education. 83, 25

Videos Relacionados

Ciencia en 1': ¿cómo se fabrica el biodiésel? - YouTube Como se fabrica biodisel

<https://www.youtube.com/watch?v=t2NFqqkODjQ> Biodisel en laboratorio

Proceso produccion biodiesel - YouTube Proceso biodisel

Practica 10

Análisis de calidad de granos de cacao

10.1. Introducción

El cacao es unas semillas oleaginosas pertenecientes al género *Theobroma cacao* L. *Theobroma* que en griego significa alimento de los dioses y pertenece a la familia de las bitneriáceas. Es producido en zonas tropicales del continente americano, desde la Amazonía hasta el sureste de México. Se ubican entre 20 y 40 granos de cacao de sabor amargo y astringente dentro de mazorcas o maracas (bayas ovoideas de unos 25 cm de largo por 15 cm de ancho). Estando los granos envueltos en una masa mucilaginosa y comestible de color blanco y de sabor dulce. La mazorca crece directamente del tronco de un árbol que crece de 5 a 12 metros, en la sombra de otros árboles tiene grandes hojas perennes. El cacaotero entra en producción al cuarto año y tienen dos cosechas por año y su longevidad es de 40 años aproximadamente. Durante miles de años el cacao ha sido cultivado sufriendo mutaciones y cruzamientos naturales distinguiéndose 3 variedades principales.

1. Cacao criollo nativo o genuino de calidad superior, de escaso contenido en tanino. 2. Cacao forastero o Amazónico es el más cultivado entre las variedades de cacao usado en la producción masiva de chocolate comercial cultivado normalmente en África. Sus granos tienen una cáscara gruesa, son resistentes poco aromáticos. y 3. Cacao Trinitario los mayores productores de este cacao son Costa de Marfil, Ghana, Nigeria y Camerún es un híbrido del cruce entre el cacao criollo y el forastero. Se usa normalmente mezclado con otras variedades. El grano de cacao, es altamente nutritivo rico en grasas e hidratos de carbono, que aportan energía al organismo. La manteca de cacao contiene ácidos grasos saturados como el palmítico, el esteárico y el oléico que es monoinsaturado, que son importantes para la salud cardiovascular del organismo. El cacao presenta entre un 10 y 12% de proteínas y un buen aporte de minerales y vitaminas principalmente ácido fólico. Además contiene teobromina y cafeína, que son sustancias químicas estimulantes y también antioxidantes polifenólicos como los flavonoides (la epicatequina y la catequina) que mejorar el flujo sanguíneo y la presión arterial funcionando como antimicrobianos y antiinflamatorios. La calidad del grano de cacao se determina por medio de normas nacionales e internacionales que establecen las especificaciones que debe cumplir el grano que se produce y comercializa. La calidad se ve afectada desde la selección del grano, la siembra, la fertilización, la cosecha, y el almacenamiento. La calidad comercial de cacao fino depende directamente de la variedad de la fermentación y del secado principalmente. La comercialización entre productores y compradores industriales se lleva a cabo midiendo la calidad física de los granos. El grano deberá estar libre de olores, colores y sabores extraños cumpliendo con los límites de humedad y el porcentaje de granos dañados, de materia extraña y de granos germinados. La calidad física de los granos determina en el precio en el momento de su comercialización.

10.2. Objetivo

El alumno aprenderá a determinar la calidad del grano de cacao analizando sus características externas, e internas.

10.2.1. Indicaciones

Los alumnos por equipo deberán adquirirán en el mercado local 1Kg de granos de cacao.

El profesor indicara los análisis que cada equipo deberá realizar y al final de la práctica se reunirán todos los resultados para su análisis y realizar el informe.

10.3. Características sensoriales del grano de cacao

10.3.1. Color

Se verifica visualmente. Un grano de buena calidad presentara color a tierra colorada homogéneo. En cambio un color marrón oscuro heterogéneo indicara mala calidad.

Desarrollo experimental

1. Se agrupan 100g de granos y se separan por color y tonalidad similar.
2. Se califica con (H) para homogéneos y (NH) para no homogéneos.
3. Se reporta porcentaje de granos del mismo color.
4. Anotar y resultados en el cuadro, s anexe observaciones y fotografía

10.3.2. Olor

Desarrollo experimental

1. Para evaluar el aroma, se deberá oler la muestra de granos contenida en una bolsa de plástico.
2. Si el olor percibido es característico a cacao, se identifica como típico (T). La muestra debe tener un olor suave y agradable floral herbal a cacao-chocolate.
3. Los atípicos no deseables se clasifican como (AT). Estos aromas pueden identificarse como a combustible, a humo, tierra, medicina, moho, insecticidas, ácido acético, a pescado, excremento, y en general cualquier olores extraños indeseable.
4. Anotar sus resultados en la tabla, anexe sus observaciones

10.3.3. Sabor

Desarrollo experimental

1. El grano se mastica suavemente, se deja derretir lentamente en el paladar y se detecta, el sabor con un grado suave de acidez, amargor y astringencia. Se detectan sabores típicos (T) a cacao, a nuez, dulce, frutal, floral, a malta.
2. Pueden detectarse sabores atípicos (AT) desagradables a moho, podrido, rancio, a medicina, fenólico, sobre tostado, inmaduro, con mayor intensidad de amargor, astringencia y acidez (avinagrado).
3. Cuando la muestra ha sido degustada completamente y ha sido escupida, el catador podrá analiza los sabores residuales en la boca o pos gusto (PG).
4. Anotar y resultados en la tabla, anexe hoja con observaciones.

10.3.4. Textura

Desarrollo experimental

1. Textura deseable al apretar el grano entre dos dedos para quebrarlo y desprender la cascarilla seca.
2. Cuando el grano es compacto y se siente como hule, será indicativo de que está sub fermentado y/o húmedo con textura no deseable.
3. Anotar resultados en el cuadro, si es necesario anexe hoja con observaciones.

10.4. Características físicas

Materiales	
Regla vernier	Balanza granataria
Cristalizador	
Espátula	

10.4.1. Tamaño de grano, largo/ancho

Identificar si los granos de cacao presentan un tamaño uniforme. El tamaño de grano está inversamente relacionado con la cantidad de cascarilla y con la acumulación de nutrimentos en el cotiledón.

