

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



DETERMINACIÓN DE LA GRASA TOTAL Y TRANS EN DOS  
MATRICES DE COMIDA RAPIDA QUE SE COMERCIALIZAN EN  
EL CENTRO COMERCIAL METROCENRO 8<sup>a</sup> ETAPA y 10<sup>a</sup>  
ETAPA, SAN SALVADOR

TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD TRABAJO DE INVESTIGACION

PRESENTADO POR  
EDUARDO JOSE ANTONIO ROQUE RECINOS

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN QUIMICA Y FARMACIA

MAYO 2023

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR**

MAESTRO ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**SECRETARIO GENERAL**

MAESTRO FRANCISCO ANTONIO ALARCON SANDOVAL

**FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA**

**DECANA**

LICDA. REINA MARIBEL GALDAMEZ

**SECRETARIA**

LICDA. EUGENIA SORTO LEMUS

**DIRECCION DE PROCESO DE GRADO**

**DIRECTORA GENERAL**

M.Sc. Ena Edith Herrera Salazar

**TRIBUNAL EVALUADOR**

**ASESORES DE AREA EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS Y TOXICOLOGIA**

M.Sc. Nancy Zuleyma González Sosa

**DOCENTE ASESOR**

Lic. Juan Agustín Cuadra Sorto

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro señor todopoderoso, por brindarme paciencia, serenidad y tolerancia por acompañarme en cada uno de mis pasos para culminar mi trabajo de graduación.

A mi prima Gracia Fajardo por brindarme su tiempo, apoyo y sugerencias en las correcciones de mi trabajo de graduación

A la jefatura del departamento de Análisis Químico e Instrumental por brindarme el apoyo para usar las instalaciones del Laboratorio de Aguas y el Laboratorio de Análisis Bromatológico de la Facultad de Química y Farmacia para realizar esta investigación.

## DEDICATORIA

Dedico este logro y muchos más que he realizado a mi Dios, por permitirme terminar esto que parecía imposible de lograr debido a las muchas adversidades que se han dado, pero que tú lo hiciste posible, y me guiaste, con tu mano, a través del camino.

Dedico este triunfo, a la memoria de mi madre, Roxanna Elizabeth Recinos Lima que nunca pudo ver mis logros en mi vida y que procreo a un hijo que no se rindió ante las adversidades que ha vivido. Gracias por todo

Este triunfo va dedicado en memoria a mi abuela Berta Andrea Lima Perdomo la cual no pudo presenciar la obtención de mi título la cual me brindó su apoyo desde muy pequeño hasta su muerte. Gracias Abuela por todo

A mi tía Delmy Fajardo por brindarme ayuda en parte de mi carrera

A mis primas Carolina y Gracia por poder brindarme una guía o ayuda en lo que respecta al mundo farmacéutico en sí

A los estudiantes que no se rindan ante las adversidades, injusticias no solo de la vida sino también que vienen como personas o catedráticos que son obstáculo o ponen obstáculos para no dejarlo crecer como persona o desviarlos del camino correcto ya sea fuera o dentro de la universidad.

Eduardo Roque

## INDICE GENERAL

Pág N°

RESUMEN

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCIÓN

xvii

CAPITULO II

2.0 OBJETIVOS

CAPITULO III

3.0 MARCO TEÓRICO

22

3.1 Lípidos

22

3.2 Funciones de los lípidos en la dieta

23

3.3 Oxidación de lípidos

24

3.4 Grasas

24

3.5 Función de las grasas en el organismo

25

3.6 Tipos de grasas

25

3.7 Proceso de transformación de grasas

27

3.8 Tipos de extracción de grasas

28

3.9 Toxicidad originada por el procesamiento de las grasas

29

3.10 Ácidos grasos trans

29

3.11 Espectroscopía Infrarroja

30

## CAPITULO IV

4.0 DISEÑO METODOLOGICO	33
4.1 Tipo de estudio	33
4.1.1 Experimental	33
4.1.2 Transversal	33
4.1.3 Exploratorio	33
4.2 La investigación bibliográfica	33
4.3 Investigación de campo	34
4.3.1 Prueba piloto	34
4.3.2 Universo	35
4.3.3 Muestra	35
4.3.4 Tamaño	35
4.4 PARTE EXPERIMENTAL	36
4.4.1 Muestreo	36
4.4.2 Recolección de muestras	36
4.4.3 Transporte de muestras	37
4.4.4 Método de análisis	37
4.4.5 Extracción de materia grasa	37
4.4.6 Método de extracción de Soxhlet para la determinación de grasas totales	37
4.4.6.1 Reactivos, Material y equipo	38
4.4.6.2 Preparación de la muestra	38

4.4.7 Cálculo de la obtención de la grasa total en la muestra de hamburguesa de res y pierna de pollo frita empanizada	39
4.4.8 Determinación de grasas trans en hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado mediante ATR-FTIR	40
4.4.8.1 Reactivo, Material y equipo	40
4.4.8.2 Preparación de la muestra	40
4.4.8.3 Procedimiento de análisis infrarrojo para determinar grasas trans en las muestras de pollo frito (pierna de pollo frito empanizado) y hamburguesa de res	40
4.4.9 Cálculos	42
4.5 Diseño estadístico	42
CAPITULO V	
5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	45
5.1 Recolectar las muestras de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res	45
5.2 Análisis del contenido de grasa total en las muestras en estudio mediante el extractor de grasas y aceites DET GRAS de la marca JP Selecta	46
5.2.1 Cálculo del porcentaje de grasa total en la muestra de hamburguesa de res	46
5.2.2 Cálculo del porcentaje de grasa total en la muestra de pierna de pollo frito empanizado	47
5.3 Conocer el contenido de grasas trans mediante la espectroscopía infrarroja de Transformada de Fourier	58
5.4 Cuantificar el contenido de grasas trans mediante la espectroscopía infrarroja	



de Transformada de Fourier	70
5.5 Cálculo de los resultados obtenidos mediante el uso de Excel 2010 y comparar el porcentaje de grasa trans que se obtendrá en la muestra de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res con el porcentaje límite de ingesta diaria recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para conocer si existe un riesgo en la salud	81
CAPITULO VI	
6.0 CONCLUSIONES	85
CAPITULO VII	
7.0 RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.N°
1	Grasa total extraída de hamburguesa de res	52
2	Grasa total extraída de pierna de pollo frita empanizada	57
3	Gráfico del porcentaje de grasa total extraída de cada una de las matrices y su diferencia	58
4	Regresión ajustada (Estándares Trioleína como Estándar Negativo y Trielaidina como Estándar Positivo)	61
5	Acercamiento del espectro infrarrojo de los estándares que conforman la curva de calibración	62
6	Espectro de los estándares que conforman la Curva de calibración	62
7	Espectro infrarrojo representativo de hamburguesa marca "Burger King al 0.50% de ácidos grasos trans.	63
8	Señalización del pico característico en la región de estudio de 966 cm-1	64
9	Espectro infrarrojo representativo de hamburguesa marca "McDonald's" al 0.56% de ácidos grasos trans	64
10	Señalización del pico característico en la región de estudio de 966 cm-1	65
11	Espectro infrarrojo representativo de hamburguesa marca "Burger King al 0.50% de ácidos grasos trans	65
12	Señalización del pico característico en la región de estudio de 966 cm-1	66
13	Espectro infrarrojo representativo de hamburguesa marca "Wendy's al 0.60% de ácidos grasos trans	66

## INDICE DE FIGURAS

Figura N°		Pág.N°
14	Señalización del pico característico en la región de estudio de 966 cm-1	67
15	Espectro infrarrojo representativo de pierna de pollo frita empanizada marca "Pollo Campero" 8ª etapa al 0.13% de ácidos grasos trans	67
16	Señalización del pico característico en la región de estudio de 966 cm-1	68
17	Espectro infrarrojo representativo de pierna de pollo frita empanizada marca "Pollo Campero" 10ª etapa al 0.28% de ácidos grasos trans.	68
18	Señalización del pico característico en la región de estudio de 966 cm-1	69
19	Espectro infrarrojo representativo de pierna de pollo frita empanizada marca "Pollo Campestre" al 0.16% de ácidos grasos trans	69
20	Señalización del pico característico en la región de estudio de 966 cm-1	70
21	Ejemplo de obtención de la absorbancia de una muestra por el método de la línea base	71
22	Gráfico de porcentaje de grasa trans en Hamburguesa de Res	80
23	Gráfico de porcentaje de grasa trans en Pierna de pollo frita empanizada	80

## INDICE DE TABLAS

Tabla N°		Pág. N°
1	Clasificación de acuerdo a marca y restaurante de las matrices codificadas de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res	45
2	Porcentaje de grasa total de la matriz hamburguesa de res en base a la marca del restaurante	47
3	Promedio del porcentaje de grasa total de las matrices de hamburguesa de res	50
4	Porcentaje de grasa total de la matriz Pierna de pollo frito empanizado en base a la marca del restaurante	52
5	Promedio del porcentaje de grasa total de las matrices de pierna de pollo frito empanizado	56
6	Tabla de resultados de la concentración y absorbancia de los estándares de trioleina y trielaidina	59
7	Absorbancias y porcentajes de grasas trans obtenidos para la matriz hamburguesa de res	72
8	Absorbancias y porcentajes de grasas trans obtenidos la matriz pierna de pollo frito empanizado	76
9	Datos de la matriz hamburguesa de res para el cálculo de la prueba Z	81
10	Datos de la matriz pierna de pollo frito empanizado para el cálculo de la prueba Z	82

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo N°

1. Encuesta del Economista Tomo 101 página 64-65
2. Tablas de resultados de las pruebas piloto realizadas a las matrices de hamburguesa de res y pierna de pollo empanizada
3. Mapa de ubicación donde se recolecto la matriz de pollo frito empanizado y hamburguesa
4. Modelo de viñeta para la identificación de la muestra
5. Método oficial de análisis infrarrojo de grasas según AOAC y traducción al idioma español
6. Reactivos, material y equipo para la determinación de grasas totales
7. Pretratamiento de las muestras de hamburguesa de res y pierna de pollo empanizada antes de su extracción
8. Proceso de extracción de grasas total
9. Grasa obtenida de las muestras de Hamburguesa de res
10. Grasa obtenida de las muestras de Pierna de pollo frito empanizado
11. Reactivos, material y equipo para la cuantificación de grasas trans
12. Equipo de baño PRECITHERM PFV
13. Procedimiento de cuantificación de grasas trans en el equipo de espectrofotometría infrarrojo IR-SHIMADZU AFFINITY
14. Lista de códigos de las matrices de comida rápida utilizadas para el análisis
15. Cálculos de la pendiente, ordenada en el origen y coeficiente de determinación
16. Frecuencias de absorción infrarroja

17. Celda de reflectancia total atenuada en la que se realizaron los análisis de hamburguesa de res y pierna de pollo empanizada
18. Notas de aplicación del extractor de grasa JP Selecta
19. Certificado de análisis de estándares (trielaidina y trioleína) con traducción al idioma español
20. Garantía de pureza de los estándares y su traducción al español

## RESUMEN

Las grasas trans se encuentran en distintos suplementos dietéticos, en su mayoría en nutrientes que son elaborados a partir de grasas hidrogenadas. El objetivo de este trabajo fue determinar la grasa total y grasa trans en dos matrices de comida rápida que se comercializan en el centro comercial Metrocentro 8a etapa y 10a etapa de San Salvador, para lo cual se recolectaron las muestras de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res, en las cuales se determinó el contenido de grasa total mediante el procedimiento de extracción por éter de petróleo, obteniéndose un porcentaje de grasa total de 2.73% para la hamburguesa de res contra los 2.34% de la pierna de pollo frito empanizado. El contenido de grasas trans se cuantificó mediante espectroscopía infrarroja de Transformada de Fourier. Los datos fueron calculados mediante el uso de Microsoft Office Excel 2010, los cuales fueron evaluados utilizando la prueba z para proporciones, mostrando valores de  $\pm 71.75$  para la matriz hamburguesa de res y  $\pm 68.93$  para la pierna de pollo frito empanizada. Los resultados obtenidos de la prueba Z para proporciones para cada una de las muestras indican que no existe un riesgo a la salud por el consumo ocasional de hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizada.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**



## 1.0 INTRODUCCION

Los alimentos que son procesados a nivel industrial se elaboran con gran cantidad de grasas trans, los cuales son ácidos grasos insaturados, que son procesados y sometidos a procesos de hidrogenación, con la finalidad de solidificarlas para uso nutricional y expendio comercial.

Los ácidos grasos trans, incrementan la proporción de las lipoproteínas “de baja densidad (LDL)”, a su vez, reducen las “de alta densidad (HDL)”, produciendo un mayor peligro de problemas cardíacos, provocando infartos, coágulos de sangre y problemas de diabetes. En cuanto a la alimentación y consumo de grasas trans, hasta la fecha, se desconoce la presencia de grasas trans, en hamburguesas y pollo frito, o si cumple con las exigencias designadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cual sugiere, una ingesta calórica menor al 1% de grasas trans, en la dieta.

Para determinar el número de muestras a ser analizadas se efectuó una prueba piloto, en la cual se seleccionaron tres de las matrices de hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado, al azar y de un solo establecimiento, obteniéndose un porcentaje de grasa trans de 1.70% y 1.60%. Con un plan de muestreo dirigido se analizaron 52 muestras de hamburguesa de res y 48 muestras de pierna de pollo frito empanizado.

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Análisis Bromatológico de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, donde se procesaron las muestras y se realizó el análisis de grasa total, utilizando el método de Soxhlet.

Luego se determinaron las grasas trans de las muestras en estudio, utilizando el espectrofotómetro Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR) localizado

en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, en el mes de octubre del 2019, a través del método de análisis infrarrojo de grasas de la Asociación de Comunidades Analíticas (AOAC). Los resultados fueron evaluados y comparados con el porcentaje límite de ingesta calórica diaria de la Organización Mundial de la Salud (OMS), utilizando para ello, la prueba Z de proporciones.

## **CAPITULO II**

### **OBJETIVOS**

## **2.0 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General:**

Determinar la grasa total y grasa trans en comida rápida de dos matrices que se comercializan en 8ª etapa y 10ª etapa de Metrocentro, San Salvador.

### **2.2 Objetivos Específicos:**

- 2.2.1 Recolectar las muestras de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res comercializadas en el Centro Comercial Metrocentro 8ª etapa y 10ª etapa, San Salvador.
- 2.2.2 Analizar el contenido de grasa total en las muestras en estudio mediante el extractor de grasas y aceites DET GRAS marca JP Selecta.
- 2.2.3 Identificar los ácidos grasos trans mediante la comparación de espectros infrarrojos de Transformada de Fourier IR-Shimadzu Affinity.
- 2.2.4 Cuantificar el contenido de grasas trans mediante la espectroscopía infrarroja de Transformada de Fourier IR-Shimadzu Affinity.
- 2.2.5 Calcular resultados, mediante el uso de Excel 2010 y comparar el porcentaje de grasa trans que se obtendrá en la muestra de pierna de pollo frito empanizada y hamburguesa de res con el porcentaje límite de ingesta diaria recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para conocer si existe un riesgo en la salud.

**CAPITULO III**  
**MARCO TEORICO**

### 3.0 MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Lípidos

Para (Melo & Cuamatzi, 2020), Son moléculas orgánicas cuya estructura contiene ácidos grasos o sus derivados. Su característica común, es que son fácilmente solubles. Las grasas, se encuentran en comestibles provenientes de animales o vegetales, ricos en triglicéridos, los cuales presentan grasas saturadas e insaturadas. También, existen otros como esteroides, esteroles, y vitaminas liposolubles.

Este mismo autor, señala, que algunos ácidos grasos de origen vegetal, son nocivos para el hombre, como es el caso del ácido erúcico, presentes en semillas de colza y mostaza, su uso, ha provocado daños en animales usados para prácticas experimentales. Su grado de toxicidad, se relaciona, a enfermedades producidas como cardiovasculares, crónicas y cáncer.

Las grasas, puede causar enfermedades, como el cáncer debido a la participación de antilipoproteínas en el tejido adiposo, como la colina, la metionina, la glicina, la betaína, el ácido fólico, el inositol, el piridoxal, la vitamina B, los ácidos grasos poliinsaturados y los fosfatos. ingesta insuficiente. Fosfolípidos y síntesis de biomembranas. Una baja concentración de estos elementos en la dieta conduce a una cantidad insuficiente de isoformas del citocromo P450 y a un mayor efecto tumoral de ciertos carcinógenos.

Los ácidos grasos poliinsaturados, forman parte de las membranas celulares y también son susceptibles a las reacciones activas de radicales libres. La peroxidación lipídica se produce a través de una reacción en cadena de autooxidación que se extiende a la membrana y funciona a la inversa.

### 3.2 Funciones de los lípidos en la dieta

Se encuentran naturalmente, en los alimentos, como triglicéridos, esteroides y fosfolípidos, además, sirven como aditivos, durante el proceso de nutrición. Desde este punto de vista, los lípidos, especialmente los triglicéridos, son la fuente de energía de mayor concentración (9 kcal/g) consumida en la dieta humana. Aportan al organismo ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico (AL, 18:2 w-6), ácido araquidónico (AA, 20:4 w6) y ácido eicosapentaenoico (AEP, 20:5w-3). y ácido docosahexaenoico (ADH, 22:6 w-3), que se sintetizan pobremente durante el metabolismo celular.

Los eicosanoides tienen funciones biológicas muy importantes, en bajas concentraciones, actúan como hormonas y en elevadas concentraciones actúan como medicamentos. Los restos de oxigenación de los ácidos grasos esenciales se utilizan como medio de interacción entre las células somáticas. Por ejemplo, del 30 % al 50 % del retículo endoplásmico de las células hepáticas se compone de lípidos como, ácidos grasos libres, fosfolípidos triglicéridos, colesterol y ésteres de colesterol. Los esteroides y los ácidos grasos pueden ocupar los sitios de unión del citocromo P450, desplazando así los sustratos exógenos e interfiriendo con su asimilación. Una dieta baja en ácido linoleico reduce la acción de algunas enzimas que metabolizan las toxinas. (1)

Los lípidos en los alimentos mejoran las características quimiorreceptoras. Los lípidos, ejercen un papel esencial, en la composición, sabor y color de los alimentos. Estos alteran frecuentemente, el equilibrio de las propiedades químicas, físicas y nutricionales. Los lípidos insaturados son uno de los elementos más inestables de los nutrientes, ya que reaccionan fácilmente con el oxígeno atmosférico, a través de una reacción en cadena de radicales libres, lo que lleva a la pérdida de valor calórico, alteración de las propiedades organolépticas (a medida que los productos se vuelven rancios), degradación de

otros nutrientes como como vitaminas, proteínas y agregación de lípidos con otras macromoléculas. (1)

Por esta razón, se debe asegurar que los lípidos se mantengan presentes, durante todo el procesamiento industrial de los alimentos, desde la materia prima hasta el almacenamiento, distribución y consumo, por lo que es necesario emplear técnicas, mediante el uso de antioxidantes naturales o sintéticos para estabilizarlos (1)

### 3.3 Oxidación de lípidos

Es el resultado de una reacción de la enzima lipoperoxidasa o de la acción del oxígeno singlete ( $1O$ ). Incluye las siguientes acciones: a) la formación de radicales libres, que inician el proceso de oxidación; b) formación de hidroperóxidos como principal producto de reacción; c) formación de productos de oxidación secundarios y d) formación de productos de oxidación terciarios. (1)

### 3.4 Grasas

En bioquímica, las grasas son compuestos insolubles en agua con átomos de carbono e hidrógeno unidos covalentemente. La abreviatura de acilglicerol es un éster formado al unir uno, dos o más ácidos grasos a moléculas de glicerol para formar monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos, respectivamente, que deben modificarse estructuralmente antes de que puedan ser absorbidos en el intestino. Cuanto más bajo es el punto de fusión, más fácil se absorbe. Esta absorción es más fácil cuando la temperatura corporal es inferior a  $37^{\circ}\text{C}$ . (2)

La grasa es el compuesto más concentrado, de calorías y energía, proporcionando 9 calorías por porción por gramos de grasa La cantidad diaria recomendada es una quinta parte, o el 20 por ciento, de su ingesta calórica, la



grasa verdadera, consiste en elementos de hidrógeno, carbono, y oxígeno, pero en una estructura distinta a las de los carbohidratos. Estas grasas, se llaman también, ácidos grasos <sup>(2)</sup>. Para fines de etiquetado nutricional, las concentraciones se expresan en gramos de triglicéridos, por lo que los cálculos estequiométricos son necesarios para cambiar el método de extracción y el método gravimétrico para los ácidos grasos de éster metílico utilizados en la cromatografía de gases. <sup>(2)</sup>

Los alimentos que poseen menos de 0,5 g de grasa saturada por porción se enumeran en sus etiquetas de contenido como: Cero. <sup>(2)</sup>

### 3.5 Función de las grasas en el organismo

- Son fuentes de calorías y energía.
- Contienen las vitaminas liposolubles A, D, E y K.
- Estos elementos, te hacen sentir lleno, porque se digieren más lentamente, que los carbohidratos y las proteínas.
- Ejercen un papel en el funcionamiento de los tejidos.
- La grasa almacenada está disponible como reservas de combustible corporal.

<sup>(2)</sup>

### 3.6 Tipos de grasas

La grasa, consiste en moléculas de triglicéridos, que forman ácidos grasos. Estos, se dividen, según la presencia de dobles enlaces en sus moléculas, como resultado de lo cual se forman diferentes tipos de grasas:

- Grasas saturadas (sin dobles enlaces): presentes en alimentos de origen animal, como la leche, carnes y embutidos. Es una grasa que solidifica a temperatura ambiente. También se encuentran en aceites vegetales como el aceite de coco o el aceite de palma (utilizados en tortas industriales,

snacks y productos procesados). Consumir grasas saturadas ayuda a subir el colesterol, el colesterol LDL (colesterol malo), <sup>(3)</sup>

- Grasas insaturadas (tienen dobles enlaces): Se encuentran en alimentos vegetales como el aceite de girasol, de oliva o de maíz. También se encuentra en nueces y semillas de sésamo, girasol y lino. Se caracterizan por el número de dobles enlaces presentes.
- Monoinsaturados (enlaces simples y dobles): Predomina el ácido oleico y se encuentra especialmente en el aceite de oliva y otros aceites de semillas como el de girasol o el de canola. Además de almendras, nueces y maní. Se recomienda, consumir este tipo de grasa de tal manera que se mantengan los niveles de colesterol.
- Enlaces poliinsaturados (dos o más dobles enlaces): son esenciales para el cuerpo humano, porque no pueden producirse naturalmente, ya que se obtienen de la dieta diaria, participan en la regulación de procesos metabólicos como el sistema cardiovascular, inmunológico y pulmonar <sup>(3)</sup>. Se encuentran en productos vegetales y animales. Entre ellos se encuentran dos familias:
  - Omega 3: Pescados grasos como aceite de soja y aceite de canola, nueces, salmón, arenque, atún, caballa, anchoas, sardinas, etc., ricos en ácido linolénico, ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentaenoico (EPA).
  - Omega 6: El ácido linoleico de este grupo se encuentran los aceites: de soja, maíz, girasol y los frutos secos.
  - Ácidos grasos trans: También se denominan insaturados, se forman del procesamiento industrial, llamado hidrogenación, donde varía su estructura de insaturados a saturados y se convierten en grasas sólidas. Se encuentran en snacks, frituras, horneados y alimentos preparados. También se encuentran naturalmente en carnes de res, cordero o productos lácteos.

El consumo de grasas trans tiene un efecto más negativo en el cuerpo que las grasas saturadas porque aumenta el colesterol LDL y los triglicéridos y reduce el colesterol HDL (colesterol bueno) en la sangre, lo que aumenta el peligro de enfermedad arterial coronaria y enfermedad cardíaca, se puede reducir eligiendo el tipo de grasa que consumimos, comiendo los alimentos adecuados y prestando atención al tamaño de las porciones. (3)

### 3.7 Proceso de transformación de grasas.

La modificación los aceites, es principalmente, para el uso de los que no se pueden utilizar para fines comunes, como el aceite de pescado, y de semilla de algodón. Estos productos parcialmente hidrogenados aumentan la vida útil y reducen la necesidad de enfriamiento. Debido a que se necesita polvo de hornear para estabilizar las grasas sólidas a temperatura ambiental, estos, pueden sustituir las grasas de fuentes animales, como la mantequilla o manteca. La industria alimentaria ha desarrollado modificadores de aceite para una variedad de usos. El objetivo principal de estos procesos es cambiar el punto de fusión del aceite para mejorar sus propiedades funcionales específicas, así como aumentar la estabilidad del aceite tratado. Las principales reacciones de modificación que se llevan a cabo son: hidrogenación, fraccionamiento de grasas, transesterificación.

La hidrogenación de grasas implica una reacción química, a la temperatura y presión adecuada, en la que se añade Hidrógeno a los dobles enlaces de los triglicéridos, este, se produce por electroquímica reactiva o por proceso de electrólisis, el catalizador puede ser níquel o dióxido de silicio. Esto se hace para saturar la grasa y elevar el punto de fusión final del producto terminado, haciéndolo resistente a la oxidación, etc.

Este proceso, es el único empleado en la industria del petróleo, que cambia la estructura molecular de los glicéridos. La química resultante es compleja por

varias razones, una de las cuales corresponde a la isomerización simultánea de enlaces insaturados. Además, los ésteres deben tener una cadena de una, dos o más unidades de insaturación. Cada doble enlace puede aislarse o hidrogenarse en diferentes proporciones según la posición o el entorno molecular.

Se puede dividir en: hidrogenación total e hidrogenación parcial, esta última es donde se forman las grasas trans, donde la reacción química se detiene, los átomos de hidrógeno entran en actividad, con un doble enlace para saturarse por completo, lo que significa que se elimina hidrógeno y se forman nuevos enlaces insaturados, desde la configuración Cis a Trans <sup>(4)</sup>. Esto se produce, debido a que los estos, están compuestos por diferentes proporciones o porcentajes de cadenas de ésteres de ácidos grasos, lo que da como resultado reacciones competitivas; algunos ácidos grasos reaccionan más rápidamente que otros, por lo que no están completamente saturados <sup>(4)</sup>

### 3.8 Tipos de extracción de grasas

Dependiendo del solvente y del estado de agregación de la sustancia extraíble, existen diferentes métodos de extracción, a saber: sólido-líquido, líquido-líquido, sólido-gas, líquido-gas, pero los lípidos existen en la naturaleza como sólidos o líquidos. La extracción sólido-líquido consiste en separar la grasa, que forma parte de la matriz, y disolverla en un líquido. Los métodos tradicionales de extracción sólido-líquido se pueden dividir en dos categorías:

- Método que requiere aporte calórico: Soxhlet. Sistema Soxtec HT y extracción por microondas Soxhlet.
- Métodos que no requieren aporte térmico: mezcla ultrasónica y mezcla simple.

### 3.9 Toxicidad originada por el procesamiento de las grasas

Las grasas y aceites ocupan, un papel importante en la industria, debido a las propiedades funcionales, organolépticas y nutricionales que estas poseen, pero durante su procesamiento o almacenamiento se producen diversos compuestos que pueden afectar de una forma u otra a la salud. Los principales cambios en los lípidos, en la dieta son el enranciamiento hidrolítico (llamado lipólisis) y el enranciamiento oxidativo. (1)

La rancidez hidrolítica, se manifiesta en la liberación de ácidos grasos libres a altas temperaturas, o bajo la influencia de lipasas. Es poco probable que produzca productos tóxicos. En ocasiones, se puede detectar porque puede crear sabores apetitosos (por ejemplo, durante la maduración del queso). (1)

### 3.10 Ácidos grasos trans

Las grasas trans se distinguen en una variedad de nutrientes y suplementos. Estos provienen de fuentes naturales, como la grasa de la leche, pero la mayoría proviene de alimentos elaborados con grasas hidrogenadas. La margarina es la fuente principal, pero hoy en día los alimentos como las frituras y la comida rápida poseen estos compuestos. (1)

El valor nutricional de los ácidos grasos trans, especialmente su efecto sobre las lipoproteínas de alta densidad y lipoproteínas de baja densidad (LDL y HDL, respectivamente) se ha estudiado durante muchos años. Algunos estudios sugieren que los ácidos grasos trans, pueden acrecentar las concentraciones séricas de LDL y reducir las de HDL. (1)

Desde la perspectiva alimenticia, los ácidos grasos trans se consideran, el producto resultante, de todos los ácidos grasos insaturados no conjugados, aislados, que contienen uno o más dobles enlaces en la geometría trans. En los Estados Unidos, estas grasas, no están etiquetados si contienen menos de 0,5

gramos por porción, mientras que los alimentos se consideran libres de grasas trans en Canadá si contienen menos de 0,2 gramos por porción. <sup>(1)</sup>

Los ácidos grasos trans pueden unirse a los fosfolípidos de la membrana y causar cambios en el empaquetamiento y la fluidez porque sus propiedades estructurales son más similares a los ácidos grasos saturados que a los isómeros cis-insaturados. La presencia de ácidos grasos trans reduce la síntesis de prostaglandinas 1 y 3, que tienen un efecto anticoagulante, porque inhiben la acción de elongasas y desaturasas, que afectan la síntesis de ácidos grasos de cadena larga, cuyo precursor es el ácido araquidónico. La oxidación de los ácidos grasos trans es incompleta, lo que hace que se acumulen. Los ácidos grasos trans pueden incorporarse a las lipoproteínas séricas y aumentar los niveles de lipoproteína A y LDL. <sup>(1)</sup>

### 3.11 Espectroscopía Infrarroja

La espectroscopia infrarroja (IR) se conoce como la velocidad a la que un sólido, líquido o gas absorbe diferentes frecuencias de radiación IR. Las moléculas pueden absorber la radiación infrarroja debido a los cambios vibratorios que se producen, lo que da como resultado movimientos de extensión y flexión. <sup>(5)</sup>

La región infrarroja del espectro electromagnético cubre la radiación con longitudes de onda de 12.800 a 10  $\text{cm}^{-1}$ , lo que pertenece a longitudes de onda de 0,78 a 1000  $\mu\text{m}$ . Desde su uso, como en la instrumentación, es conveniente dividir el espectro infrarrojo en tres regiones conocidas como infrarrojo cercano, infrarrojo medio e infrarrojo lejano. El equipo de espectroscopia de Fourier infrarrojo es relativamente económico, lo que aumenta en gran medida la cantidad y el tipo de radiación utilizada. Este aumento se debe a la relación señal-ruido y el límite de detección, que es un orden de magnitud más alto de lo que se puede lograr con instrumentos con interferómetros utilizados para el análisis cuantitativo y cualitativo. Las aplicaciones de esta región espectral

también están comenzando a aparecer en estudios de superficie, de estado sólido usando reflectancia total atenuada. (5)

**CAPITULO IV**  
**DISEÑO METODOLOGICO**



## 4.0 DISEÑO METODOLOGICO

### 4.1 Tipo de estudio:

#### Experimental:

La extracción de grasa total en muestras de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res se realizó en el Laboratorio de Análisis Bromatológico y la determinación de grasas trans en la grasa extraída de pollo frito y hamburguesa se realizó en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

#### Transversal:

Los análisis fueron realizados en los meses comprendidos de junio a noviembre del 2019

#### Exploratorio:

Este trabajo investigó el contenido de grasa total y cuantificación de grasa trans, presentes en hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado, los cuales son causante de riesgo para la salud. La determinación de grasas trans se realizó con el método oficial 2000.10 Determinación de grasas trans insaturadas totales aisladas, mediante espectroscopía ATR-FTIR.

### 4.2 La investigación bibliográfica.

Se realizó en las siguientes bibliotecas:

- Biblioteca "Dr. Benjamín Orozco" de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca "P. Florentino Idoate, S. J.", Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"(UCA)
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.

- Internet.

### 4.3 Investigación de campo

Con el objeto, de seleccionar las matrices de comida rápida para la respectiva investigación, e identificar cuál centro comercial es el de mayor preferencia para el consumo de dichas matrices, se utilizó la información brindada por la encuesta realizada por la Unidad de investigación del Grupo Dutriz de LPG Datos (Ver Anexo N°1).

#### 4.3.1 Prueba piloto

Tomando en cuenta la información brindada por la encuesta realizada por la Unidad de Investigación del Grupo Dutriz de LPG Datos; el pollo frito empanizado y la hamburguesa de res son ampliamente consumidos en El Salvador y dado que no hay ningún estudio acerca de la determinación de grasa total y grasa trans presentes en dichas matrices, se seleccionaron la pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res para esta investigación.

Se realizaron pruebas preliminares con la finalidad de conocer la cantidad de grasas trans presentes en estas matrices a fin de obtener el dato de probabilidad de éxito.

Para las pruebas preliminares se tomaron tres muestras al azar de un solo establecimiento. Se realizó el análisis de la muestra, para obtener la concentración de grasas trans obteniéndose como resultados, para la matriz pierna de pollo frito empanizado de 1.60% y para la matriz de hamburguesa de res de 1.70% (Ver anexo N°2).

#### 4.3.2 Universo

Las matrices de hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado

#### 4.3.3 Muestra

Las piernas de pollo frito empanizado y hamburguesas de res que se recolectaron en los restaurantes del Centro Comercial Metrocentro, San Salvador 8ª Etapa y 10ª Etapa (Ver Anexo N°3).

#### 4.3.4 Tamaño de muestra

Se empleó la ecuación para tamaño de población infinita  $n = Z^2 \times P \times Q / E^2$  para calcular el número de muestras, que se analizaron de la matriz de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res, esta ecuación se utiliza cuando está delimitada la población y se conoce la cantidad de elementos que la forman. Donde, Z es el nivel de confianza de la distribución normal estándar (usualmente  $Z = 1.96$  a un 95% de certeza), P es la probabilidad de éxito esperada, Q es la probabilidad de fracaso esperada que es  $1 - P$  sabiendo que  $P + Q = 1$ , E es el error muestral absoluto o de otra forma es el margen de error que aceptamos y n es el tamaño de la población que vamos a encuestar. <sup>(6)</sup>

– Datos para pierna de pollo frita empanizada

$$z^2 = 1.96, p = 0.016, q = 0.984, e = 0.05$$

$$n = 1.96^2 \cdot 0.016 \cdot 0.984 / 0.05^2.$$

$$n = 24.19 = 24 \text{ muestras de la matriz de pollo frito}$$

$$n = 24 \times 2 = 48 \text{ muestras}$$

Se tomaron 24 muestras de pierna de pollo frita empanizada las cuales se analizaron por duplicado obteniéndose un total de 48 muestras

- Datos para hamburguesa de res

$$z^2 = 1.96, p = 0.017, q = 0.983, e = 0.05$$

$$n = 1.96^2 * 0.017 * 0.983 / 0.05^2$$

$$n = 25.67 = 26 \text{ muestras de la matriz hamburguesa}$$

$$n = 26 \times 2 = 52 \text{ muestras que se analizaron}$$

Se tomaron 26 muestras de hamburguesa de res las cuales se analizaron por duplicado haciéndose un total de 52 muestras; por lo tanto, se obtuvieron 100 muestras para ambas matrices de comida rápida.

#### 4.4 Parte experimental

##### 4.4.1 Muestreo

El muestreo que se realizó fue dirigido ya que se eligieron algunos establecimientos pertenecientes a la población para la toma de muestras.

##### 4.4.2 Recolección de muestras

Se tomaron datos de las muestras de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res en el Centro Comercial Metrocentro, San Salvador 8<sup>a</sup> y 10<sup>a</sup> etapa de acuerdo con la información brindada por la encuesta realizada por la Unidad de Investigación del Grupo Dutriz.

Las muestras, se trasladaron, en su respectivo empaque, y fueron almacenadas en una bolsa de cierre hermética e identificándolas con su etiqueta (Ver Anexo N° 4).

#### 4.4.3 Transporte de muestras

Las muestras recolectadas se transportaron en hielera al Laboratorio de Análisis Bromatológico de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador para conservar las características cualitativas y cuantitativas.

#### 4.4.4 Método de análisis

Para el análisis experimental, se utilizó el procedimiento que tiene su fundamento en el método oficial para cuantificar grasas trans de la Asociación de Comunidades Analíticas (AOAC) (Ver anexo N° 5).

#### 4.4.5 Extracción de materia grasa

Para extraer las grasas se aplicó el método físico de separación mediante el cual por afinidad química entre el disolvente y la sustancia se separan de los demás componentes no solubles presentes en la matriz.

#### 4.4.6 Método de extracción de Soxhlet para la determinación de grasas totales

Implica una extracción semicontinua de solvente que se acumula durante 5 a 10 minutos en una cámara de extracción que rodea completamente la muestra, que luego se vuelve a aspirar en el matraz. Este método asegura el efecto de ablandamiento de la muestra y no provoca la formación de canales. La cantidad de grasa se mide por la pérdida de peso de la muestra, o el peso de la grasa extraída. <sup>(8)</sup>

#### 4.4.6.1 Reactivos, material y equipo (Ver Anexo N° 6)

#### 4.4.6.2 Preparación de la muestra

- Procedimiento de preparación de la muestra de pierna de pollo frito empanizado
  - Retirar el hueso de manera mecánica de la matriz de pollo frito empanizado
  - Reducir la superficie de contacto de la muestra en trozos lo más pequeño posible
  
- Procedimiento de preparación de la muestra de hamburguesa de res (Ver Anexo N° 7)
  - Los elementos (lechuga, cebolla, pepinillo y pan) se retiraron de manera mecánica de la matriz hamburguesa de res que no se utilizaron para la extracción de grasa total.
  - Se redujo la superficie de contacto de la muestra en trozos lo más pequeño posible utilizando una licuadora o un extractor de alimentos.
  