Desarrollo experimental

1. Seleccionar 25 granos tomados al azar, usando y con una regla Vernier medir largo y ancho de los granos. Reportar el promedio de largo, ancho y la relación largo/ancho de los granos.

10.4.2. Peso del grano

La masa o peso del grano es un atributo importante para la industria procesadora de cacao, a mayor tamaño de grano el rendimiento industrial será mayor. Cuando el tamaño y peso del grano no es uniforme, presentando granos, grandes, medianos y pequeños, se afectará el beneficio del grano y al final el sabor del chocolate.

10.4.2.1. Peso en gramos de 100 granos

Desarrollo experimental

1. Se toman 100 granos de cacao y se pesan.
2. Reportar el peso en gramos de 100 granos de cacao.

10.4.2.2. Número de granos en 100 gramos de muestra

Desarrollo experimental

1. Se pesan 100 gramos de una muestra de granos de cacao.
2. Se cuenta el número de granos de cacao contenidos en 100 gramos de muestra

10.4.2.3. Peso de un grano de cacao

Desarrollo experimental

1. Se pesa un grano de cacao, haciendo 10 repeticiones y obteniendo su promedio.

El peso del grano deberá encontrarse ente 1.5 a 0.8 g

10.4.3. Porcentaje de humedad

Al finalizar la fermentación, el grano de cacao tendrá una humedad de entre el 55 y el 65%, por lo que deberá secarse hasta alcanzar del 6.5 al 7% de humedad. El grano de cacao es higroscópico y rápidamente absorbe humedad del medio. Un grano almacenado, con más del 8% de humedad corre el riesgo de ser infestado por microorganismos deteriorando su calidad. Pero un grano con humedades menores del 6% se volverá más quebradizo presentando también una mala calidad. La humedad del grano se puede determinar rápida y en forma sencilla cuando se cuenta con equipos como una termobalanza o aparatos medidores con sistema infrarojo.

Materiales	Equipos
Cajas de humedad de aluminio	Balanza analítica
Guantes asbesto	Estufa de secado
Pinzas de crisol	
Desecador	
Espátula	
Mortero	

Desarrollo experimental

1. Se pesan 10g de grano y se muelen uno a uno en un mortero.
2. Se pesan 2g de muestra molida en una caja de aluminio que fue previamente puesta a peso constante.
3. La caja con muestra se coloca dentro de una estufa por 2 horas a 120°C.
4. Usando pinzas se saca de la estufa la caja con muestra, y se coloca dentro de un desecador, aproximadamente 20 minutos, antes de ser pesada.

Cálculo	Dónde
$\%H = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \times 100$	<p>%H = contenido de humedad del grano de cacao</p> <p>m_0 = peso de caja vacía</p> <p>m_1 = peso de caja con muestra húmeda</p> <p>m_2 = peso de caja con muestra seca</p>

10.4.4. Porcentaje de cascarilla

Contenido de cascarilla que cubre al grano de cacao expresado como un porcentaje en masa de cacao.

Materiales	Equipo
Caja petri	Balanza granataria
Mortero	
Espátula	
Pinzas de diseccion	

Desarrollo experimental

1. Tomar una muestra de 25g de cacao quebrándolos y descascararlos muy suavemente en un mortero.
2. Con unas pinzas quitar suavemente y separar la cascarilla del grano.
3. Pesar la cascarilla del grano.

Cálculos	Dónde
$\% C = \frac{(C)}{25 \text{ g}} \times 100 =$	<p>%C = Porcentaje de cascarilla</p> <p>C = Peso cascarilla en g</p> <p>M = Peso muestra en g</p>

10.4.5. Impurezas o materia extraña

Es cualquier material orgánico o inorgánico que no sea grano de cacao. Se corrige con un buen proceso de limpieza, selección y clasificación del grano antes del envasado. Un muestreo esmerado es fundamental tiene que realizarse de tal forma que las impurezas sean identificadas y cuantificadas en la muestra.

Materiales	Equipos
Cápsulas de vidrio	Balanza granataria
Lámpara fluorescente	

Desarrollo experimental

1. Tomar una muestra de 100g la cual será observada bajo buena iluminación apartando de la muestra toda impureza presente
2. Se reporta el porcentaje de materia extraña
3. Materia extraña: Piedras, madera, cáscaras, restos de insectos enteros, vivos o muertos granos pegados, y cualquier otro material que no es propio del cacao.
4. Con el peso de la muestra (M) y el peso de las impurezas (PI) por separado se obtiene el porcentaje de cada tipo de impurezas

Cálculos	Dónde
$\% \text{ de impurezas} = \frac{PI}{M} \times 100 =$	PI= Impurezas M= Muestra total de grano

10.4.6. Rendimiento del grano

Es la cuantificación de la masa potencial del grano de cacao a ser empleado en un proceso industrial. Se expresa como porcentaje en masa.

Para esta determinación es necesario contar con los porcentajes de impurezas, cascarilla y humedad.

Cálculos	Dónde
$\% \text{ Rendimiento} = 100 - (\%H - \%C - \% I)$	%H= porcentaje de humedad %C= porcentaje de cascarilla % I = Porcentaje de Impurezas

10.4.7. Determinación de pH

Materiales	Reactivos	Equipos
Espátula Pinzas diseccion mortero Capsula porcelana Vasos de 100 y 250 mL Matraz erlenmeyer 250 mL Agitador de vidrio Papel filtro Embudo Mortero	Regulados fosfatos pH 4 y 7	Potenciómetro

Desarrollo experimental

1. Tomar una muestra de 20g de cacao se retira la cascarilla.
2. Se tritura el grano sin cascara con la ayuda de un mortero.
3. Pesar 10g de muestra molida en un vaso de precipitados y adicionar, 100 mL. de agua destilada.
5. Se agita la muestra y se deja reposar durante 5 minutos.
6. Se filtra y se realiza la medición con un potenciómetro.

10.4.8. Granos defectuosos y/o dañados

La muestra debe ser uniforme los granos deben tener forma elipsoidal. Los granos de cacao buenos serán granos enteros bien formados.

Materiales	Equipo
Espátula	Balanza analítica
Pinzas diseccion	
Capsulas de diseccion	

Desarrollo experimental

1. Tomar 100g de granos de cacao colocarlos sobre una superficie limpia y separa visualmente los granos por defectos y/o daños según indicadores de los daños.
2. Reportar el porcentaje (%) de granos defectuosos y/o dañados que se encuentren.
3. Cada grupo de granos defectuosos o dañados, se pesan por separado. Se reporta porcentaje de cada uno de los granos dañados.

Cálculos	Dónde
$\% \text{ granos defectuosos y/o dañados} = \frac{GD}{M} \times 100 =$	GD=Granos dañados o defectuosos M=Muestra

Indicadores de los granos dañados

1. Granos planchos o arrugados. Granos imperfectamente desarrollados con muy poca almendra. Su presencia reduce el rendimiento del grano y es necesario eliminarlos.
2. Granos con superficie sucia. La superficie del grano deberá estar limpia libre de pulpa seca adherida. Se reporta porcentaje de granos sucios.
3. Granos ahumados. Granos contaminados con humo dan lugar a sabor indeseable. La contaminación sucede cuando se usan métodos rústicos de secado
4. Granos con cascara reventada. La cascarilla de los granos no deberá estar reventada. Se reporta porcentaje de granos con cascara reventada.
5. Granos planos. Granos, aplanados son tan delgados que no permiten hacer un corte longitudinal del mismo. Los granos aplanados indicativo de un secado rápido-arrebatado presentando alta acidez y amargor.
6. Granos quebrados. El total de granos quebrados no deben pasar del 3 al 4%.

10.4.9. Prueba de corte características internas del grano

Evalúa defectos físicos internos del grano debido a la fermentación indicativos de la calidad. La prueba de corte es un método que se considera de baja precisión y es complementario a la prueba sensorial. Existen otros métodos que determinan el grado de fermentación del cacao como el electrónico y la prueba de flotación entre otros.

Materiales	Equipos
Caja petri	Balanza digital de precisión
Bisturí	
Lámpara fluorescente blanca	

Desarrollo experimental

1. Realizar con mucho cuidado con un bisturí un corte longitudinal por la parte central de 25 granos, a fin de exponer la máxima superficie de corte de los cotiledones.
2. Examinar visualmente las dos mitades de cada grano a la luz diurna o bajo una iluminación de una lámpara.
3. Reportar el porcentaje (%) de las características internas de los granos cortados, como se indica en características internas del grano.

Para calcular el porcentaje de cada categoría de granos se divide el número de granos según cada categoría entre el total de granos cortados multiplicado por cien.

Cálculos	Dónde
% Granos defectuosos = $\frac{Ngd}{M} \times 100$	Ngd = número granos cortados defectuosos M= muestra total granos

Indicadores de las características internas del grano:

1. Grano bien fermentado. Color de los cotiledones entre morado y totalmente pardo marrón oscuro indicando una fermentación ideal. Los granos presentan apariencia hinchada, no compactada, con estrías profundas, con grietas y cavidades con un embrión arriñonado y cascara suelta listo para comercializar. El sabor del cacao con menos acidez, astringencia y amargor
2. Granos con fermentación parcial. Coloración del cotiledón violeta marrón, pizarra (gris oscuro) o totalmente morados con estrías profundas y embrión arriñonado no hinchados que indica una mala fermentación máximo 30%
3. Granos no fermentado indeseables porque al igual que los granos pizarrosos, producen sabores amargos y astringentes. Máximo 3%. Granos completamente morados o violeta intenso debido al mal manejo durante la fase de beneficio del grano. No hinchados, compactos. Fuerte sabor amargo y sensación de astringencia ausencia de aroma, indica una fermentación defectuosa.
4. Granos pizarrosos pastosos máximo 1% es grano sin fermentar, que al ser cortado longitudinalmente, presenta en su interior un color gris negruzco o verdoso Granos de color pizarra y textura de queso y de aspecto compacto sin agrietamiento. Los granos pizarrosos pueden presentar una pequeña mezcla de granos de cacao fermentado.
5. Granos sobrefermentados. Granos indeseables con malos sabores. Sobre fermentado máximo 3%. Defecto serio su color es pardo oscuro pardo amarillento marrón obscuro. No son fáciles de identificar en la prueba de corte.

6. Granos mohosos. Los mohos internos en los granos de cacao constituyen uno de los defectos más serios porque, aun en pequeña proporción dan lugar a sabores rancios pasados o a rancios ligeramente violeta hongo interno dañino para la salud. Además, el desarrollo de mohos puede dar origen a "micotoxinas" que son sustancias dañinas para la salud pública.
7. Granos dañados por insectos y roedores máximo 1%. Dañados con perforaciones por insectos o mordidos por roedores grano con deterioro parcial o total en su estructura. Provocan mala fermentación, con sabores no agradables.
8. Granos germinados. Cuando las mazorcas se cosechan sobremadura o en la fermentación del grano. Su característica principal es la perforación de testa por donde sale la radícula del grano provocando el rompimiento de la testa de la semilla, generando la entrada de microorganismos. El germen de los granos se cae y deja un hueco redondo en la cutícula máximo 2.5%
9. Granos fisurados total o parcialmente observar cotiledones del grano compacto con o sin fisuras (ranuras) en su interior
10. Granos mezclados. Proporción de granos con fermentación incompleta de color morado y otra porción de granos pardos de fermentación completa. Aceptable que las muestras contengan 20% de granos morados si esta proporción aumenta predominara el sabor amargo y astringente inadecuado para chocolates.

10.4.10. Grado de fermentación prueba del agua

El grano fermentado es aquel cuyos cotiledones presentan en su totalidad una coloración marrón o marrón rojiza y estrías de fermentación profunda. El grano una vez bien fermentado se hincha y se llena de aire en su interior lo cual le permite flotar al suspenderse en agua.

Materiales
Probeta de 1000 mL
Vaso precipitados 1000 mL
Agitador varilla de vidrio

Desarrollo experimental

1. En un vaso de precipitados de 1000mL adicionar 500mL de agua.
2. Adicionar al vaso 100 granos de cacao, mezclar dejar reposar 10min y cuantificar el número de granos que flotan.