- Procedimiento de extracción de grasas totales para las muestras de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res (Ver Anexo N° 8)
  - Las matrices del respectivo análisis se procesaron en un extractor de alimentos, de manera que se homogenizarán completamente

- En un Erlenmeyer de 125 mL previamente rotulado se pesó 25 g de muestra homogénea en una balanza analítica.
- Se adicionó 10 mL de éter de petróleo a la muestra en una cámara de extracción de gases, se agitó por 5 minutos y luego se dejó sedimentar por otros 5 minutos más
- La solución de grasa, aceite y éter de petróleo se filtró mediante un embudo de vidrio en cápsulas de porcelana previamente identificadas y con mucho cuidado
- Durante 8 horas se dejó en reposo la solución de grasa y éter de petróleo para volatilizar el solvente.
- Se pesó la cápsula de porcelana con la grasa
- La grasa total se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{g de la grasa en la muestra}}{\text{g de la muestra seca}} \times 100$$

4.4.7 Cálculo de la obtención de la grasa total en la muestra de hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado (Ver Anexo N° 9 y N°10)

#### Hamburguesa de res

- Peso de la cápsula de porcelana de la muestra HBM1 de hamburguesa de res = 59.3355 g, Peso cápsula de porcelana + grasa de muestra HBM1 de hamburguesa de res= 59.7922 g,
- Aplicando la fórmula para obtener la grasa obtenida de la matriz HBM1 = (Peso de la cápsula de porcelana de la muestra de hamburguesa de res + grasa de la muestra)- Peso de la cápsula de porcelana de muestra
- g de la grasa en la muestra= 59.7922g -59.3355 g
- g de la grasa en la muestra = 0.4567 g

#### Pierna de pollo frito empanizado

- Peso de la cápsula de porcelana de la muestra PC1 = 57.7420 g,  
Peso cápsula de porcelana + grasa de muestra PC1 de la pierna de pollo frito empanizado= 58.2634 g,
- Aplicando la fórmula para obtener la grasa obtenida de la matriz PC1 = (Peso de la cápsula de porcelana de la muestra de pierna de pollo frito empanizado + grasa de la muestra)- Peso de la cápsula de porcelana de muestra
- g de la grasa en la muestra= 58.2634 g- 57.7420 g
- g de la grasa en la muestra = 0.5214 g

#### 4.4.8 Determinación de grasas trans en las muestras de hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado mediante ATR-FTIR <sup>(18)</sup>.

##### 4.4.8.1 Reactivos, material y equipo (Ver Anexo N° 11)

##### 4.4.8.2 Preparación de la muestra (Ver Anexo N° 12)

- Las grasas sólidas de las muestras de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res se fundieron y mezclaron correctamente.
- La porción que se utilizó para el análisis fue previamente filtrada

##### 4.4.8.3 Procedimiento de análisis infrarrojo para determinar grasas trans en las muestras de pollo frito (pierna de pollo frito empanizado) y hamburguesa de res (Ver Anexo N°13)

- Se realizó el encendido del espectrofotómetro IR y la computadora



- El programa IR-Solución se inicia.
- Se conectó el computador, por medio del programa con el espectrofotómetro IR, usando el comando Measure, comando Admin, Inicializar.
- Dejar un tiempo para equilibrar
- Permitir que el programa registre las condiciones del equipo y que reconozca automáticamente el accesorio ATR.
- En las condiciones iniciales del equipo con la unidad ATR armada sin muestra
- Dejar correr el barrido como sigue: utilizar el comando Measure, y presionar BKG
- Obtener el espectro blanco (Background).
- Tomar una cantidad de 1 mL de muestra, y colocar en un tubo de boca ancha de 50 mL utilizando una espátula.
- Se trató la muestra de la siguiente manera: Colocar el tubo de ensayo que contiene la muestra en un Baño María Precitherm PFV o Baño de Vapor y controlar con un termómetro para que la temperatura se encuentre a  $62\text{ C}^\circ \pm 2\text{ C}^\circ$ , hasta fundirse y haya una separación de las fases.
- Tomar una pequeña cantidad de muestra fundida con una pipeta.
- Colocar la muestra distribuida uniformemente en el cristal de la celda de cuarzo y acoplarla en la unidad ATR del equipo Infrarrojo Shimadzu IR-Affinity.
- Analizar la muestra presionando el comando Measure
- Recolectar los datos de la muestra en el espacio coment y presionar Sample
- Obtener los espectros de cada una de las muestras por separado e identificarlas en el rango de 4000 a los  $500\text{ cm}^{-1}$ .

- Limpiar la celda de cuarzo con un pañuelo suave y luego con un algodón
- Observar si existe la presencia de la deformación del doble enlace carbono-carbono del isómero Trans que aparece en el rango de los 960-980  $\text{cm}^{-1}$ .

#### 4.4.9 Cálculos

Usando un rango de longitud de onda que abarca el espectro de absorción de 1050 a 900  $\text{cm}^{-1}$ , la región por debajo de la banda de 966  $\text{cm}^{-1}$  se integra entre el límite de 900-945  $\text{cm}^{-1}$ . La absorbancia se calcula usando el método de línea base. Calcule la ecuación de regresión lineal para el área calibrada frente al porcentaje del área calibrada utilizando espectros del estándar trans. Usando la pendiente y la intersección del estándar trans, calcule el porcentaje trans de la muestra de prueba sustituyendo el valor del área integrada de la banda trans en la siguiente ecuación:

Grasas trans como TE, % = [área de intersección]/pendiente <sup>(9)</sup>.

Se informa que los resultados están dentro del 0,1%. <sup>(5)</sup>

#### 4.5 Diseño estadístico

A los datos que se obtuvieron de las muestras de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res se les realizó la prueba Z para proporciones la cual evalúa el porcentaje de cada población normalmente distribuida con un tamaño de muestra de mayor tamaño y varianza conocida <sup>(10)</sup>. A cada resultado de esta evaluación se le aplicó la prueba de hipótesis para comparar si es mayor o igual al porcentaje límite de grasas trans permitido por la OMS <sup>(11)</sup>.

Hipótesis nula  $H_0$ : ( $\geq 1.0\%$ )

Hipótesis alterna  $H_1$ : ( $< 1.0\%$ )

Se trabajó con un nivel de significancia del 0.05 % en el cual el valor de P si resultaba mayor que dicho nivel de significancia se rechazaría la hipótesis nula de cada muestra. La tabulación de datos se realizó en el programa de Excel 2010.

**CAPITULO V**  
**RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS**

## 5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos para la determinación de la grasa total y trans en las matrices de comida rápida seleccionadas y que se comercializan en el centro comercial Metrocentro 8ª etapa y 10ª etapa de San Salvador, de acuerdo con los objetivos planteados para esta investigación.

### 5.1 Recolectar las muestras de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res

Las muestras de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res se recolectaron e identificaron en Metrocentro San Salvador 8ª etapa y 10ª etapa para ser trasladadas hacia el Laboratorio de Toxicología y Análisis Bromatológico de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador. Al visitar las etapas del área delimitada del Centro Comercial Metrocentro se obtuvo la información que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N°1. Clasificación de acuerdo a marca y restaurante de las matrices codificadas de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res

Matriz	Restaurante	Cantidad	Códigos de muestras	Localización
Pierna de pollo frito empanizado	Campero	30	PC1 al PC15	Food Court Metrocentro 8ª etapa
			PC16 al PC30	Food Court Metrocentro 10ª etapa
	Campestre	18	PA31 al PA48	Food Court Metrocentro 10ª etapa
Hamburguesa de res	McDonald's	19	HBM1 al HBM19	Food Court Metrocentro 8ª etapa
	Burger King	20	HBK33 al HBK52	Food Court Metrocentro 8ª etapa
	Wendy's	13	HBW20 al HBW26	Food Court Metrocentro 8ª etapa
			HBW27 al HBW32	Food Court Metrocentro 10ª etapa

Fuente: Elaboración propia

Se observó que en los restaurantes de comida rápida del centro comercial Metrocentro 8ª etapa y 10ª etapa donde se recolectaron las matrices para el respectivo análisis se mantienen operando hoy en día por lo cual se consideran como los lugares preferidos por la población.

Se seleccionó para la matriz pierna de pollo frito empanizado las marcas Campero y Campestre, para la matriz hamburguesa de res se designaron las marcas McDonald's, Burger King y Wendy's. brindándoles un código e identificándolas en su empaque (Ver Anexo 14)

Para las matrices de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res, se recolectaron diariamente 24 muestras de pierna de pollo frito empanizado y 26 muestras de hamburguesa de res haciendo los análisis por duplicado para llegar a un total de 100 muestras al final del muestreo para que de esta manera se facilitara sus respectivos análisis. Debido a la afluencia de consumidores, la toma de muestras se realizó al mediodía entre las 12:00 y las 13:00 horas, ya que las grasas que se utilizan en este tipo de cocción sufren más hidrogenación por las altas temperaturas.

## 5.2 Análisis del contenido de grasa total en las muestras en estudio mediante el extractor de grasas y aceites DET GRAS de la marca JP Selecta

Se llevó a cabo el procedimiento de extracción de grasas totales descrito en la parte experimental, al obtener el resultado de la grasa total extraída de cada una de las muestras se realizó el cálculo del porcentaje de grasa total.

### 5.2.1 Cálculo del porcentaje de grasa total en la muestra de hamburguesa de res

- Peso de la muestra 1 de la Hamburguesa de res McDonald's (HBM1) = 25.0002 g.
- Peso de la grasa obtenida de la primera muestra= 0.4567 g
- Aplicando la fórmula % de grasa total obtenida

$$\frac{\text{g de la grasa en la muestra}}{\text{g de la muestra seca}} \times 100$$

- %= 0.4567 g/25.0002 g x 100
- %= 1.83

### 5.2.2 Cálculo de la grasa total en la muestra de pierna pollo frito empanizado

- Peso de la muestra 1 de la Pierna de pollo frita empanizada Campero (PC1) = 25.0002 g.
- Peso de la grasa obtenida de la primera muestra = 0.5214 g
- Aplicando la fórmula % de grasa total obtenido

$$\frac{\text{g de la grasa en la muestra}}{\text{g de la muestra seca}} \times 100$$

- % = 0.5214 g/25.0002 g x 100
- %= 2.09

Tabla N° 2. Porcentaje de grasa total de la matriz hamburguesa de res en base a la marca del restaurante.

Código de muestra	Peso de la muestra	Peso de la cápsula de porcelana + grasa	Peso de la grasa	Porcentaje de grasa total extraída
HBM1	25.0002	59.7922	0.4567	1.83
HBM2	25.0020	53.2242	0.4889	1.96
HBM3	25.0008	59.0227	0.5025	2.01
HBM4	25.0010	47.0560	0.4923	1.97
HBM5	25.0003	74.6935	0.5284	2.11
HBM6	25.0005	83.5050	0.6011	2.40
HBM7	25.0018	80.0830	0.5425	2.17

Tabla N°2 (Continuación)

HBM8	25.0006	74.3281	0.5137	2.05
HBM9	25.0021	78.6190	0.5296	2.12
HBM10	25.0004	75.9965	0.5206	2.08
HBM11	25.0009	60.0147	0.4922	1.97
HBM12	25.0012	55.2436	0.4681	1.87
HBM13	25.0014	57.4581	0.4893	1.96
HBM14	25.0000	49.2394	0.4574	1.83
HBM15	25.0014	71.0126	0.5325	2.13
HBM16	25.0005	81.2647	0.5578	2.23
HBM17	25.0006	73.5843	0.5162	2.06
HBM18	25.0000	76.1483	0.5384	2.15
HBM19	25.0000	105.9104	0.7466	2.99
HBW20	25.0003	106.0735	0.7685	3.07
HBW21	25.0004	43.4275	0.7529	3.01
HBW22	25.0004	42.7153	0.8098	3.24
HBW23	25.0003	72.6932	0.8137	3.25
HBW24	25.0000	104.2586	0.7913	3.17
HBW25	25.0007	105.3674	0.8249	3.30
HBW26	25.0008	41.8725	0.8522	3.41
HBW27	25.0010	44.6957	0.7534	3.01



Tabla N°2 (Continuación)

HBW28	25.0009	70.2688	0.7552	3.02
HBW29	25.0010	56.2385	0.7736	3.09
HBW30	25.0007	102.3192	0.7941	3.18
HBW31	25.0000	73.1754	0.7954	3.18
HBW32	25.0001	44.0696	0.6248	2.50
HBK33	25.0006	56.6238	0.6479	2.59
HBK34	25.0001	76.5058	0.7536	3.01
HBK35	25.0012	73.1313	0.7484	2.99
HBK36	25.0008	46.9627	0.7066	2.83
HBK37	25.0014	78.2681	0.8025	3.21
HBK38	25.0014	103.5687	0.9823	3.93
HBK39	25.0009	45.3642	0.7921	3.17
HBK40	25.0009	53.9584	0.8027	3.21
HBK41	25.0004	50.7435	0.6933	2.77
HBK42	25.0007	50.2644	0.7015	2.81
HBK43	25.0011	75.2389	0.7842	3.13
HBK44	25.0008	46.5671	0.6835	2.73
HBK45	25.0014	75.5843	0.7952	3.18
HBK46	25.0016	49.2581	0.6875	2.75
HBK47	25.0003	79.3645	0.8253	3.30

Tabla N°2 (Continuación)

HBK48	25.0008	75.2583	0.7514	3.01
HBK49	25.0006	77.2682	0.7759	3.10
HBK50	25.0011	73.4365	0.7123	2.85
HBK51	25.0010	60.0658	0.6625	2.65
HBK52	25.0020	73.1756	0.7076	2.83

Fuente: Elaboración propia

Los resultados en la tabla N°3 muestran el promedio del porcentaje de grasa total promedio obtenido de cada una de las matrices de hamburguesa de res recolectadas en las tres marcas de restaurante con sus respectivos códigos; se observó que existe una diferencia en el porcentaje de grasa total obtenido en cada una de las matrices siendo las hamburguesas de res analizadas con los códigos HBW20 al HBW32 las de mayor porcentaje de grasa total obtenido ya que presentan una leve diferencia con respecto a las del código HBK33 al HBK52 y una diferencia mayor con las hamburguesas de res provenientes de los códigos HBM1 al HBM19.

Tabla N° 3. Promedio del porcentaje de grasa total de las matrices de hamburguesa de res

Marca	Códigos de muestra	Promedio
McDonald's	HBM1 al HBM19	2.09
Wendy's	HBW20 al HBW32	3.11
Burger King	HBK33 al HBK52	3.00

Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de cálculos del promedio de hamburguesas de res McDonald's, Wendy's y Burger King

- Hamburguesas McDonald's

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{\text{n}^\circ \text{ de muestras recolectadas en el restaurante}} \times 100$$

$$\bar{x} = 38.89/19$$

$$\bar{x} = 2.09\%$$

- Hamburguesas Wendy's

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{\text{n}^\circ \text{ de muestras recolectadas en el restaurante}} \times 100$$

$$\bar{x} = 40.43/13$$

$$\bar{x} = 3.11\%$$

- Hamburguesas Burger King

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{\text{n}^\circ \text{ de muestras recolectadas en el restaurante}} \times 100$$

$$\bar{x} = 60.05/20$$

$$\bar{x} = 3.00\%$$

La Figura N°1 muestra el gráfico del porcentaje de grasa total de la matriz hamburguesa de res de manera general, en el cual se puede observar que el valor más alto del porcentaje de grasa total es de 3.93% y el valor más bajo de porcentaje de grasa total fue de 1.83%, esta diferencia es sugerida por algunas publicaciones científicas las cuales relacionan que las grasas de estos tipos de alimentos la cuales se cocinan sufren mayor hidrogenación a mayor exposición al calor o al aumentar el tiempo de cocinado provocando el aumento del porcentaje de grasas (12).

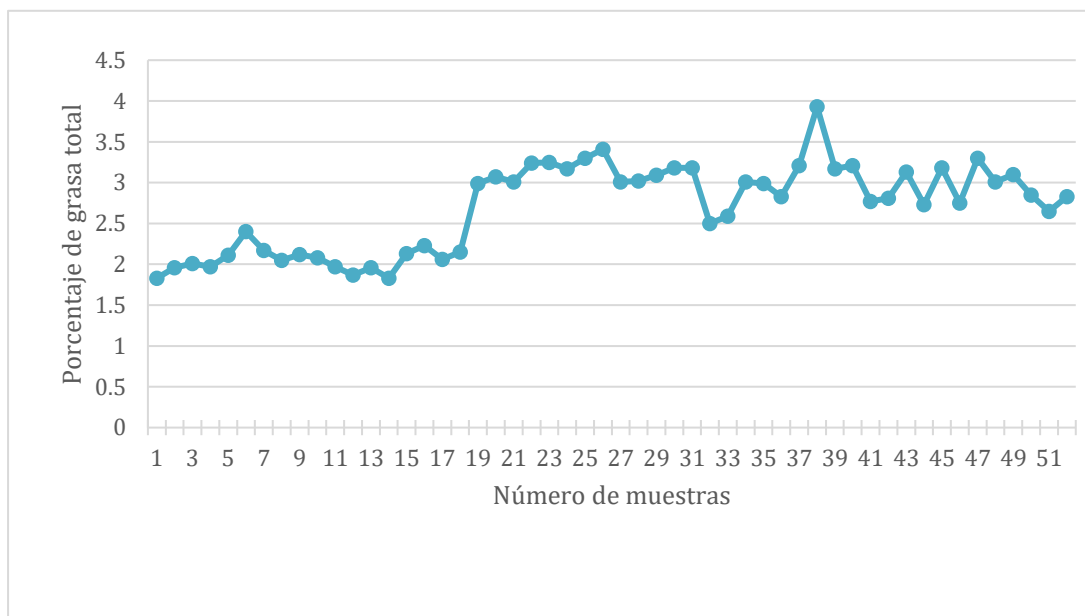


Figura N°1. Gráfica de grasa total extraída de hamburguesa de res

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4. Continuación del Porcentaje de grasa total de la matriz Pierna de pollo frito empanizado en base a la marca del restaurante

Código de muestra	Peso de la muestra	Peso de cápsula de porcelana + grasa	Peso de la grasa	Porcentaje de grasa total extraída
PC1	25.0002	58.2634	0.5214	2.09
PC2	25.0020	75.9965	0.5429	2.17
PC3	25.0003	55.2689	0.5101	2.04
PC4	25.0001	43.2517	0.5067	2.03
PC5	25.0008	77.3682	0.6518	2.61

Tabla N°4 (Continuación)

PC6	25.0009	105.2174	0.6684	2.67
PC7	25.0010	102.3574	0.6329	2.53
PC8	25.0000	74.3281	0.6458	2.58
PC9	25.0000	77.6928	0.6503	2.60
PC10	25.0007	45.2588	0.5288	2.12
PC11	25.0014	60.0147	0.5536	2.21
PC12	25.0006	58.2574	0.5869	2.35
PC13	25.0000	55.8214	0.5327	2.13
PC14	25.0000	46.3574	0.5543	2.22
PC15	25.0022	69.2581	0.6358	2.54
PC16	25.0021	86.1475	0.7113	2.84
PC17	25.0011	74.0126	0.6325	2.53
PC18	25.0014	78.1564	0.5977	2.39
PC19	25.0007	103.1211	0.6545	2.62
PC20	25.0003	45.6338	0.5009	2.00
PC21	25.0001	44.8972	0.5178	2.07
PC22	25.0008	41.9965	0.5397	2.16
PC23	25.0009	78.5824	0.5826	2.33
PC24	25.0000	96.8512	0.6674	2.67

Tabla N°4 (Continuación)

PC25	25.0007	77.6391	0.6081	2.43
PC26	25.0005	46.6769	0.5243	2.10
PC27	25.0030	44.6957	0.5844	2.34
PC28	25.0008	74.2857	0.6593	2.64
PC29	25.0003	55.8094	0.5504	2.20
PC30	25.0005	111.2579	0.6489	2.60
PA31	25.0008	73.1754	0.5937	2.37
PA32	25.0001	45.0203	0.5028	2.01
PA33	25.0008	59.8711	0.5761	2.30
PA34	25.0005	77.2358	0.6284	2.51
PA35	25.0002	75.6941	0.5997	2.40
PA36	25.0014	44.6662	0.5296	2.12
PA37	25.0011	80.1458	0.6158	2.46
PA38	25.0000	71.2438	0.5899	2.36
PA39	25.0000	49.6385	0.5400	2.16
PA40	25.0000	56.2594	0.5570	2.23
PA41	25.0000	52.6982	0.5389	2.16

Tabla N°4 (Continuación)

PA42	25.0005	49.7436	0.5033	2.01
PA43	25.0006	73.5694	0.6487	2.59
PA44	25.0009	50.5627	0.5464	2.19
PA45	25.0010	71.4294	0.6294	2.52
PA46	25.0002	47.3585	0.5321	2.13
PA47	25.0006	79.3645	0.6427	2.57
PA48	25.0007	102.5665	0.6590	2.64
PA47	25.0006	79.3645	0.6427	2.57
PA48	25.0007	102.5665	0.6590	2.64

Fuente: Elaboración propia

Los resultados en la tabla N°4 muestran el promedio del porcentaje de grasa total obtenido de cada una de las matrices de pierna de pollo frita empanizada recolectadas en las dos marcas de restaurantes con sus respectivos códigos; se observó que no hay una diferencia significativa entre las piernas de pollo frito empanizados provenientes de los códigos PC1 al PC30 con las piernas de pollo fritos empanizados analizadas de los códigos PC31 al PC48.