Cálculos	Dónde
$\% \text{ Granos fermentados} = \frac{\text{Ngf}}{100 \text{ granos}} \times 100$	Ngf = Numero de granos fermentados

Granos	Características
1.Granos bien fermentados =	Granos que flotan en parte superior
2.Granos ligeramente fermentados =	Granos que flotan en parte media
3.Granos no fermentados =	Granos en el fondo que no flotan

Tabla Registro de Resultados Grano de Cacao

Características externas	Resultados
Olor	
Sabor	
Color	
Textura	
Tamaño del grano largo/ancho	
Peso de 100 granos (g)	
Peso de un grano (g)	
Numero de granos en 100 gramos (g)	
% humedad	
% cascarilla	
% impurezas indique el tipo de impureza	
Piedras	
Maderas	
Cascaras	
Restos de insectos enteros, vivos o muertos	
Granos pegados	
Materia extraña	
% Rendimiento	
pH	
Porcentaje de granos dañados	
Granos planchos o arrugados	
Granos con superficie sucia	
Granos ahumados	
Granos con cascara no reventada	
Granos planos	
Granos quebrados,	
Otros no identificados	
Granos quebrados,	
Otros no identificados	
Prueba de corte características internas	
Porcentaje de grano bien fermentado	
Porcentaje de granos con fermentación parcial	
Porcentaje de granos no fermentado	
Porcentaje de granos sobrefermentados	
Porcentaje de granos pizarrosos	
Porcentaje de granos mohosos	
Porcentaje de daño por insectos y/o roedores	
Porcentaje de granos germinados	
Porcentaje grano plano vano o granza	
Porcentaje de granos fisurados	
Porcentaje de granos mezclados	
Otros no especificados	
Grado de fermentación. Prueba del agua	

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Señale los usos del grano integral de cacao.
2. Investigue cuáles son las propiedades funcionales de la manteca de cacao.
3. Investigue cuales son los beneficios nutricionales del cacao.
4. Indique la importancia de la fermentación del cacao como se realiza y que cambios provoca en el cacao.
5. Indique cual es la importancia del secado, como se lleva a cabo, y que cambios provoca en el cacao.
6. Investigue de que factores depende la calidad del cacao.

Bibliografía

- Aguilar, H. 2016. Manual para la Evaluación de la Calidad del Grano de Cacao Ed en el Centro de Comunicación Agrícola, de la FHIA La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
- Codex Alimentarius. 2014. Norma del Codex 141-1983, Rev. 1-2001 Enmendada en 2014 para el Cacao en pasta (licor de cacao/ chocolate) y torta de cacao, CODEX STAN 141-1983, Rev. 1-2014. FAO/OMS. Roma Italia.
- Dirección General de Normas, SE. 1980 Cacao en grano fermentado. Normas mexicanas. NMX-F-352-S-1980. Secretaría de Economía, México.
- Dirección General de Normas, SE. 2014 Productos agrícolas no industrializados – cacao en grano (*Theobroma cacao* L) especificaciones y métodos de prueba Norma Mexicana NMX-FF-118-SCFI-2014 (cancela a la nmx-ff-103-scfi-2003) Secretaría de Economía, México.
- Dirección General de Normas, SE. 2015. Granos de Cacao-Prueba de Corte Norma Mexicana 2015 NMX-FF-124-SCFI-Secretaría de Economía, México.
- Pérez, M.A, y Contreras, J.D. 2017. Instructivo para el control de calidad de granos de cacao., Colombia, Bogotá D. C.
- Portillo, E. 2014a. Características sensoriales del cacao criollo (*Theobroma cacao* L.) de Venezuela en función del tratamiento post cosecha. Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ, 1, 742-755.
- Ventura, M., María, A., González, J., Rodríguez, O., y Almonte J. Caracterización de los atributos de calidad del cacao (*Theobroma cacao* L.) del municipio de Castillo. Revista Agropecuaria y Forestal APF 3(1): 55-60. 2014

Videos Relacionados

<https://www.youtube.com/watch?v=uXPI7vgjh4> Calidad grano corte cacao

<https://www.youtube.com/watch?v=8flnSeJ6u3c> Fermentado y secado cacao

<https://www.youtube.com/watch?v=8G2fHZAZgAA> Historia chocolate

Practica 11

Elaboración y análisis de Chocolate

11.1. Introducción

El chocolate es un producto derivado del grano de cacao de sabor, aroma y textura, delicada y frágil. Fueron los mayas quienes domesticaron el cacao (*Theobroma cacao*), elaborando bebidas al mezclar el cacao con harina de maíz y especias picantes, miel y vainilla. Los chocolates procesados nacieron en Europa a comienzos del siglo XX. El chocolate contiene un gran contenido de magnesio, grasas antioxidantes y anandamida que, tiene un efecto sedante y tranquilizador que promueve el sueño. Contiene, también proteínas, almidón, teobromina, y 300 sustancias más. El consumo de chocolate en exceso no es recomendable debido al alto contenido de grasa y más aún si éste hecho con grasas hidrogenadas y gran cantidad de azúcar. Además el cacao puede producir reacciones alérgicas en algunas personas.

El proceso del chocolate comienza con la fermentación del grano continuando con el secado, el tostado, descascarado, molienda, y prensado del grano, obteniendo una pasta líquida (licor), que se alcaliniza separando la manteca y la cocoa desengrasada. Una vez obtenida la manteca de cacao esta se puede mezclar con diferentes proporciones de otras grasas vegetales, con emulsificantes, con cocoa y leche en polvo, así como con azúcar, saborizantes, y conservadores para producir diferentes chocolates comerciales. Según el tipo de chocolate que se pretenda fabricar se modifican las proporciones de los ingredientes y se someten al proceso de refinado y conchado (mezclado) para mejorar la textura e intensidad de sabor y someterlo al templado (atemperado) que es un proceso de calentamiento, a diferentes temperaturas (30°C, enfriamiento a 27°C y recalentamiento a 32°C) para estabilizar la cristalización de la grasa y que no sufra transformaciones polimórficas en el almacenamiento, defecto llamado eflorescencia (*fat bloom*). La eflorescencia consiste en la deposición de cristales blancos o grises en la superficie del chocolate dándole un mal aspecto. El atemperado emulsifica y evita que las grasas se separen, dando brillo, crocancia y resistencia, evitando que el chocolate se derrita fácilmente, prolongando su vida de anaquel. La manteca de cacao constituida principalmente por, ácidos; láurico, mirístico, palmítico, esteárico, y oleico, presenta polimorfismo, formando cristales de muy distintos puntos de fusión, y fundiendo en general a temperaturas cercanas a la del cuerpo humano. Si esta grasa se enfría bruscamente se producen cristales inestables, de bajo punto de fusión, pero si se enfría lentamente se producen cristales de mayor punto de fusión, deseables en confitería.