Tabla N° 5. Promedio del porcentaje de grasa total de las matrices de hamburguesa de res

Marca	Códigos de muestra	Promedio
Pollo Campero	PC1 al PC30	2.36
Pollo Campestre	PA31 al PA 48	2.32

Fuente: Elaboración propia

- Pierna de pollo frita empanizada Campero

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{\text{n}^\circ \text{ de muestras recolectadas en el restaurante}} \times 100$$

$$\bar{x} = 70.81/30$$

$$\bar{x} = 2.36\%$$

- Pierna de pollo frita empanizada Campestre

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{\text{n}^\circ \text{ de muestras recolectadas en el restaurante}} \times 100$$

$$\bar{x} = 41.73/18$$

$$\bar{x} = 2.32\%$$

En la Figura N°2 muestra el gráfico del porcentaje de grasa total de la matriz pierna de pollo frita empanizada de manera general, en el cual se puede observar que el valor más alto del porcentaje de grasa total es de 2.84% y el valor más bajo de porcentaje de grasa total fue de 2.0%, esto demuestra que no hay mucha diferencia en el porcentaje de grasa total extraída de la matriz pierna de pollo frito empanizado de acuerdo al restaurante utilizado para la obtención de las muestras o del tipo de empanizado utilizado.



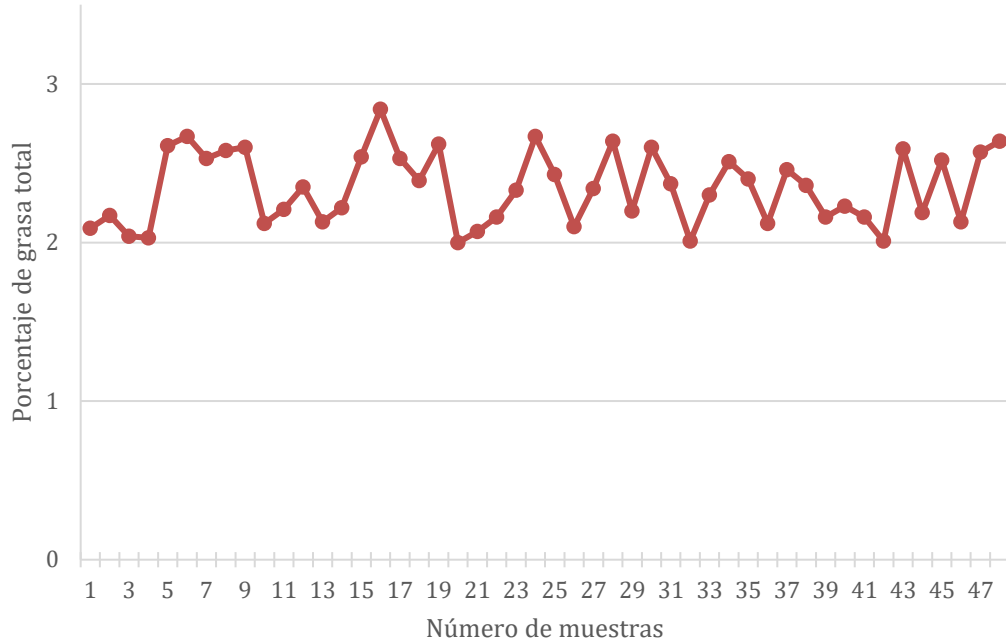


Figura N°2 Gráfica de grasa total extraída de pierna de pollo frito empanizado  
Fuente: Elaboración propia

La Figura N° 3 muestra el porcentaje promedio de grasa total extraída de cada una de las matrices de comida rápida, se observa una diferencia de 0.36% entre la grasa total extraída de la hamburguesa de res y la grasa extraída de la pierna de pollo frita empanizada lo cual indica una mayor cantidad de grasa producida en las hamburguesas de res (grasa saturada, grasa insaturada y grasa trans) debido al aumento del tiempo de cocinado de la carne de las hamburguesas como sugieren algunas publicaciones científicas (12).

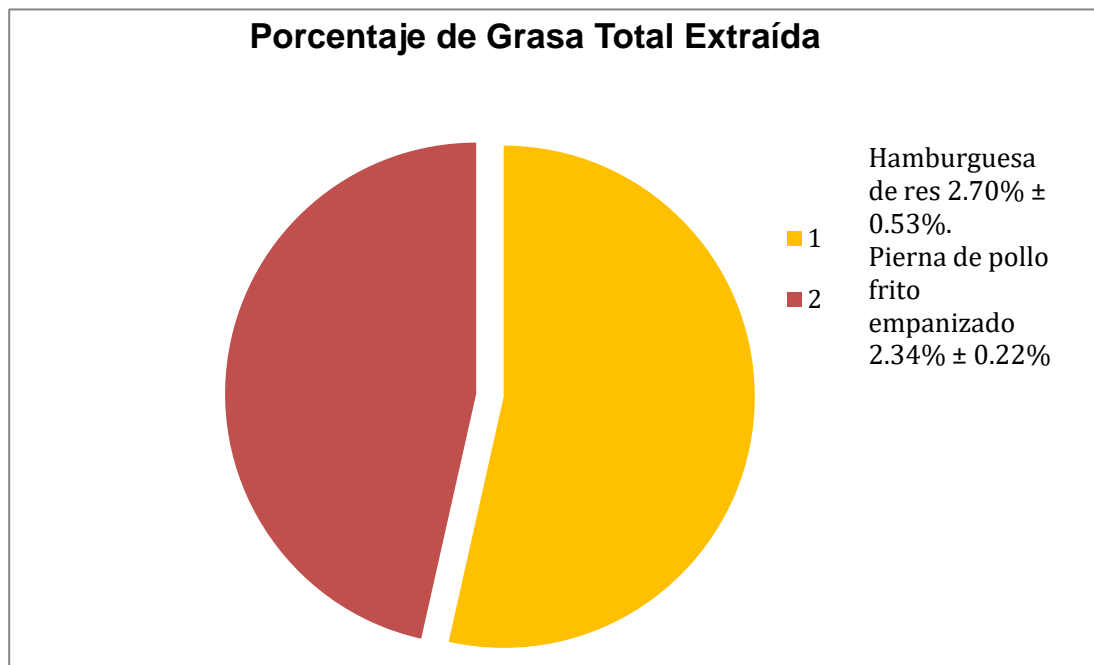


Figura N°3 Gráfico del porcentaje de grasa total extraída de cada una de las matrices y su diferencia.

Fuente: Elaboración propia

### 5.3 Identificar los ácidos grasos trans mediante la comparación de espectros infrarrojos de Transformada de Fourier IR-Shimadzu Affinity

Previo a la lectura de las muestras, se tomaron de referencia la información y los datos para la lectura de la curva de calibración de los estándares trioleína (estándar negativo) y trielaidina (estándar positivo) de la tesis de Propuesta de Validación del método de espectroscopía infrarroja para la cuantificación de grasas trans en margarina de la siguiente manera <sup>(13)</sup>:

Se prepararon soluciones de estándar: trioleína (estándar negativo) y trielaidina (estándar positivo). Las concentraciones fueron del 0% al 50%, se realizaron 3 determinaciones de cada nivel de concentración de estándar para obtener la curva de calibración y con los datos obtenidos se calculó la estadística de la regresión <sup>(13)</sup>.

En la tabla N°6 se muestra el intervalo de concentración (mg/mL) de los estándares Trioleína como estándar negativo y el de Trielaidina como estándar positivo y la intensidad en absorbancia.

Tabla N°6. Tabla de resultados de la concentración y absorbancia de los estándares trioleína y trielaidina

N°	Concentración % (x)	Intensidad de la señal Abs (y)	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>	xy
1	0.0	0.100	0.00	0.010	0.0000
2	0.5	0.107	0.25	0.0111	0.054
3	1.0	0.105	1.00	0.0111	0.105
4	5.0	0.130	25.00	0.017	0.650
5	5.0	0.145	25.00	0.021	0.725
6	10.0	0.189	100.00	0.036	1.890
7	20.0	0.296	400.00	0.088	5.920
8	30.0	0.389	900.00	0.151	11.670
9	40.0	0.451	1600.00	0.203	18.040
10	50.0	0.557	2500.00	0.310	27.850

Tabla N°6 (Continuación)

11	50.0	0.544	2500.00	0.296	27.200
$\Sigma$	211.5	3.013	8051.25	1.155	94.10
$\Sigma^2$	44732.3	9.078			
N	11				
Promedio		0.274			

Fuente: Elaboración propia

- Pendiente (b1): igual a 0,009, el coeficiente b1 es la pendiente de la línea: cambio medio en la absorbancia del estándar (y) para cada concentración de estándar (x). <sup>(13)</sup>
- Ordenada desde el origen (b0): igual a 0.099, la ordenada desde el origen indica dónde se corta la función lineal y qué tan lejos está el rango lineal del origen. <sup>(13)</sup>
- Coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>): igual a 0,997, lo que significa que el 99,7% de la variación de la variable dependiente (absorción) puede ser explicada por la variable independiente (concentración). <sup>(13)</sup>
- Criterios de aceptación: coeficiente de determinación  $r^2 \geq 0,98$ . Esto demuestra que los valores del coeficiente de determinación obtenidos son cercanos a la unidad y además se demuestra un resultado razonablemente lineal.

Para los cálculos de pendiente, ordenada al origen y coeficiente de determinación <sup>(13)</sup>. (Ver Anexo N°15)

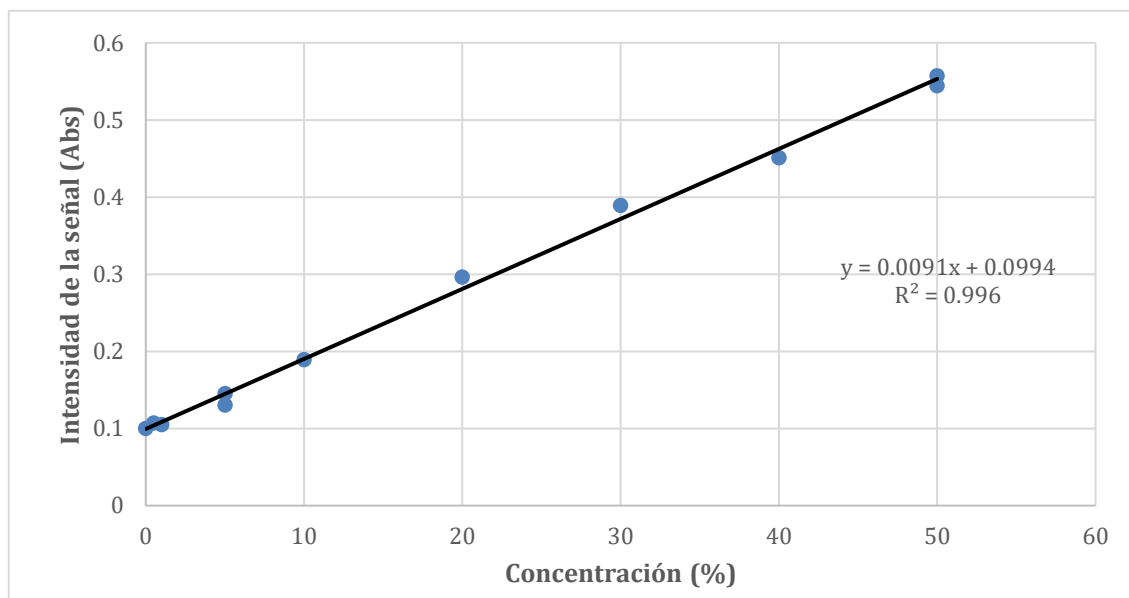


Figura N°4 Regresión ajustada (Estándares Trioleína como Estándar Negativo y Trielaidina como Estándar Positivo)

Fuente:Elaboración propia

Se observa que la recta de regresión del gráfico se ajusta a una línea recta cuya ecuación es  $y=0.0091x + 0.0994$  ( $y=mx+b$ ) <sup>(13)</sup>.

Por medio del espectrofotómetro infrarrojo de Transformada de Fourier con unidad de Reflectancia Total Atenuada IR-Shimadzu Affinity, se procedió al análisis de las 100 muestras indicadas en la metodología (48 muestras de pierna de pollo frita empanizada y 52 muestras de hamburguesa de res) según el procedimiento escrito en la parte experimental obteniéndose un espectro por cada muestra, en los cuales se observó la presencia de grasas trans en la región de  $966\text{ cm}^{-1}$ .

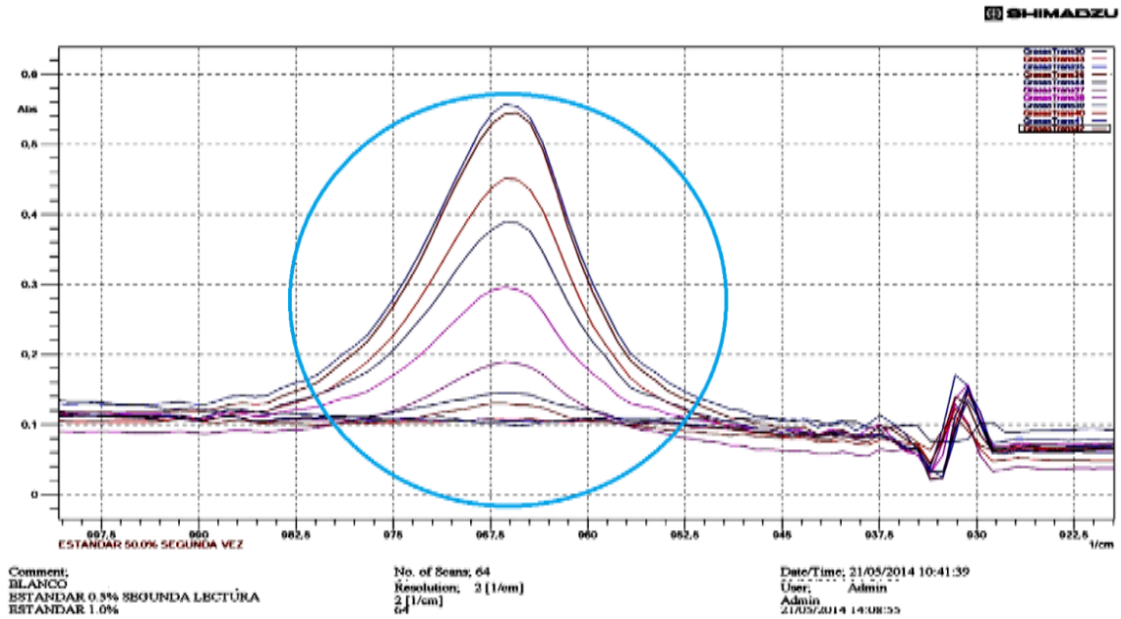


Figura Nº 5 Acercamiento del espectro infrarrojo de los estándares que conforman la curva de calibración

Fuente: Elaboración propia

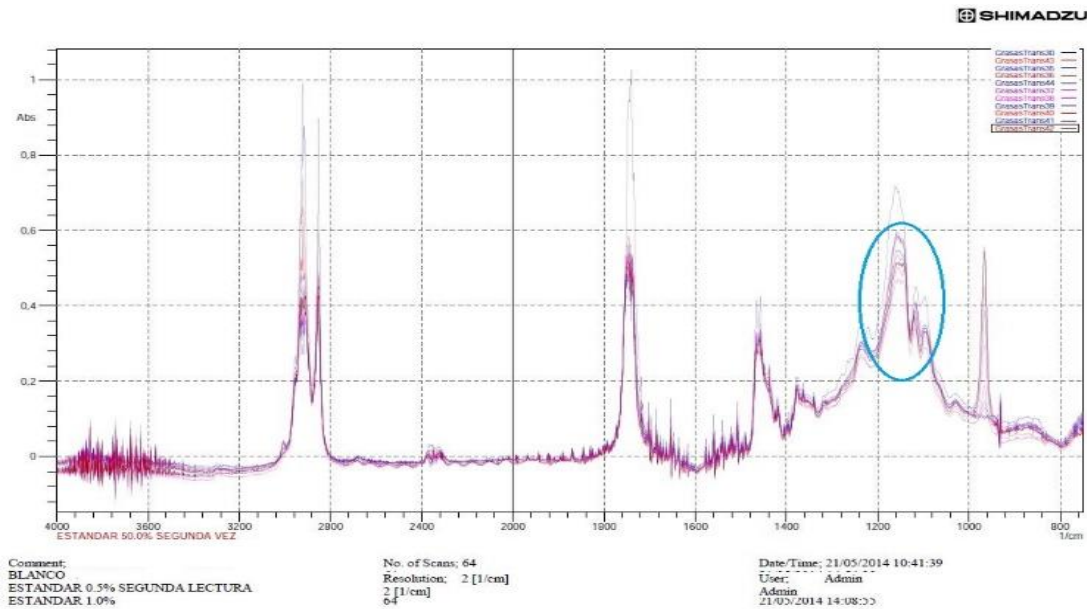


Figura Nº 6 Espectro de los estándares que conforman la Curva de calibración

Fuente: Elaboración propia

Los espectros obtenidos por marca y presentación de la matriz hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado fueron los siguientes (incluye el espectro infrarrojo representativo, así como su acercamiento a la región de estudio de 966  $\text{cm}^{-1}$ ).

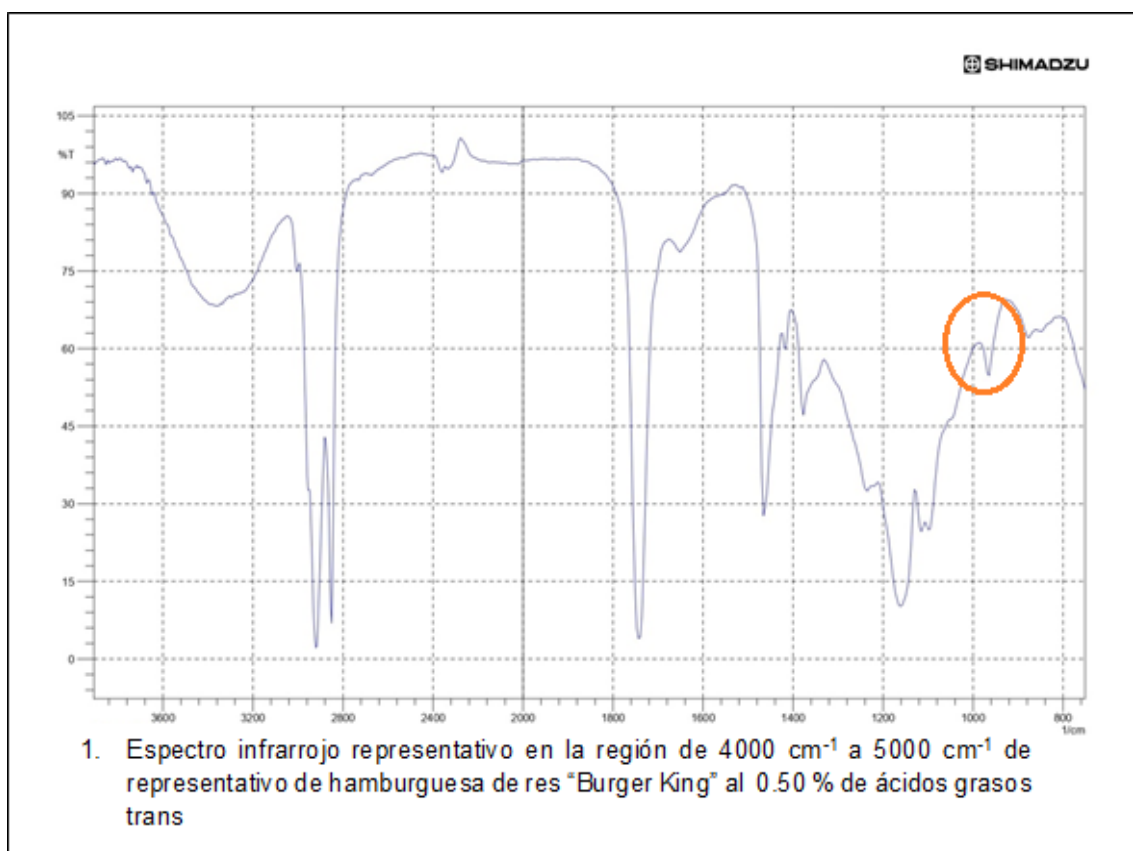


Figura N° 7 Espectro infrarrojo representativo de hamburguesa marca "Burger King al 0.50% de ácidos grasos trans.

Fuente: Elaboración propia

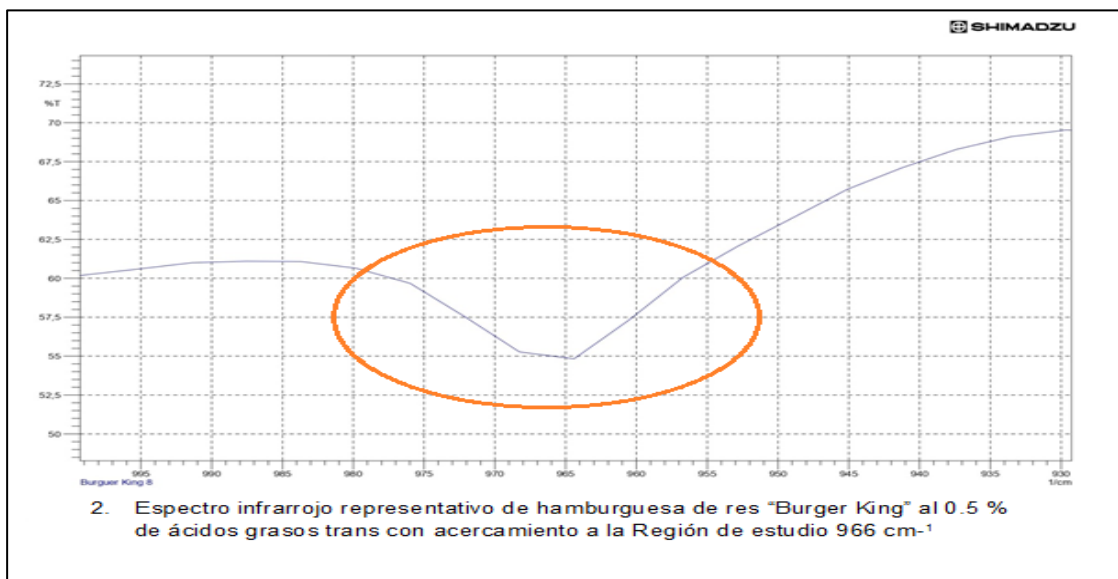


Figura N° 8 Señalización del pico característico en la región de estudio de 966  $\text{cm}^{-1}$

Fuente: Elaboración propia

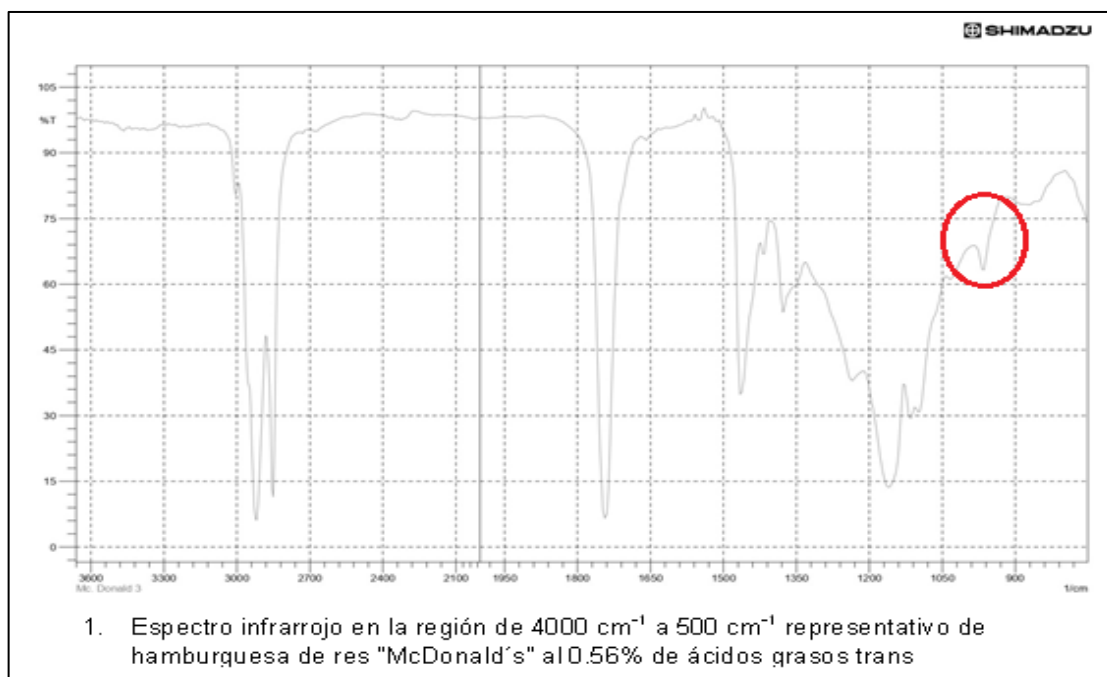


Figura N° 9 Espectro infrarrojo representativo de hamburguesa marca "McDonald's" al 0.56% de ácidos grasos trans

Fuente : Elaboración propia



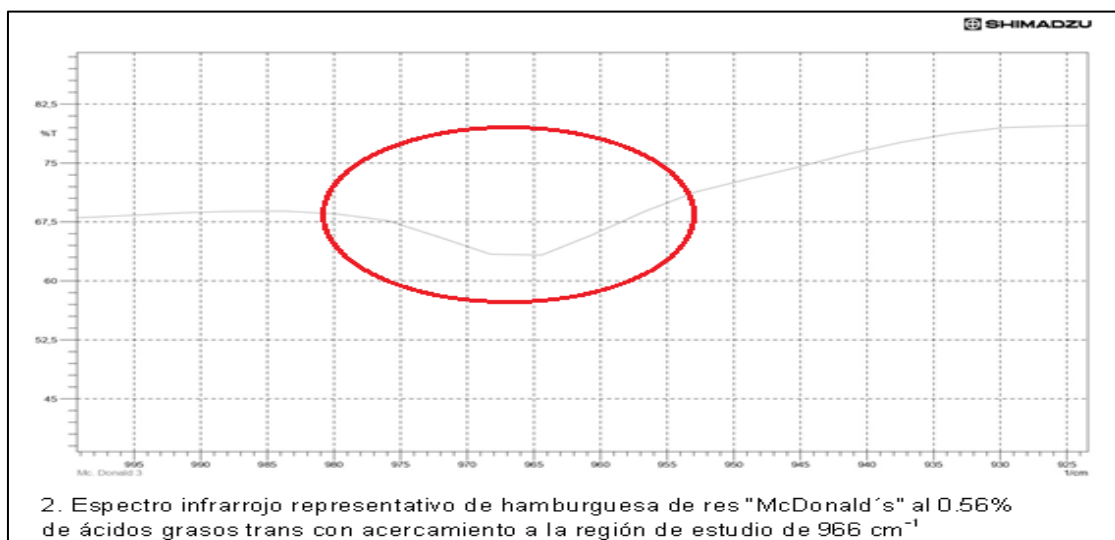


Figura N° 10 Señalización del pico característico en la región de estudio de 966  $\text{cm}^{-1}$

Fuente: Elaboración propia

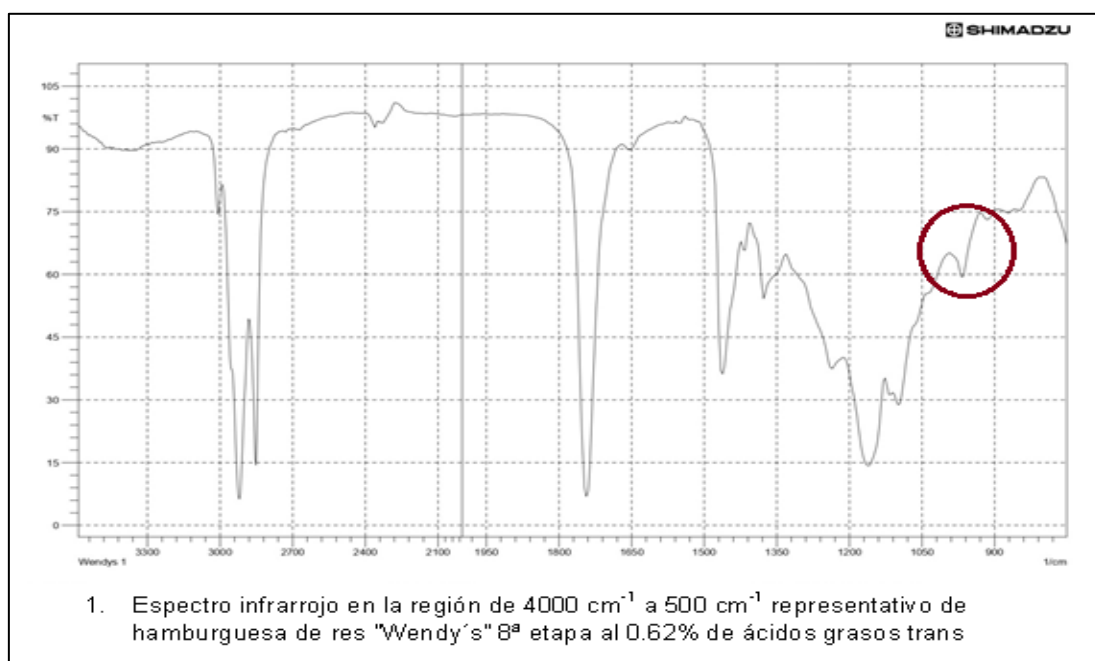


Figura N° 11 Espectro infrarrojo representativo de hamburguesa marca "Burger King al 0.50% de ácidos grasos trans.

Fuente: Elaboración propia

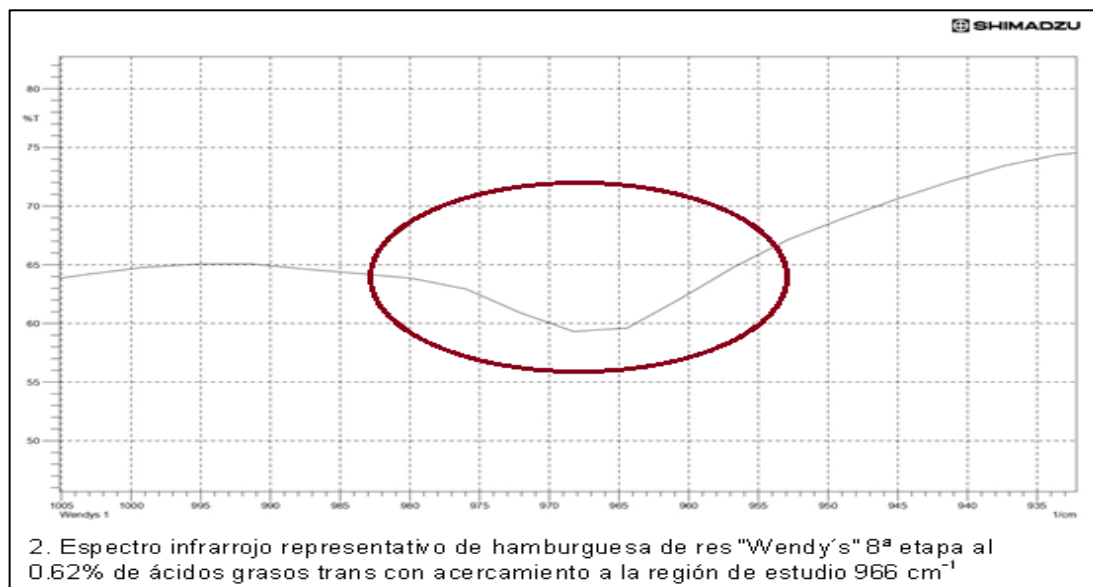


Figura N° 12 Señalización del pico característico en la región de estudio de 966  $\text{cm}^{-1}$

Fuente: Elaboración propia

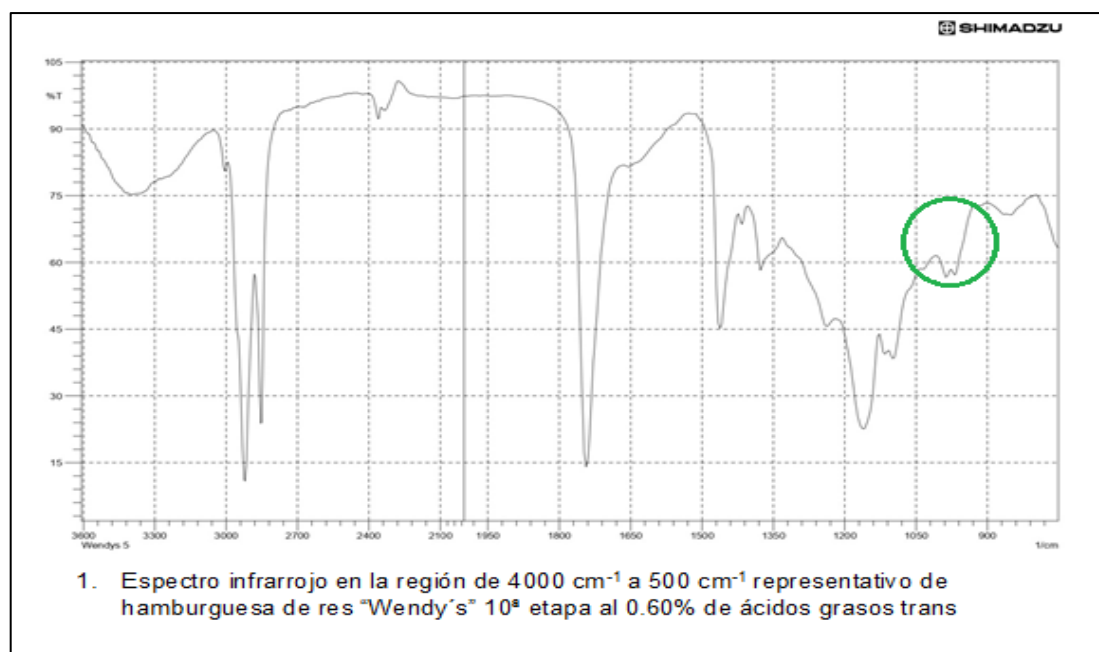


Figura N°13 Espectro infrarrojo representativo de hamburguesa marca "Wendy's" al 0.60% de ácidos grasos trans.