Por otro lado para satisfacer la demanda de la fabricación del chocolate se han usado diversos sustitutos o sucedáneos de manteca de cacao que se usan en mezclas o eliminando totalmente la manteca de cacao, como por ejemplo, las grasas hidrogenadas, interesterificadas y fracción de coco y de palmiste, que proporcionan características físicas de textura y de fusión, semejantes a la manteca de cacao, sin dejar sensación de cerosidad en la boca. Los chocolates de mejor calidad se elaboran de licor de cacao de un solo origen. El chocolate negro artesanal preparado con alto contenido de cacao con más del 70% presenta mejores beneficios nutricionales aportando **gran cantidad de antioxidantes** en comparación con el **chocolate blanco que se obtiene solo a partir de manteca de cacao con leche, azúcar y aroma de vainilla**.

Los chocolates son muy sensibles al calor, a la humedad, a las variaciones de temperatura, absorbe fácilmente los olores del entorno. El análisis sensorial visual, táctil, auditivo, olfativo, gustativo y de color determinan la calidad del chocolate. Un chocolate de sabor suave, uniforme y agradable será de buena calidad. Si el chocolate se derrite rápido en la boca permaneciendo su sabor por largo tiempo en el paladar, y si el sonido es seco cuando se parte se tratará de un chocolate de excelente calidad.

11.2. Objetivo

El alumno elaborará distintos chocolates y analizará su calidad evaluando sus características sensoriales.

11.2.1. Indicaciones

El profesor indicará a cada equipo el tipo de chocolate que deberá elaborar. Al finalizar la práctica se reunirán los resultados de todos los equipos, para reportarlos y analizarlos en su informe.

11.3.1. Chocolate negro a partir de granos de cacao

Materiales		Equipos
Guantes de asbesto	Papel aluminio	Molino
Sartén o comal	Cucharas medidoras	Parrilla de calentamiento
Ollas diferentes tamaños	Marcador indeleble	Balanza granataria
Pala de madera	Termómetro 100 °C	
Guantes látex	Cubreboca y cofia	
Charola y papel encerado	Mortero	

Ingredientes

- 300 g de granos de cacao
- 150 g de azúcar molida
- 2 cucharaditas de canela en polvo o de vainilla
- Pizca de nuez moscada, clavo molido o pimienta molida

Desarrollo experimental

1. En un sartén o comal puesto directamente al calor, tostar el grano de cacao hasta que los granos se tornen oscuros (no quemados), dando un aroma a chocolate. Mezclar constantemente los granos de cacao con una pala de madera hasta ver que la cáscara pueda desprenderse fácilmente.
2. Retirar manualmente las cáscaras de los granos presionando con los dedos.
3. Los granos tostados sin cáscara se trituran en un mortero para obtener trozos pequeños.
4. Los trozos pequeños de cacao se pasan por un molino manual o eléctrico para liberar la manteca de cacao y obtener una masa pastosa gruesa.
5. Continuar moliendo la pasta y adicionando poco a poco el azúcar, y la canela, (opcional, la pizca de pimienta, clavo, y nuez moscada). Detener el molino las veces que sea necesario, para remover la mezcla y favorecer su refinado. Efectuar la molienda las veces necesarias hasta que la pasta de chocolate quede de consistencia homogénea, lo más fino posible, parecida a una arcilla de color oscuro marrón pastosa.
6. Una vez obtenido el chocolate finamente molido, sobre una charola cubierta con papel encerado, formar con las manos (usando guantes de látex), pequeñas bolitas redondas que se aplastan y con ayuda de una espátula hacer dos rayas en forma de cruz, no muy profundas, para obtener tabletas que puedan cortarse en cuatro partes cuando se enfríen.
7. Una vez fríos los chocolates colocarlos en papel encerado para realizar el análisis sensorial.

11.3.2. Chocolate negro con manteca de cacao y cocoa

Materiales		Equipos
Ollas y tazón diferente tamaño	Termómetro 100°C	Parrilla de calentamiento
Molde para chocolate	Pala madera	Balanza granataria
Charola	Batidor manual de globo	
Papel encerado	Espátula	
Cofia	Cuchillo	
Guantes de plástico	Tabla madera para picar	
Cubre boca	Cucharas medidoras	
Guantes asbesto	Tamiz (coladera)	

Ingredientes

- 200 g de manteca de cacao
- 100 g de azúcar glass
- 50 g leche en polvo
- 75 g de cocoa en polvo
- 50 g nueces finamente picadas y tostadas
- 1 cucharadita de extracto de vainilla o canela molida
- ¼ cucharadita lecitina
- Pizca de sal (opcional, al gusto)

Desarrollo experimental

1. En un tazón se cierne, azúcar glass, leche en polvo y cocoa.
2. En otro tazón se adiciona la manteca de cacao en trozos pequeños para fundirla en un baño maría. Con un batidor manual de globo se mezcla para derretir más fácilmente la manteca. Asegurase de que no se seque el agua del baño para que no se queme la manteca, cuidar que no caigan gotas de agua dentro del tazón.
3. A la manteca derretida, se le va adicionando poco a poco, sin dejar de batir, la mezcla cernida de cocoa, azúcar, y leche en polvo, así como la pizca de sal, la vainilla, las nueces y al final se adiciona la lecitina, manteniendo la temperatura 30-35°C sin dejar de mezclar, hasta que todos los ingredientes se incorporen totalmente y la mezcla se ponga brillante.
4. Retirar el tazón del baño maría y verter el chocolate caliente de manera uniforme sobre un molde previamente engrasado.
5. Usar una espátula para distribuir el chocolate en el molde si fuera necesario. Si no tienes moldes para chocolate, puede usar moldes para hielo previamente cubiertos con papel encerado. Dejar enfriar el chocolate a temperatura ambiente o en refrigeración hasta que endurezcan.
6. Una vez fríos los chocolates se desmoldan golpeando con cuidado la parte posterior del molde a fin de que se liberen los chocolates. Colocar los chocolates en una charola con papel encerado para realizar el análisis sensorial.

11.3.3. Chocolate blanco con manteca de cacao

Materiales		Equipos
Ollas y tazón	Termómetro 100°C	Parrilla de calentamiento
Molde para chocolate	Pala madera	Balanza granataria
Charola	Batidor manual de globo	
Papel encerado	Espátula	
Cofia	Cuchillo	
Guantes de plástico	Tabla madera para picar	
Cubre boca	Cucharas medidoras	
Guantes asbesto	Tamiz (coladera)	

Ingredientes

- 200 g de manteca de cacao
- 100 g de azúcar glass
- 50 g de leche en polvo
- 50 g nueces picadas y tostadas
- 1 cucharadita vainilla o canela molida
- ¼ cucharadita de lecitina
- Pizca de sal (opcional, al gusto)

Desarrollo experimental

1. En un tazón se cierne, azúcar glass y leche en polvo.
2. En otro tazón se adiciona la manteca de cacao en trozos pequeños para fundirla en baño maría. Con un batidor manual de globo se mezcla para derretir más fácilmente la manteca. Asegurase de que no se seque el agua del baño para que no se quemé la manteca, y cuidar que no caigan gotas de agua dentro del tazón.
3. A la manteca derretida, se le va adicionando poco a poco, sin dejar de batir, la mezcla cernida de; azúcar, y leche en polvo, así como la pizca de sal, la vainilla, las nueces y al final se adiciona la lecitina, manteniendo la temperatura 30-35°C sin dejar de mezclar hasta que todos los ingredientes se incorporen totalmente y la mezcla se ponga brillante.
4. Retirar el tazón del baño maría y verter el chocolate caliente de manera uniforme sobre un molde previamente engrasado.
5. Usar una espátula para distribuir el chocolate en el molde si fuera necesario. Si no tienes moldes para chocolate, puede usar moldes para hielo previamente cubiertos con papel encerado. Dejar enfriar el chocolate a temperatura ambiente o en refrigeración hasta que endurezcan.
6. Una vez fríos los chocolates se desmoldan golpeando con cuidado la parte posterior del molde a fin de que se liberen los chocolates. Colocar los chocolates en una charola con papel encerado para realizar el análisis sensorial.

11.3.4. Chocolate con manteca de cacao y aceite de coco

Materiales		equipos
Ollas y tazón	Guantes de asbesto	Balanza granataria
Cucharas medidoras	Papel encerado	Parrilla de calentamiento
Batidor manual de globo	Guantes de plástico	
Charola	Cubre boca	
Cuchillo	Cofia	
Espátula	Piseta	
Tabla madera para picar	Termómetro 100 °C	

Ingredientes

- 150 g de manteca cacao
- 50 mL de aceite coco
- 50 g leche en polvo
- 75 g de cocoa en polvo
- 100 g de azúcar glass
- 50 g de nueces picadas
- 1 cucharadita de extracto de vainilla o canela polvo
- ¼ cucharadita lecitina
- Pizca de sal (opcional, al gusto)

Desarrollo experimental

1. En un tazón se cierne, azúcar glass, cocoa y leche en polvo.
2. En otro tazón adicionar la manteca de cacao en trozos pequeños para fundirla en baño maría. Con un batidor manual de globo mezclar para derretir más fácilmente la manteca. Asegurase de que no se seque el agua del baño para que no se queme la manteca, cuidar que no caigan gotas de agua dentro del tazón.
3. A la manteca derretida, se le va adicionando poco a poco, sin dejar de batir, el aceite de coco, la mezcla cernida de, azúcar, cocoa y leche en polvo, así como la pizca de sal, la vainilla, las nueces y al final adicionar la lecitina, manteniendo la temperatura 30-35 °C sin dejar de mezclar hasta que todos los ingredientes se incorporen totalmente y la mezcla se ponga brillante.
4. Retirar el tazón del baño maría y verter el chocolate caliente de manera uniforme sobre un molde previamente engrasado.
5. Usar una espátula para distribuir el chocolate en el molde si fuera necesario. Si no tienes moldes para chocolate, puede usar moldes para hielo previamente cubiertos con papel encerado. Dejar enfriar el chocolate a temperatura ambiente o en refrigeración hasta que endurezcan.
6. Una vez fríos los chocolates se desmoldan golpeando con cuidado la parte posterior del molde a fin de que se liberen los chocolates. Colocar los chocolates en una charola con papel encerado para realizar el análisis sensorial.

11.3.5. Chocolate con manteca de cacao y mantequilla

Materiales		Equipos
Termómetro 100 °C	Cubre boca	Balanza granataria
Batidor manual	Cofia	Parrilla de calentamiento
2 ollas para Baño María	Papel encerado	
Recipiente plástico con tapa	Papel aluminio	
Charola	Moldes para Chocolate	
Guantes plásticos		
Cucharas medidoras		

Ingredientes

- 150 g de manteca cacao
- 50 mL de mantequilla
- 50 g de cocoa en polvo
- 100 g de azúcar glass
- 50 g leche en polvo
- 50 g de nueces picadas
- 1 cucharadita de extracto de vainilla o canela polvo
- ¼ cucharadita lecitina
- Pizca de sal (opcional, al gusto)

Desarrollo experimental

1. En un tazón se cierne la cocoa, el azúcar glass y la leche en polvo.
2. La manteca de cacao se corta en pedazos se coloca en un tazón y se funde mezclando en un baño maría. Con un batidor manual de globo mezclar para derretir más fácilmente la manteca. Asegurarse de que no se seque el agua del baño para que no se queme la manteca, y cuidar que no caiga ninguna gota de agua dentro del tazón.
3. A la manteca, se le va adicionando poco a poco, sin dejar de batir la mantequilla previamente derretida, la mezcla cernida de cocoa, azúcar y leche, así como la pizca de sal, la vainilla, las nueces y al final se le adicionará la lecitina, manteniendo la temperatura 30-35 °C sin dejar de mezclar.
4. Retirar el recipiente del baño maría y verter el chocolate caliente de manera uniforme sobre un molde previamente engrasado.
5. Usar una espátula para distribuir el chocolate en el molde si fuera necesario. Si no tienes moldes para chocolate, puede usar moldes para hielo previamente cubiertos con papel encerado. Dejar enfriar el chocolate a temperatura ambiente o en refrigeración hasta que endurezcan.
6. Una vez fríos los chocolates se desmoldan golpeando con cuidado la parte posterior del molde a fin de que se liberen los chocolates. Colocar los chocolates en una charola con papel encerado para realizar el análisis sensorial.