Fuente: Elaboración propia

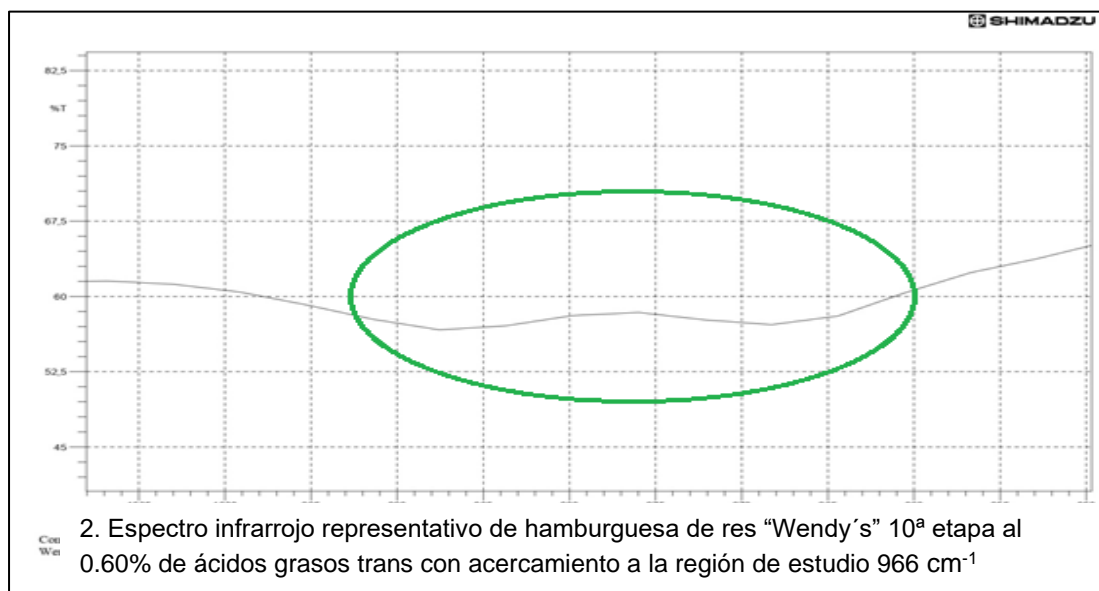


Figura N°14 Señalización del pico característico en la región de estudio de 966  $\text{cm}^{-1}$

Fuente: Elaboración propia

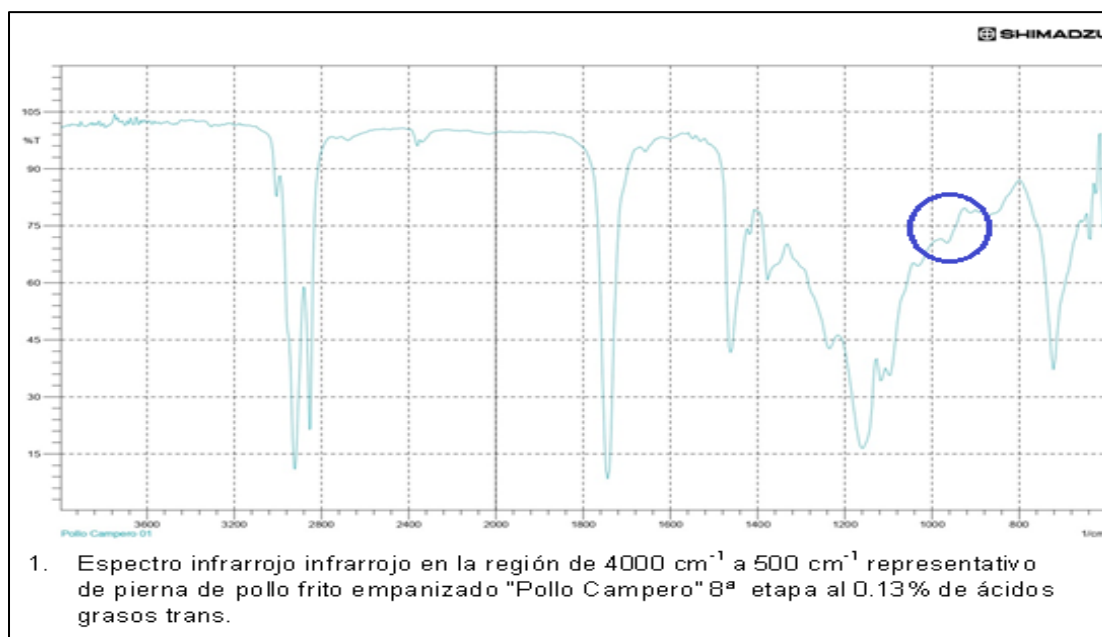


Figura N°15 Espectro infrarrojo representativo de pierna de pollo frito empanizado marca "Pollo Campero" 8ª etapa al 0.13% de ácidos grasos trans.

Fuente: Elaboración propia

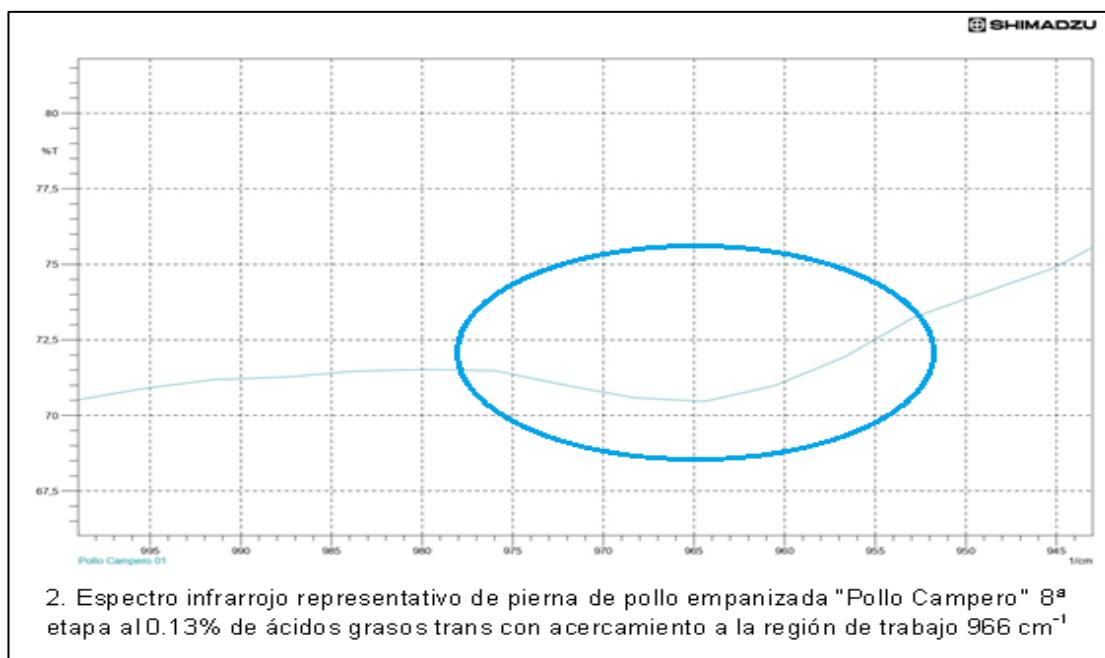


Figura N°16. Señalización del pico característico en la región de estudio de 966  $\text{cm}^{-1}$

Fuente: Elaboración propia

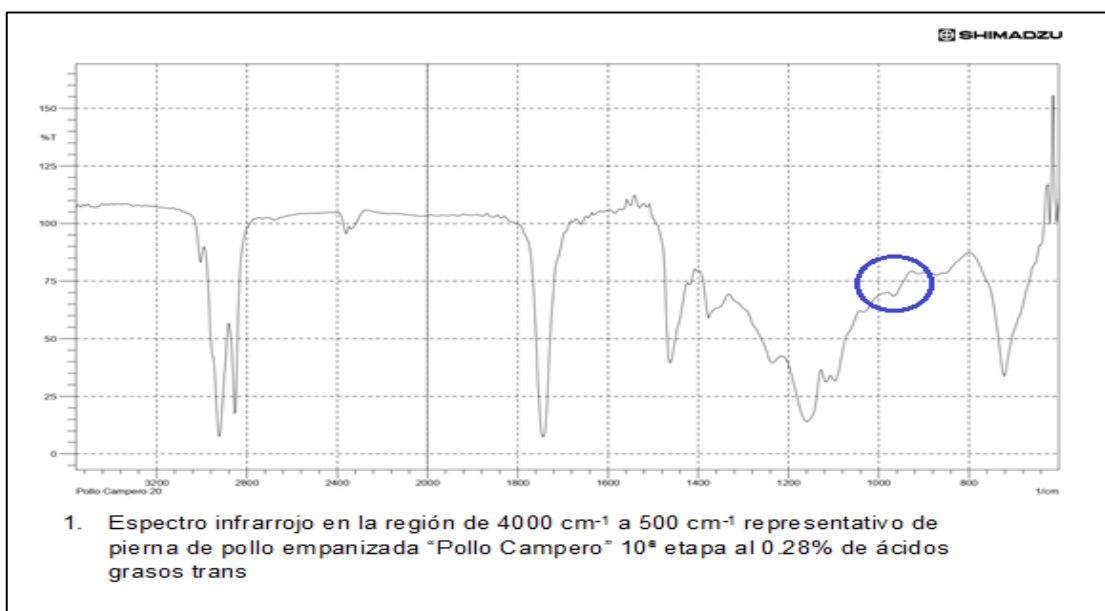


Figura N°17 Espectro infrarrojo representativo de pierna de pollo frito empanizado marca "Pollo Campero" 10ª etapa al 0.28% de ácidos grasos trans.

Fuente: Elaboración propia

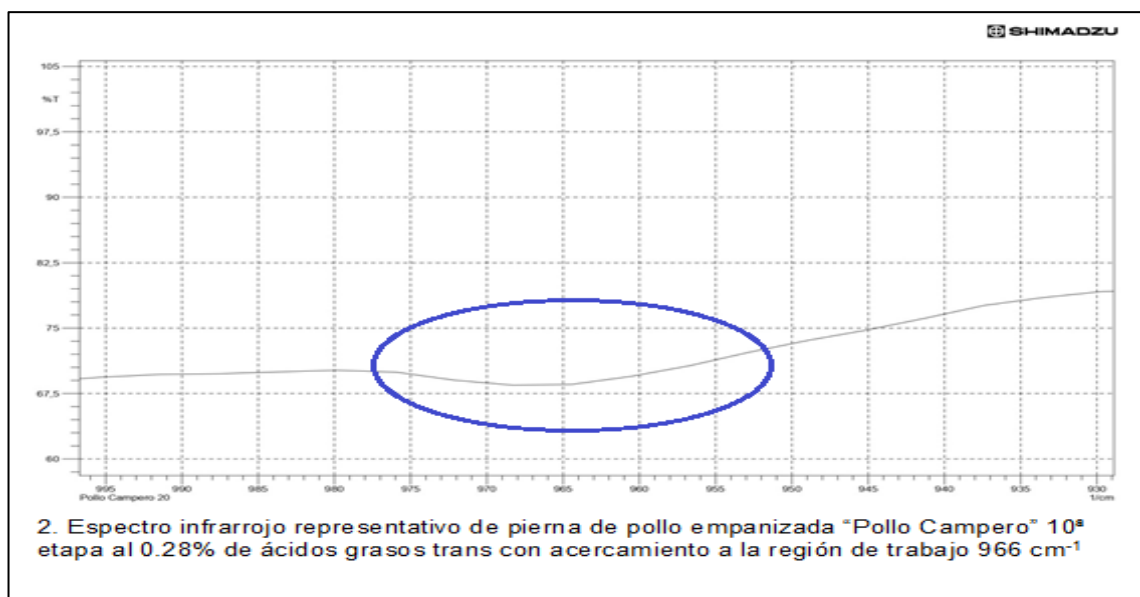


Figura N°18. Señalización del pico característico en la región de estudio de 966  $\text{cm}^{-1}$

Fuente: Elaboración propia

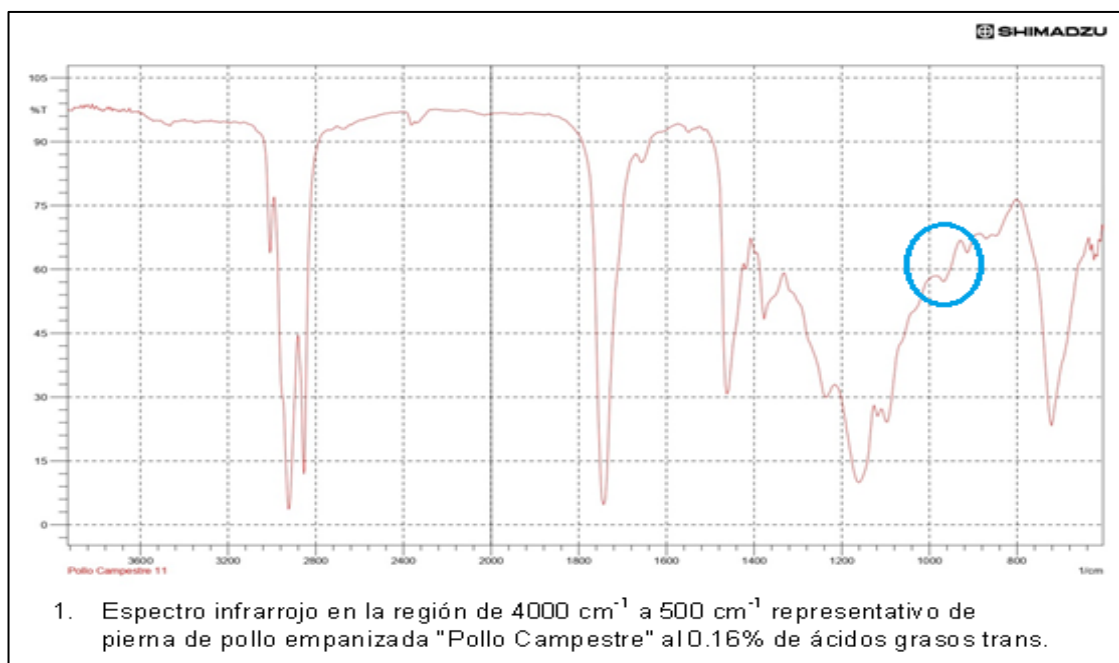


Figura N°19 Espectro infrarrojo representativo de pierna de pollo frito empanizado marca "Pollo Campestre" al 0.16% de ácidos grasos trans.

Fuente: Elaboración propia

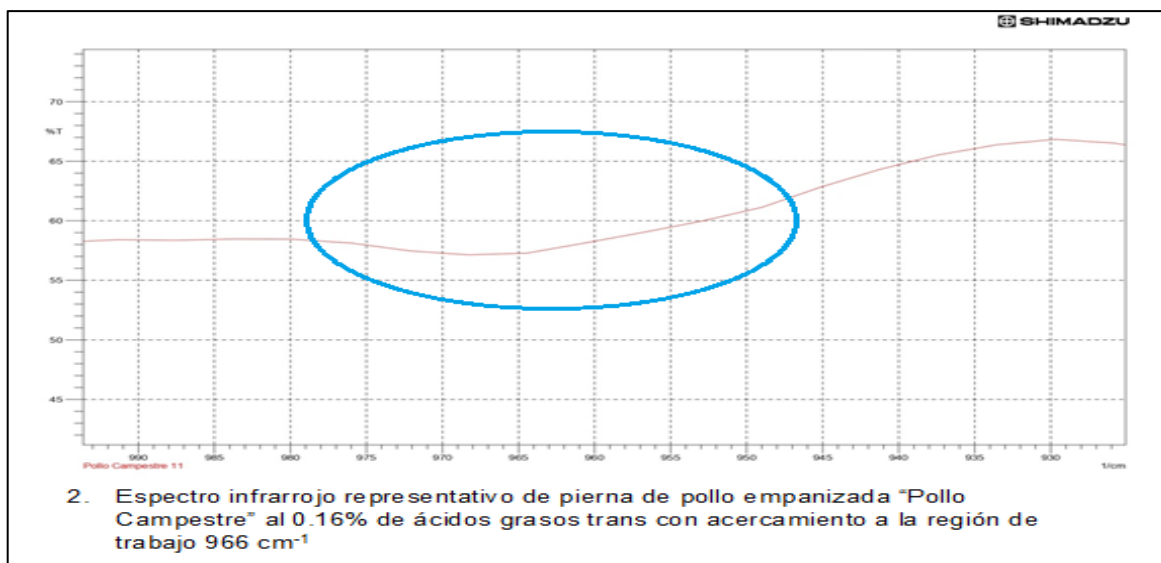


Figura N°20 Señalización del pico característico en la región de estudio de  $966 \text{ cm}^{-1}$

Fuente: Elaboración propia

Las figuras N°7 al N°20 correspondientes a los espectros obtenidos de las matrices de hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado indican la presencia de ácidos grasos trans ya que se observó la deformación fuera del plano del doble enlace C-C del isómero Trans por la flexión del enlace C-H que aparece a la región de  $966 \text{ cm}^{-1}$  (Ver Anexo 16).

#### 5.4 Cuantificar el contenido de grasas trans mediante la espectroscopía infrarroja de Transformada de Fourier

Para el cálculo de las absorbancias de las muestras analizadas se realizó mediante el método de la línea base de la siguiente manera:

- Trazar una línea de valle a valle
- Trazar una línea recta con la frecuencia específica de  $966 \text{ cm}^{-1}$  donde aparece el pico característico de los ácidos grasos trans
- Trazar una línea en el punto donde se cruzan las líneas esto es el rayo incidente

- Trazar una línea donde termina el pico, esto es el rayo transmitido
- Se calcula la absorbancia con la siguiente fórmula:  $A = \log I_0/I$

Donde:

$I_0$  es el rayo incidente

$I$  es el rayo transmitido <sup>(13)</sup>

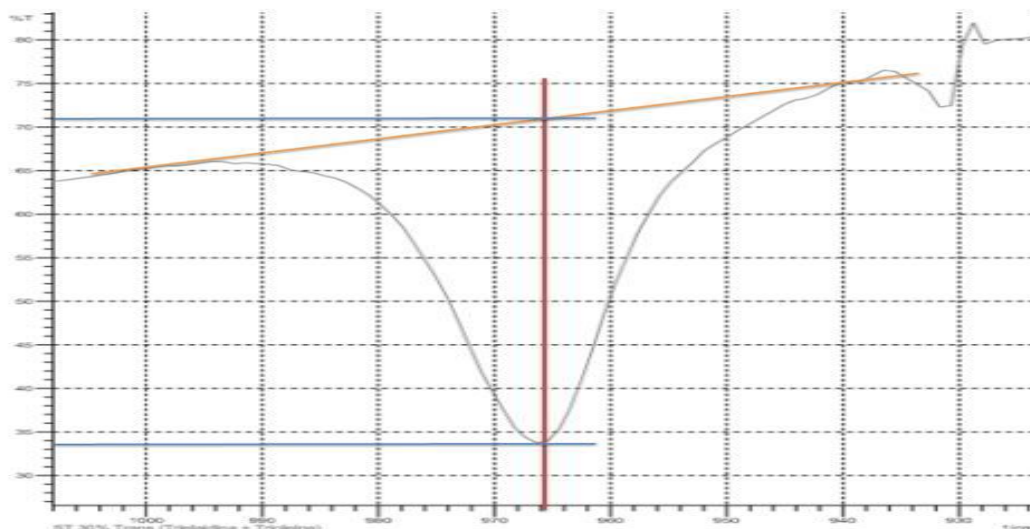


Figura N°21. Ejemplo de obtención de la absorbancia de una muestra por el método de la línea base

Fuente: Elaboración propia

La cuantificación del porcentaje de grasas trans en las muestras analizadas se realizó de la siguiente manera:

Hamburguesa de Res

Muestra N°1

- Ecuación lineal

$$Y = mx + b$$

- Curva de calibración de estándares

$$y = 0.0091x + 0.0994$$

Donde y para muestra 1 es: 0.1016

$$0.1016 - 0.0994 / 0.0091 = x$$

x = 0.24% de Grasas Trans

En la tabla N° 8 se muestran los porcentajes de grasas trans obtenidos de la matriz hamburguesa de res con sus respectivas absorbancias.

Tabla N°7. Absorbancias y porcentajes de grasas trans obtenidos para la matriz hamburguesa de res.

Código de muestra	Absorbancia	% Grasa Trans (Hamburguesa de Res)
HBM1	0.1016	0.24
HBM2	0.1050	0.62
HBM3	0.1051	0.63
HBM4	0.1046	0.58
HBM5	0.1046	0.57
HBM6	0.1051	0.63
HBM7	0.1055	0.67
HBM8	0.1040	0.50
HBM9	0.1061	0.74
HBM10	0.1042	0.53
HBM11	0.1011	0.19



Tabla N°7 (Continuación)

HBM12	0.1038	0.48
HBM13	0.1045	0.56
HBM14	0.1048	0.59
HBM15	0.1040	0.50
HBM16	0.1046	0.57
HBM17	0.1052	0.64
HBM18	0.1050	0.61
HBM19	0.1045	0.56
HBW20	0.1050	0.62
HBW21	0.1041	0.52
HBW22	0.1045	0.56
HBW23	0.1050	0.61
HBW24	0.1041	0.52
HBW25	0.1037	0.47
HBW26	0.1043	0.54
HBW27	0.1049	0.60
HBW28	0.1041	0.52
HBW29	0.1035	0.45
HBW30	0.1045	0.56
HBW31	0.1042	0.53

Tabla N°7 (Continuación)

HBW32	0.1050	0.62
HBK33	0.1050	0.61
HBK34	0.1032	0.42
HBK35	0.1052	0.64
HBK36	0.1034	0.44
HBK37	0.1035	0.45
HBK38	0.1035	0.45
HBK39	0.1041	0.52
HBK40	0.1050	0.62
HBK41	0.1038	0.48
HBK42	0.1051	0.63
HBK43	0.1040	0.50
HBK44	0.1040	0.50
HBK45	0.1040	0.50
HBK46	0.1038	0.48
HBK47	0.1034	0.44
HBK48	0.1049	0.60
HBK49	0.1043	0.54
HBK50	0.1039	0.49

Tabla N°7 (Continuación)

HBK51	0.1050	0.61
HBK52	0.1043	0.54

Fuente: Elaboración propia

Promedio de grasa trans obtenida de la Hamburguesa de Res.