11.3.6. Chocolate atemperado

Materiales		Equipos
Cucharas medidoras	Papel encerado	Balanza granataria
Batidor manual globo	Pala madera	Parrilla de calentamiento
Ollas y tazón	Termómetro 100 °C	
Guantes plásticos	Capacillos	
Cubre boca	Charola	

Ingredientes

200 g de chocolate comercial

100 g de nueces, almendras o avellanas, picadas y tostadas

Desarrollo experimental

1. El chocolate, se corta en trozos y se adicionan a un tazón que se colocan en baño maría, mezclando el chocolate hasta fundir, **hasta** obtener una consistencia suave. Cuidando de no se seque el baño para no quemar el chocolate.
2. Una vez fundido el chocolate, sacar el tazón del baño caliente y pasarlo a un baño con agua fría con hielos. Sin dejar de mezclar bajar la temperatura del chocolate hasta 35°C.
3. Al alcanzar la temperatura sacar el tazón del baño frío y sin dejar de mezclar bajar la temperatura del chocolate hasta 28°C, adicionar las nueces picadas.
3. **Colocar de nuevo el tazón con el chocolate en el baño maría caliente, unos minutos solo para subir la temperatura, de 2 o 3°C, sin dejar de mover.**
4. **Inmediatamente sacar el tazón del baño caliente y sin dejar de mover, alcanzar una temperatura entre 30 y 32°C hasta homogenización total.**
5. Dejar enfriar el chocolate para poder formar manualmente pequeñas bolitas redondas revolcándolas sobre cocoa y se colocan sobre una charola con papel.
6. Analizar sensorialmente el chocolate atemperado. Anotar sus datos en la tabla anexa.

11.3.7. Elaboración de Trufas

Materiales		Equipos
Cuchara	Cubre boca	Balanza granataria
Batidor manual globo	Papel encerado	Parrilla de calentamiento
Ollas y tazón	Cucharas medidoras	
Charola	Pala madera	
Guantes plásticos	Termómetro 100°C	
Cofia	Capacillos	

Ingredientes

150 g de chocolate comercial

25 g de mantequilla

- 20 g de manteca de cacao
- 20 g de cocoa
- 100 g de Azúcar glass
- 100 g de nueces picadas tostadas y molidas

Desarrollo experimental

1. En un tazón adicionar el chocolate en trozos y colocarlo en un baño maría, hasta derretir el chocolate completamente sin dejar de batir. Asegurarse de que no se seque el agua del baño para que no se quemé la mezcla, y sin que caiga ninguna gota de agua dentro de la olla.
2. Adicionar al tazón poco a poco la mantequilla y la manteca de cacao previamente derretida, en baño maría, sin dejar de mezclar hasta que se hayan integrado todo.
3. En seguida adicionar poco a poco el azúcar y la cocoa, previamente cernidos y las nueces, cuidado la temperatura entre 35-40°C.
3. Cuando la mezcla este bien homogénea y brillante quitar el recipiente del baño maría, dejar que se enfríe un poco.
4. Cuando la pasta se haya enfriado y antes de comenzar a endurecerse, tomar pequeñas porciones de chocolate con una cuchara y colocarlas en una charola cubierta con papel encerado para que endurezca totalmente y adquiera un color uniforme brillante y se acomodan en los capacillos.
5. Analizar sensorialmente el chocolate y anotar sus resultados en la tabla.

11.4. Análisis sensorial de chocolate

La prueba sensorial se realizará tomando en cuenta los atributos de calidad y aceptación general del chocolate.

Materiales

- Vasitos plástico
- Servilletas
- Chocolate comercial similar al elaborado
- Agua potable para beber

11.4.1. Instrucciones de catado

1. Antes de iniciar el análisis los integrantes del equipo deberán contar con una copia de los cuadros 1 y 2 de catado.
2. Colocar las muestras de chocolates en los vasitos, limpios y libres de olores.
3. Se deberá evitar fumar o tomar comidas muy especiadas antes de hacer la cata
4. Se deberá neutralizar el paladar entre cata y cata con agua.
5. Se deberá empezar siempre a catar chocolates con menor porcentaje de cacao. Iniciar con chocolate con leche y terminar con chocolate negro.
6. Es posible que el catador tenga que repetir el proceso de degustación varias veces para identificar. La intensidad de acidez, amargura y astringencia así como para una determinar la variedad de aromas.
7. Cada integrante del equipo realizara el análisis sensorial de los chocolates tomando en cuenta la hoja de "atributos de calidad" y calificando según la escala correspondiente.

8. Un buen chocolate debe tener como atributos ser ligeramente ácido, ligeramente amargo, con sabor y olor agradable.
9. Recoger los resultados, de cada equipo en la tabla anexa y realizar el análisis estadístico y la construcción de un gráfico radial de atributos.

Tabla Registro de Resultados Análisis Sensorial

Muestras de Chocolate
M1 Chocolate negro a partir de granos de cacao
M2 Chocolate negro con manteca de cacao y cocoa
M3 Chocolate blanco con manteca de cacao
M4 Chocolate con manteca de cacao y aceite de coco
M5 Chocolate con manteca de cacao y mantequilla
M6. Chocolate atemperado
M7 Trufa

Análisis Aceptación global

Muestras	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Aceptación general							

Escala de aceptación general:

0=No aceptable. 1= Malo. 2= Regular. 3= Bueno. 4= Muy bueno. 5= Excelente.

Análisis por atributos

Muestras /atributos	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Visual							
Color							
olor							
Fusión en la boca							
sabor							
textura							

Escala:

0= Ausente sin presencia.

1= Ligeramente detectable débil en su presencia.

2= Presente se percibe claramente.

3= Caracteriza la muestra una característica resaltante.

4= Dominante produce dificultad en percibir otras características de la muestra.

5= Extremo la presentación de este atributo es la más intensa.

Nota: Calificar según la tabla de atributos de calidad anexa.

Tabla Atributos de Calidad

Visual. Los chocolates deberán presentar superficie lisa homogénea, sin defectos, indicando que los azúcares y el cacao lograron compactarse bien durante el proceso de elaboración. El chocolate de tableta con altas cantidades de cacao presenta superficie brillante homogénea correctamente templada.

Color. El color de la superficie del chocolate deberá ser canela con tonalidades rojizas de marrones a negro, cuanto más cacao, más oscuras y brillante, con ningún tipo de mácula o manchas. El color interior del chocolate será libre de manchas blancas, y burbujas.

Olor. Sustancias múltiples volátiles del aroma que desprende el chocolate determinar la pureza de chocolate. Se determinan aromas por medio de dos formas.

1. Percepción olfativa directa nasal se toma una pieza de chocolate y se frota entre los dedos a fin de fundirlo para que desprenda todo su aroma se Inhalar directamente por la nariz.
2. Percepción retranasal se determina el aroma, masticando la muestra apretando el chocolate entre la lengua y el paladar con la boca cerrada tapándose la nariz liberando el aire a rachas cortas por la nariz para estimular los receptores olfativos.

Olores deseables con aromas delicados, simples, y equilibrados se dividen en:

a) Primarios son aromas frutales, florales, de madera, a tostado, a especias a café b) Aromas secundarios son olores a leche, a vainilla, a caramelo propio del proceso

No deberán percibirse malos olores a rancios, a químicos o de contaminación.

Textura Para detectarla se coloca un pedazo de chocolate entre el dedo pulgar y el dedo índice, tomando solo 20 seg para que empiece a derretirse. Siendo la textura fundente, untuosa, fluida no pegajosa suave, aterciopelada. El chocolate en tableta al tacto deberá ser firme compacto, no pegajoso resistente sin resquebrajarse sin gránulos ni agujeros y ser firme indicando que los azúcares lograron compactarse adecuadamente al partirlo si forma astillas estará demasiado seco y si es difícil de partir estará muy ceroso.

Fusión en la boca. Fusión en la boca del producto en la boca está relacionada directamente con la cantidad de manteca de cacao. La grasa se ha de derretir en la boca ofreciendo una sensación refrescante y lubricante sin que se aparezca un retrogusto grasiento. Cuando el chocolate no se deshace en la boca y quedan muchos restos al comerlo, no es un buen chocolate, con poca o nada de manteca de cacao.

Sabor. Se toma un pedazo de chocolate y se deja derretir lentamente en la boca se presiona con la lengua hacia el paladar y se distribuye para que entre en contacto con las papilas gustativas. Se mastica la muestra durante unos segundos mientras se cubre la nariz para identificar la intensidad de sabores. El sabor del chocolate presentará un sabor suave, ligeramente ácido, dulce y agradable con dulzor, ligeramente amargo, perfumado como a licor a nueces a caramelo ligeramente salado y/o picante. La intensidad y calidad varía dependiendo de la percepción y descripción de los ácidos encontrados durante la degustación de la muestra. Una acidez cítrica o frutal, es mejor que una acidez como la de vinagre (acidez acética). Amargor y Astringencia son características propias del cacao, pero el nivel de intensidad puede influir en la calidad, El chocolate presenta un amargor suave bueno mientras que no una intensidad más alta de amargor (o astringencia) es indeseable es sensación de sequedad en la boca producto de la precipitación de las proteínas de la saliva o fermentación insuficiente.

El retrogusto es la sensación que queda tras la deglución del chocolate indeseable, con persistencia de aromas no deseados mohoso, a humedad a podrido, a rancio, agrio quemado y/ o ahumado a tierra, rancio sabor a queso, medicina fenólico y picor.

Informe

Se elaborará por equipo considerando las indicaciones de la guía de presentación de informe, dada al inicio del manual.

Cuestionario

1. Indique las propiedades físicas de la manteca de cacao importantes para la elaboración del chocolate.
2. Investigue diferentes sustitutos de la manteca de cacao y sus características para la elaboración de chocolates.
3. Señale diferentes aditivos usados en la elaboración del chocolate industrial, e indique sus funciones.
4. Indique que análisis de calidad; **físicos**, químicos y microbiológicos, se le efectúan al chocolate, revisar norma.
5. Investigue que es el Fat-Bloom del chocolate y a que se debe.
6. Investigue que es el Sugar-Bloom y a que se debe.
7. Escriba el diagrama de flujo del proceso industrial de elaboración de chocolate, describa brevemente cada una de las etapas del proceso indicando los principales equipos usados en cada etapa.

Bibliografía

- Beckett, S.T. 2019. La Ciencia del Chocolate. Ed., Acribia, S.A Zaragoza (España)
- Codex, Alimentarius. Normas internacionales. 2016. Norma Para El Chocolate Y Los Productos Del Chocolate CODEX STAN 87-1981. Adoptada en 1981. Revisión: 2003. Enmienda: 2016. FAO/OMS.
- Cousté, V., y Ciappinl, M.C. 2001 Elaboración del chocolate y uso de grasas vegetales alternativas en Heladería Panadería Latinoamericana Año XXVIII, N° 155, pp. 25-30.
- Codini, M., Díaz, V.F., Ghirardi, M., y Villavicencio, I. 2004. Obtención y utilización de la manteca de cacao. Invienio, vol. 7, núm. 12, junio, pp. 143-148 Universidad del Centro Educativo Latinoamericano Rosario, Argentina.
- Fernández, V., Yee, A., Sulbarán, B., Peña, J. 2014. Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en chocolates comerciales venezolanos. Rev. Fac. Agron. 31: 129-144.
- González, M.Y., Pérez, S.E., Palomino, C.C. 2012. Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. Actualización en Nutrición Vol.13 N°4 Dic.
- Dirección General de Normas, SE. 2013. Cacao, chocolate y productos similares, y derivados del cacao. Norma Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2013. Secretaría de Economía, México.

Videos Relacionados

- https://www.youtube.com/watch?v=m_P8zQG1myo Chocolate artesanal.
- <https://www.youtube.com/watch?v=9fytko1DCcE> Pasos para hacer chocolate.
- <https://www.youtube.com/watch?v=LssyDXCFR4g> Laboratorio en fábrica.
- <https://www.youtube.com/watch?v=al-htbSe9U8> Historia y procesamiento.
- <https://www.youtube.com/watch?v=5LK01DZMgLY> Atemperado chocolate.
- <https://www.youtube.com/watch?v=rrjbJa2nYHk> Calidad sensorial chocolate.

Tecnología de oleaginosas

Se terminó de imprimir en diciembre de 2021,
con un tiraje de 50 ejemplares, más sobrantes para reposición.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD IZTAPALAPA

División de Ciencias Biológicas y de la Salud



Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco, Núm. 186,
Col. Leyes de Reforma 1ª Sección, Alcaldía Iztapalapa
C.P. 09310, CDMX.