Porcentaje promedio de grasa tans de la hamburguesa de res McDonald's

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \text{ Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{\text{n}^\circ \text{ de muestras de dicha matriz}} \times 100$$

$$\bar{x} = 10.41/19$$

$$\bar{x} = 0.55\%$$

Porcentaje promedio de grasa tans de la hamburguesa de res Wendy's

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \text{ Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{\text{n}^\circ \text{ de muestras de dicha matriz}} \times 100$$

$$\bar{x} = 7.12/13$$

$$\bar{x} = 0.55\%$$

Porcentaje promedio de grasa trans de la hamburguesa de res Burger King

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \text{ Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{\text{n}^\circ \text{ de muestras de dicha matriz}} \times 100$$

$$\bar{x} = 10.46/20$$

$$\bar{x} = 0.52\%$$

Pierna de Pollo frito empanizado

– Ecuación lineal

$$Y = mx + b$$

– Curva de calibración de estándares

$$y = 0.0091x + 0.0994$$

Donde y para muestra 1 es: 0.1006

$$x = \frac{0.1006 - 0.0994}{0.0091}$$

x = 0.13% de Grasas Trans

En la tabla N°8 se muestra los porcentajes de grasas trans obtenidos de la matriz pierna de pollo frita empanizada con sus respectivas absorbancias.

Tabla N° 8. Absorbancias y porcentajes de grasa trans obtenidos de la matriz pierna de pollo empanizada.

Código de muestra	Absorbancia	% de Grasa Trans (Pierna de Pollo Empanizada)
PC1	0.1006	0.13
PC2	0.0997	0.03
PC3	0.1009	0.17
PC4	0.1009	0.16
PC5	0.1015	0.23
PC6	0.1002	0.09
PC7	0.0995	0.01
PC8	0.0999	0.06
PC9	0.1011	0.19
PC10	0.1003	0.10

Tabla Nº 8. (Continuación)

PC11	0.1003	0.10
PC12	0.0994	0.00
PC13	0.1009	0.16
PC14	0.1010	0.18
PC15	0.1007	0.14
PC16	0.1009	0.17
PC17	0.1019	0.28
PC18	0.1009	0.16
PC19	0.0994	0.00
PC20	0.1019	0.28
PC 21	0.1006	0.13
PC22	0.1010	0.18
PC23	0.0999	0.05
PC24	0.0994	0.00
PC25	0.0994	0.00
PC26	0.0994	0.00
PC27	0.1013	0.21
PC28	0.0994	0.00
PC29	0.1002	0.09

Tabla Nº 8. (Continuación)

PC30	0.0994	0.00
PA31	0.1000	0.07
PA32	0.1000	0.07
PA33	0.1016	0.24
PA34	0.1009	0.16
PA35	0.1017	0.25
PA36	0.0994	0.00
PA37	0.0998	0.04
PA38	0.1003	0.10
PA39	0.1004	0.11
PA40	0.1011	0.19
PA41	0.1007	0.14
PA42	0.0999	0.06
PA43	0.1004	0.11
PA44	0.0994	0.00
PA45	0.1003	0.10
PA46	0.0994	0.00

Tabla N° 8. (Continuación)

PA47	0.0994	0.00
PA48	0.1007	0.14

Fuente: Elaboración propia

Promedio de grasa trans obtenida de la Pierna de Pollo Frito Empanizado

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \text{Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{n^{\circ} \text{ de muestras de dicha matriz}} \times 100$$

$$\bar{x} = 3.3/30$$

$$\bar{x} = 0.11\%$$

Porcentaje promedio de grasa trans de la Pierna de pollo frito empanizada  
Campestre

$$\bar{x} = \frac{\Sigma \text{Porcentaje de grasa total de las hamburguesas}}{n^{\circ} \text{ de muestras de dicha matriz}} \times 100$$

$$\bar{x} = 1.78/18$$

$$\bar{x} = 0.10\%$$

En la figura N°22 se puede observar, el gráfico de los porcentajes de ácidos grasos trans, de la matriz hamburguesa de res, teniendo como valor más alto el 0.74% de grasas trans y el valor más bajo de 0.24%, indicando que aunque se haya producido mayor cantidad de grasa al aumentar el tiempo de cocinado de la carne de las hamburguesas de los restaurantes McDonald's, Burger King y Wendy's no provoca mayor cantidad de grasa trans producida, ya que se sugiere que el aceite utilizado en el proceso de cocinado no posee o es muy bajo en grasas trans.

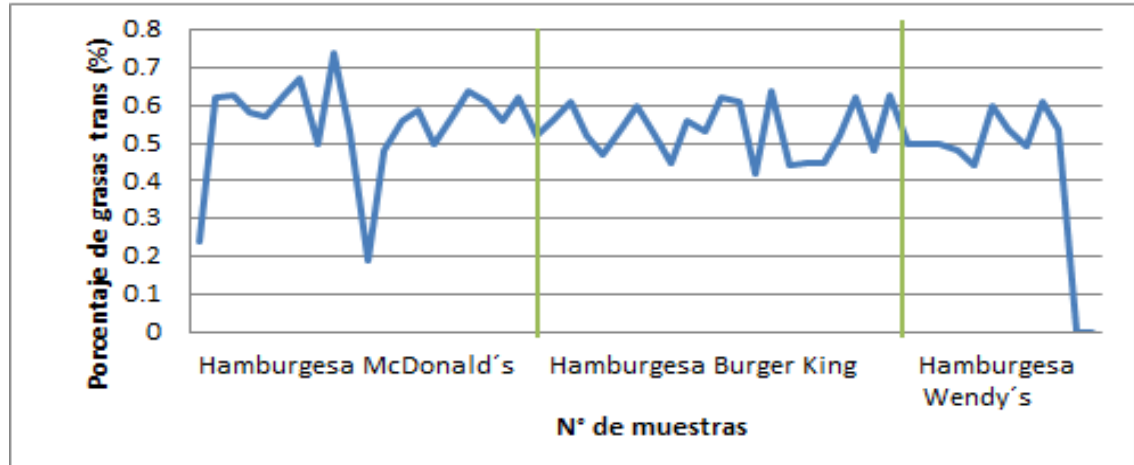


Figura N°22. Gráfico de porcentaje de grasa trans en Hamburguesa de Res  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura N°23 se puede observar el gráfico de los porcentajes de ácidos grasos trans, de la matriz pierna de pollo frita empanizada, teniendo como valor más alto el 0.28% de grasas trans y el valor más bajo de 0.00%, indicando valores de porcentaje de ácidos grasos trans más bajos que en la hamburguesa de res debido a que al aumentar el tiempo y temperatura de fritura disminuyen la formación de grasas trans como sugieren ciertos estudios.

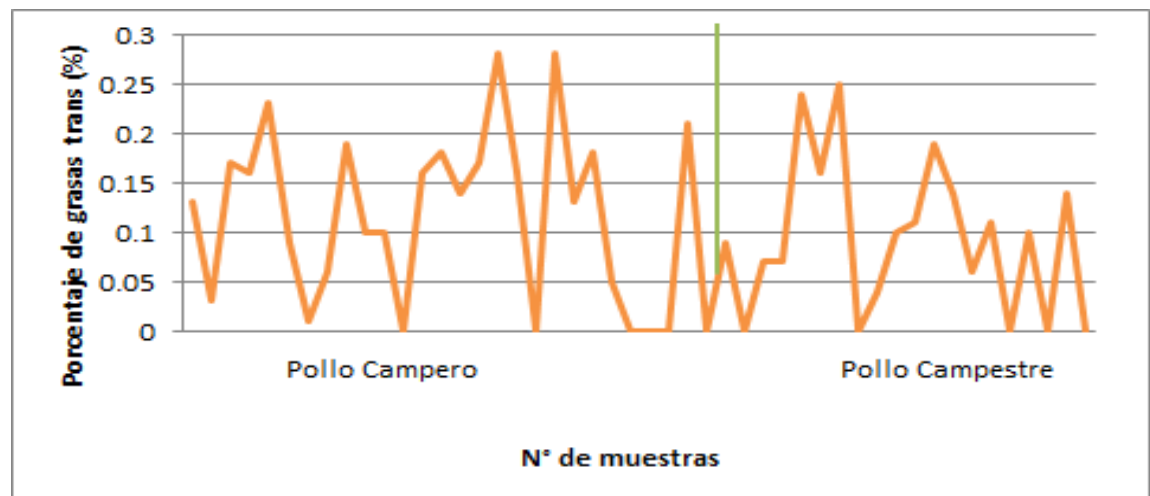


Figura N°23. Gráfico de porcentaje de grasa trans en Pierna de pollo frito empanizado  
Fuente: Elaboración propia



5.4.6 Calcular los resultados obtenidos mediante el uso de Excel 2010 y comparar el porcentaje de grasa trans que se obtendrá en la muestra de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res con el porcentaje límite de ingesta diaria recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para conocer si existe un riesgo en la salud.

Los resultados obtenidos de grasa total y grasa trans, así como también el diseño estadístico se tabularon en tres hojas de cálculo diferentes utilizando Microsoft Office Excel 2010 el cual permite realizar operaciones de manera fácil en una cuadrícula.

Se aplicó la prueba Z para proporciones al análisis estadístico para poder comparar si el porcentaje de grasas trans obtenidos en las muestras de hamburguesa de res y pierna de pollo frita empanizada es mayor o igual al porcentaje permitido por la OMS, donde se propusieron dos hipótesis:

- Hipótesis nula  $H_0$ : Todas las muestras, de cada una de las matrices de hamburguesa de res y pierna de pollo frita empanizada que contienen un porcentaje igual o mayor de grasas trans comparado con el de la OMS
- Hipótesis alterna  $H_1$ : Todas las muestras, de cada una de las matrices de hamburguesa de res y pierna de pollo frita empanizada que contienen un porcentaje menor de grasa trans comparado con el de la OMS.

Tabla N°9. Datos de la matriz Hamburguesa de res para el cálculo de la prueba Z

Hamburguesa de res	
Número de muestras (N)	52
Valor numérico de la muestra (X)	52
Proporción de la muestra (P)	1
Fracaso (q)	0.99
Proporción poblacional	0.01
$Z_{\alpha/2}$	1.96

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis nula  $H_0$ : ( $\geq 1.0\%$ )

Hipótesis alterna  $H_1$ : ( $< 1.0\%$ )

Nivel de confianza: 95%

$\alpha$ : 0.05 (5%)

$P = X/N$

$q = 1 - p_0$

$Z = \frac{P - p_0}{\sqrt{(p_0)(q)/n}}$

$Z = \frac{1 - 0.01}{\sqrt{(0.01)(0.99)/52}}$

$Z = \pm 71.75$

Como el valor de Z es mayor a 1.96 y menor a -1.96 la hipótesis alterna se acepta, y se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, el porcentaje de grasa trans obtenido en las muestras de hamburguesa de res es menor al porcentaje permitido de grasas trans por la OMS que especifica un valor de 1.0% por lo cual la ingesta ocasional de estos tipos de alimentos no representa un riesgo a la salud sin embargo su consumo frecuente si lo es.

Tabla N° 10. Datos de la matriz pierna de pollo frito empanizado para el cálculo de la prueba Z

Pierna de pollo frito empanizado	
Número de muestras (N)	48
Valor numérico de la muestra	48
Proporción de la población	1
Fracaso (q)	0.99
Proporción poblacional ( $P_0$ )	0.01
$Z_{\alpha/2}$	1.96

Fuente: Elaboración propias

Hipótesis nula  $H_0$ : ( $\geq 1.0\%$ )

Hipótesis alterna  $H_1$ : ( $< 1.0\%$ )

Nivel de confianza: 95%

$\alpha$ : 0.05 (5%)

$P = X/N$

$q = 1 - p_0$

$Z = \frac{P - p_0}{\sqrt{(p_0)(q)/n}}$

$Z = \frac{1 - 0.01}{\sqrt{(0.01)(0.99)/48}}$

$Z = \pm 68.93$

Como el valor de Z es mayor a 1.96 y menor a -1.96 la hipótesis alterna se acepta, y se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, el porcentaje de grasa trans obtenido en las muestras de pierna de pollo frita empanizada es menor al porcentaje permitido de grasas trans por la OMS que especifica un valor de 1.0% por lo cual la ingesta ocasional de estos tipos de alimentos no representa un riesgo a la salud sin embargo su consumo frecuente si lo es.

**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

1. El porcentaje de grasa total extraída de las hamburguesas de res reveló una heterogeneidad en los resultados obtenidos ya que algunas hamburguesas de res produjeron mayor cantidad de grasa total que otras debido a la forma y al tiempo de cocinado de la carne.
2. La cantidad de grasa total formada varía de acuerdo, al tipo de alimento que se cocina, el aceite utilizado, el tiempo y la forma de cocinado.
3. No se obtuvieron valores elevados, de ácidos grasos trans en las muestras de hamburguesa de res, aunque se hayan obtenido grandes cantidades de grasa total lo cual sugiere como en ciertos estudios que el aceite con el cual se utilizó para freír la carne de res es libre de grasas trans o posee cantidades menores ya que a medida que la carne es freída las células internas del producto se deshidratan y el agua que se evapora es reemplazada por el aceite de freído.
4. Al analizar las muestras de ácidos grasos trans de las piernas de pollo frita empanizada de los lugares de recolección se obtuvieron valores bajos de ácidos grasos trans lo cual sugiere como en otros estudios que la formación de ácidos grasos trans se da en la piel de la pierna de pollo frita empanizada debido a la absorción del aceite con el que se cocina y disminuyen al aumentar el tiempo y temperatura de fritura.
5. Cumplen con la especificación de ingesta calórica diaria de ácidos grasos trans de la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 100% de las muestras analizadas de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res

6. Las muestras analizadas de pierna de pollo frita empanizada y hamburguesa de res de los restaurantes de comida rápida no representan un riesgo a la salud ya que los resultados de la prueba z para proporciones realizada indicaron un rechazo de la hipótesis nula.
7. El tipo de carne que se cocinó, la cantidad de porción de muestra que se utilizó, la composición del aderezo adicionado, el tipo de forma de cocinado y a la clase de grasa producida (grasa saturada, grasa insaturada, grasa trans, etc.) sugieren una diferencia de 0.36% entre la grasa total extraída de la hamburguesa de res con la grasa extraída de la pierna de pollo frita empanizada.
8. El espectrofotómetro infrarrojo con Transformada de Fourier brinda resultados favorables para la identificación de ácidos grasos trans; por lo que resulta ser efectivo, a diferencia de otros métodos de análisis.

**CAPITULO VII**  
**RECOMENDACIONES**

## 7.0 RECOMENDACIONES

1. Brindar resultados obtenidos de investigaciones, relacionadas al consumo de alimentos populares al Instituto Nacional de la Salud (INS) para que puedan lograr generar información científica sustentable que contribuya a reducir el consumo excesivo de estos alimentos los cuales contienen ácidos grasos trans y así evitar un riesgo que afecte a la salud de la población a largo plazo.
2. Procurar reducir el consumo total de grasa ya que esto contribuye al aumento de peso en la población entre otras enfermedades.
3. A los adolescentes, adultos y ancianos que disminuyan el consumo de estos tipos de alimentos (comida rápida), productos que contengan en su etiquetado ácidos grasos trans mayor a 1% o informarles del riesgo del consumo de grasas trans ya que, si se conoce el tipo de grasa, los alimentos de los que provienen y se lee las etiquetas de los alimentos se podrá compensar el consumo de productos ricos en grasas con otros más saludables.
4. Aconsejar la vigilancia a los padres sobre ciertos hábitos alimentarios actuales en la población infantil con el fin de conservar una muy buena salud de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res.
5. Evitar la reutilización de aceites en la preparación de productos de comida rápida especialmente en los restaurantes de hamburguesas



6. Realizar futuras investigaciones en nuggets, tacos o comida china junto con el Departamento de Análisis Químico e Instrumental para determinar los porcentajes de grasas trans en estos alimentos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Calvo Carrillo, M.C. Lípidos. En: Mc Graw Hill internacional editores. Toxicología de los Alimentos. México DF, México. 2012. pp. 158-159,164-165,169-170.
2. Bruno Rodríguez, E.B., & López Miranda, C.E. Adecuación del método de espectroscopía infrarroja en la identificación de grasas trans en margarina. San Salvador, El Salvador: Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador; 2012
3. Trujillo Cerna, A.M. Estudio de las Grasas y Aceites Utilizados en la Industria Alimenticia en El Salvador y sus Isómeros de Ácidos Grasos Cis y Trans Antiguo Cuscatlán, El Salvador: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Centro Americana “José Simeón Cañas” UCA; 2009
4. Ministerio de Salud de El Salvador. Sobrepeso y obesidad el nuevo problema que enfrenta la población de América Latina y el Caribe incluyendo a El Salvador. San Salvador: Ministerio de El Salvador; 2017 [27 de abril de 2017; consultado 4 de mayo 2017]. Disponible en: [www.salud.gob.sv](http://www.salud.gob.sv)
5. Aceman, C. N. Dietary Reference Intakes Tables and Application. Institute of Medicine of National Academies. Advising the Nation. Health Improving; (2012). [Recuperado de: [www.nlm.nih.gov/catalog/nlm1090682-pdf](http://www.nlm.nih.gov/catalog/nlm1090682-pdf)]
6. Orellana, S.A. Aportes metodológicos en la estimación de tamaños de muestra en estudios poblacionales de prevalencia. Barcelona. España: Facultad de Medicina. Departamento de Pediatría, Obstetricia y Ginecología, Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad Autónoma de Barcelona; 2014

7. Hernández Sampieri, R., Baptista Lucio, P., & Fernández Collado, C. Muestreo. En: Mc Graw-Hill. Metodología de la Investigación. México. 2010.p.176
8. Suzanne Nielsen, S. Chapter IX. Fats. En: Food Analysis. 4 ed. Indianapolis. United States of America: Editorial Springer; 2010. p 100-103.
9. Association of Analytical Communities. Official Method 2000.10. Determination of Total Isolated Trans Unsaturated Fatty Acids in Fats and Oils by ATR-FTIR. AOAC. 2000; 1(1).
10. Acuña, J. A. Muestreo Estadístico. En: Editorial Tecnológica de Costa Rica. Un enfoque integral y estadístico. Cartago, Costa Rica; 2012.pp. 94-100.
11. Organización Mundial de la Salud (OMS). Centro de prensa: Alimentación Sana [Internet]. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud (OMS); 2018 [actualizado 31 de agosto de 2018; consultado 1 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs394/es>.
12. Hernández Ordoñez, M & Ayola Cárcamo, Y. Efecto del tiempo de fritura en superficie sobre el contenido de grasa y humedad de una carne para hamburguesa comercial. Revistas Unipamplona [internet]. 2012 [consultado 2 de febrero de 2021],10(1).
13. Blanco Chávez, I.Y., & Caballero, C.A. Propuesta de validación del método de espectroscopía infrarrojo para la cuantificación de grasas trans en margarina. San Salvador, El Salvador: Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador; 2015.

14. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). Contenido de ácidos grasos trans en alimentos en España [Internet]. España: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2015. Disponible en: <http://www.aesan.gob.es/aecosan/docs>
15. Boletín de la Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza Organización Mundial de la Salud. 2013
16. Cleveland Clinic. MyClevelandClinic: Fats Know Your Fats [Internet]. Cleveland, Ohio: Cleveland Clinic; 2018 [actualizado 25 de mayo de 2021; consultado 26 de mayo 2021]
17. Corporación Shimadzu. Manual de instrucciones: Guía de usuario IR-Affinity<sup>1</sup>. Kyoto, Japón: 2009.
18. Elías Calles, C.L., & Pérez Melgar, P.P. Identificación de grasas trans en muestras de chocolate blanco mediante el método de espectroscopía infrarroja. San Salvador, El Salvador: Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador; 2014.
19. Erum Zahir, R.S., Mehwish, A.H., & Anjum, Y. Study of physicochemical properties of edible oil and evaluation of frying oil quality by Fourier Transform-Infrared (FT-IR). Arabian Journal of Chemistry [internet]. 2017 Mayo [consultado 5 de noviembre de 2017]; 10(2):3870-3876. Disponible en: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
20. Eunmi Koh, J.S. Food types and frying frequency affect the lipid oxidation of deep frying oil for the preparation of school meals in Korea. Food Chemistry [internet]. 2014 Noviembre [consultado 7 noviembre de 2016]; 174(1):467-472. Disponible en: [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)

21. Fernández, S.J. Ácidos grasos trans (AGT): fuentes y niveles de ingesta, efectos biológicos y su contenido en alimentos comerciales españoles. Sección de Componentes y Aditivos. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2009 [consultado 9 de noviembre de 2016]; 24(5).
22. Hernández Zeceña, K.E., & Lucha Chinchilla, I.M. Cuantificación de grasas trans en matrices de Hot Dog y Pizza comercializadas en el área metropolitana de San Salvador. San Salvador, El Salvador: Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. 2017
23. J.P Selecta S.A. Capítulo I. Utilización del extractor de grasas y aceites. En: Manual del extractor y recuperador de disolventes para la determinación de grasa y aceite en alimentos y otras materias primas. Barcelona, España; 2000. pp.7-9.
24. NOM-043-SSA2-2012 Lineamientos Generales para el expendio de Alimentos y Bebidas en los establecimientos de Consumo Escolar en Educación Básica. Secretaria de Gobernación de México, (16-05-2014)
25. Omaye, S.T; W. H, Anthony. & Roger, C. Chapter IV. Nutritional Toxicology. En: Food and Nutritional Toxicology. 2a ed. United States of America: Taylor & Francis Group; 2018. pp.300
26. OPS. Incap: Grasas Trans [Internet]. Guatemala, Centroamérica: Ops; 2019 [actualizado 7 de octubre de 2019; consultado 12 de octubre de 2019].
27. Pretsch, E. ; Bullman, P. Capítulo II. Espectroscopía infrarroja. En : Determinación estructural de compuestos orgánicos. 2a ed. Zurich, Suiza: Editorial Springer ; 2009. pp.272-280.

28. Revista El Economista. San Salvador, El Salvador: LPG Datos La Prensa Gráfica. 2016. ISSN 14357429
29. Ruiz, V.M & Tapia, O.C. Lípidos. En: Editorial Reverte S.A. Bioquímica de los Procesos Metabólicos. Barcelona,España.2020.pp.117
30. Sarfed Ahmed, M ; Syed Nasrullah, S; Abdul Waheed, M ; Aftab Ahmed, K., Abdul Rauf, K ; Pertab M & Syed Tufail, H.S. A chemometric approach for the quantification of free fatty acids in cottonseed oil by Fourier transform infrared spectroscopy. International of Food Propoerties. 2016 Nov [consultado 7 de noviembre de 2016]; 20(8):1913-20. Disponible en:[www.tandfonline.com](http://www.tandfonline.com)
31. Vita Sana. Alimentación-Sana: Información sobre consecuencias de mala alimentación [Internet]. Argentina: Vita Sana; 2016 [actualizado 18 de junio de 2017; consultado 20 de junio de 2017]

## **ANEXOS**

**ANEXO Nº 1**

**ENCUESTA DEL ECONOMISTA TOMO 101 PÁGINA 64-65**



## CONSUMO DE COMIDA RÁPIDA

El porcentaje de personas que consumen productos de comida rápida (hamburguesas, pizza y pollo frito) se ha mantenido estable en los últimos años, según la última encuesta de LPG datos:

Consumo de comida rápida	2008	2010	2012	2014	2016
Consume tres productos	44	61.6	66.4	63.2	56
Consumen dos productos	18.3	17.7	17.4	18.1	19
Consumo un producto	23.2	11.3	9.9	10.9	11.1
Total	85.5	90.6	93.7	92.2	86.1
No consume	14.5	9.3	6.2	7.8	13.8
Total	100	100	100	100	100

Tabla N° 11. Resultados de personas que consumen productos de comida rápida.

El pollo frito, la pizza y las hamburguesas son ampliamente consumidos en El Salvador. La XXVIII Encuesta Nacional de Marcas, elaborada por la unidad de investigación social de Grupo Dutriz, revela quienes son los líderes en preferencia en cada una de estas categorías. Según la encuesta de cada 100 salvadoreños, 86 aseguran preferir la comida rápida, según revela la XXVIII Encuesta Nacional de Marcas, elaborada por la unidad de investigación social de Grupo Dutriz en donde el consumo de este tipo de alimentos fue segmentado en las tres categorías: pizza, pollo frito y hamburguesa. El número de aquellas personas que no consumen este tipo de comida a caído levemente; mientras en el 2008 el 14.5% de los encuestados decía no comerla en 2016 la cifra se redujo al 13%.

Mientras el consumo se ubica en un 86.1%, 0.6% más que en 2008, pero 7.6 puntos debajo de lo registrado en 2012, revela la encuesta elaborada con una

muestra de mil entrevistas hechas a habitantes de las principales ciudades del país, que permite tener un amplio panorama de la actividad económica con base a tres categorías de comida rápida: pollo frito, pizza y hamburguesa. El 19.4% de los encuestados indica que el Centro Comercial Metrocentro San Salvador es el lugar de preferencia por los consumidores de este tipo de comida por encima de otros centros comerciales como Galerías, Multiplaza, Plaza Mundo, etc. La tendencia anual ha sido medida a partir del consumo de los últimos nueve años.

En este rubro el guatemalteco Pollo Campero sigue a la cabeza con el 45.7% de preferencia, aunque ha caído cinco puntos desde la medición del año 2016. A la cabeza de las hamburguesas se encuentra Burger King que tiene el 22.2% de la predilección de los entrevistados, casi 10 puntos arriba de su competidor más cercano que es Wendy's. En este segmento la marca que ha obtenido una caída abrupta es Biggest que era el líder del mercado en 2009 con 26.2% de preferencia y hoy mantiene un 7.3%.

Alejandra Castaneda gerente de Pollo campestre aseguró que el ritmo de vida más acelerado ha hecho que las necesidades de conveniencia y rapidez a la hora de comer sean más relevantes para los consumidores. La comida rápida es un segmento que en los últimos nueve años ha mantenido su tendencia creciente debido a esto genera un mercado de comida rápida más dinámico basado por conveniencia de precios.



Figura N° 24. Resultado de la encuesta realizada por la Revista el Economista<sup>(18)</sup>

## ANEXO N° 2

### TABLAS DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PILOTO REALIZADAS A LAS MATRICES DE HAMBURGUESA DE RES Y PIERNA DE POLLO FRITA EMPANIZADA

Tabla N°12. Resultados obtenidos de prueba piloto de hamburguesa de res

N° de muestra	Absorbancia	% de Grasa Trans
1	0.0219	0.78
2	0.0212	0.69
3	0.0487	3.63
	Promedio	1.70

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°13. Resultados obtenidos de prueba piloto de pierna de pollo frita empanizada

N° de muestra	Absorbancia	% de Grasa Trans
1	0.0198	0.56
2	0.0391	2.64
3	0.0292	1.57
	Promedio	1.60

Fuente: Elaboración propia

### ANEXO N° 3

#### MAPA DE UBICACIÓN DONDE SE RECOLECTÓ LA MATRIZ DE POLLO FRITO EMPANIZADO Y HAMBURGUESA DE RES

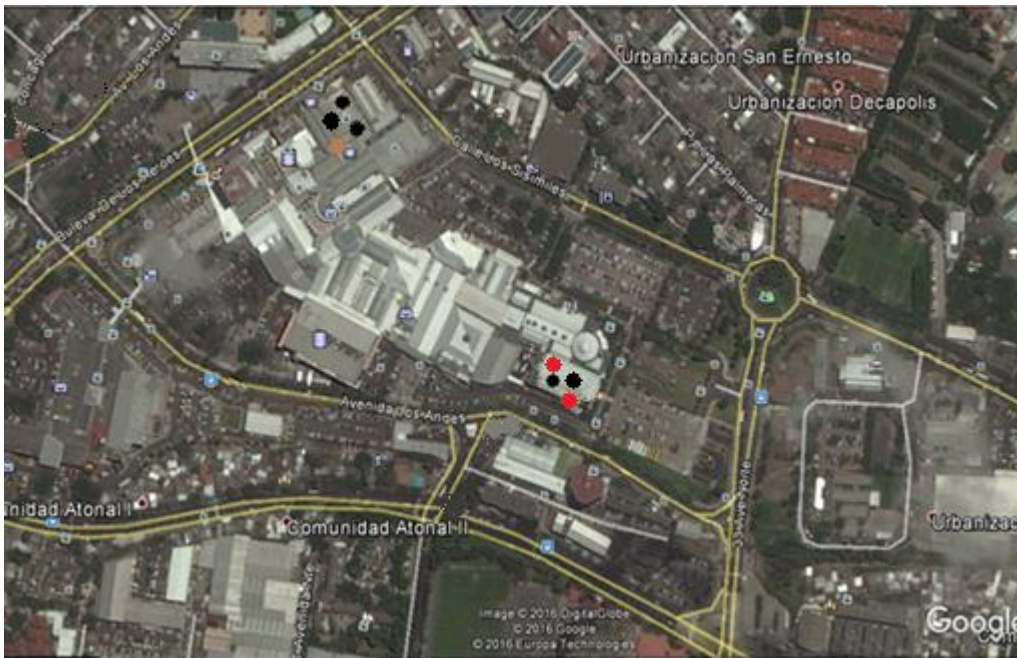


Figura N° 25. Lugares donde se recolectaron la matriz de pierna de pollo frito empanizado y hamburguesa de res

- Ubicación de los lugares de venta de pierna de pollo frito empanizado.
- Ubicación de los lugares de venta de hamburguesa de res.
- Ubicación de los lugares de venta de hamburguesa de res y pierna de pollo frito empanizado.

## ANEXO N° 4

### MODELO DE VIÑETA PARA LA IDENTIFICACION DE MUESTRA

Lote
N° de muestra recolectada
Nombre del restaurante
Fecha de muestreo
Código de muestra

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 5**

**MÉTODO OFICIAL DE ANÁLISIS INFRARROJO DE GRASAS SEGÚN  
AOAC Y TRADUCCIÓN AL IDIOMA ESPAÑOL**

AOAC Official Method 2000.10

Determination of Total Isolated *Trans* Unsaturated Fatty Acids in Fats and Oils by ATR-FTIR.

(This method is applicable to natural or processed oils and fats consisting of long-chain fatty acids, esters and triglycerides with *trans* levels  $\leq$  5.0%.)

Table 2000.10 Interlaboratory Study results for Total Isolated *trans* Content by ATR-FTIR

ID	True Value	$\bar{x}$ , %	# Labs <sup>a(b)</sup>	$S_r$	% RSD <sub>r</sub>	$S_R$	% RSD <sub>R</sub>	% Rec
		0.8	11(1)	0.1	7.5	0.2	21.1	103
		1.0	12(0)	0.1	10.5	0.3	29.3	97
		5.1	12(0)	0.1	2.3	0.2	3.1	102
		10.3	12(0)	0.4	3.6	0.5	5.1	103
		15.6	12(0)	0.3	2.2	0.5	3.3	103
		20.6	11(1)	0.9	4.5	1.0	5.0	103
		40.1	12(0)	1.4	3.5	1.4	3.5	100

a(b) a= number of labs retained after eliminating outliers, (b)= number of labs removed as outliers

A. Principle

In most naturally occurring vegetable fats and oils, unsaturated constituents contain only isolated double bonds in the *cis* configuration. These *cis* double bonds may be isomerized to the *trans* configuration during extraction and processing procedures, due to oxidation, conversion during heating, and/or partial hydrogenation. Animal and marine fats may contain measurable amounts of naturally occurring *trans* fatty acid geometric isomers. Isolated *trans* double bonds in long-chain fatty acids, fatty acid methyl esters (FAME), soaps and triacylglycerols may be measured by infrared (IR) spectroscopy. A unique absorption band with a maximum at ca 966  $\text{cm}^{-1}$  (10.3  $\mu\text{m}$ ), arising from a C-H deformation vibration about a *trans* double bond, is exhibited in the spectra of all compounds containing an isolated *trans* group; this band is not observed in the spectra of the corresponding saturated and *cis* unsaturated fatty acids. Measurement of the intensity of this absorption band under analytically controlled conditions is the basis for a quantitative method for the determination of total isolated *trans* fatty acids. Fat and oil test samples are not required to be converted to FAME prior to analysis.

This method is not applicable to fats and oils containing ca  $\geq$  1% of conjugated unsaturation (e.g., tung oil), materials containing functional groups which modify the intensity of the C-H deformation vibration about the *trans* double bond (e.g., castor oil which contains hydroxy fatty acids), or, in general, to any materials containing constituents which have functional groups that give rise to specific absorption bands at, or sufficiently close to interfere with, the 966  $\text{cm}^{-1}$  (10.3  $\mu\text{m}$ ) band of the C-H deformation vibration of the isolated *trans* double bond.

B. Apparatus



(a) *Fourier transform infrared (FTIR) spectrometer.*— Capable of making measurements at  $4\text{ cm}^{-1}$  resolution in the spectral range covering  $1050\text{--}900\text{ cm}^{-1}$ . The instrument data handling system to allow conversion of the spectra to absorbance, scale expansion of the x and y axes, readout of wavenumbers to the nearest  $1\text{ cm}^{-1}$  and absorbance to the nearest 0.0001 amu, and integration of the area under the absorption band at  $966\text{ cm}^{-1}$ . FTIR spectrometer equipped with a deuterated triglycine sulfate (DTGS) detector for greatest linearity. In the absence of test samples, a 1-min data collection at  $4\text{ cm}^{-1}$  resolution must yield, between  $1050\text{--}900\text{ cm}^{-1}$ , a peak-to-peak noise level of  $\leq 0.0005$  amu. The  $966\text{ cm}^{-1}$  band for a 1% trielaidin standard, must yield a signal-to-noise ratio  $> 10:1$ .

(b) *Attenuated total reflection (ATR) infrared cell.*— Equipped with a zinc selenide (or equivalent) crystal. The capacity of the horizontal ATR cell is ca  $50\text{ }\mu\text{L}$  and is capable of maintaining a constant temperature of  $65 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ .

(c) *Analytical balance.*— With  $60\text{ g}$  capacity; capable of weighing  $0.3\text{ g} \pm 0.0001\text{ g}$ .

(d) *Disposable plastic pipets.*— Capable of transferring  $50\text{ }\mu\text{L}$  test samples to ATR cell.

(e) *Steam water bath.*— For melting fats.

### C. Reagents

(a) *Primary standards.*— Trielaidin (TE) and triolein (TO) with purity  $>99\%$  (available from Nu Check Prep, Inc., P.O. Box 295, Elysian, MN 56028 USA).

### D. Preparation of Standards

*Trans Calibration Standards.* Weigh, to the nearest  $0.0001\text{ g}$ ,  $(0.3-x)\text{ g}$  of TO, and  $x\text{ g}$  of TE, into a  $10\text{ mL}$  beaker, where  $x$  equals  $0.0015$ ,  $0.0030$ ,  $0.0150$ ,  $0.0300$ ,  $0.0600$ ,  $0.0900$ ,  $0.1200$  and  $0.1500\text{ g}$ , in order to prepare  $0.5$ ,  $1$ ,  $5$ ,  $10$ ,  $20$ ,  $30$ ,  $40$ , and  $50\%$  *trans* calibration standards, respectively.

### E. Calibration

For each *trans* standard, calculate the exact % *trans* expressed as the amount of TE as percent of total fat. Analyze each standard and determine the integrated area under the absorption band at  $966\text{ cm}^{-1}$  as described in G and H.

Using a first-order regression analysis, determine the slope and intercept of the line which best fits the plot of the area of the *trans* band for all the *trans* standards (y axis) as a function of % *trans* (x axis). Once a calibration curve has been established, it must be checked periodically to insure that it has not shifted.

#### F. Preparation of Test Samples

Solid fats must be gently melted and mixed. Test samples that appear cloudy due to the presence of water should be treated with anhydrous sodium sulfate until clear and filtered before removing the test portion for analysis.

#### G. Infrared Determination

Set up the FTIR operating parameters according to the manufacturer's recommendations for using an ATR cell with the following parameters: 1050-900  $\text{cm}^{-1}$  range, 64-scan (or appropriate number of scans needed to meet peak-to-peak noise level and SNR requirements given in B), 4  $\text{cm}^{-1}$  resolution, and triangular apodization functions (the most common weighting functions in FTIRs that suppress the magnitude of side lobes of interferograms). Conditions employed must be identical for test samples and calibration standards. The performance of FTIRs must be evaluated for wavenumber accuracy and noise level to insure that they are operating within the manufacturer's established specifications. For solid fats maintain ATR cell at  $65 \pm 2$  °C.

Materials for measuring the reference background single beam spectrum are (a) TO for calibration standards, (b) the unfortified material for *trans*-fortified test samples, and (c) an appropriate *trans*-free material such as the refined bleached source oil for test samples.

Using a disposable pipet, transfer (without weighing) ca 50  $\mu\text{L}$  of the neat (undiluted in any solvent) reference background material. Place the reference background material on the horizontal (face-up) ZnSe sampling surface of the ATR cell. The test portion must *completely* cover the horizontal surface of the crystal. Collect and save the single-beam spectrum to be used as background. Clean the crystal by wiping off the test portion with a disposable soft lint-free or low-lint tissue paper. In general, to minimize contamination, apply part of the next test portion then wipe it off the crystal before re-applying the ca 50  $\mu\text{L}$  test portion for analysis.

Place ca 50  $\mu\text{L}$  (without weighing) of the neat test portion on the horizontal ZnSe crystal. It must *completely* cover the surface of the crystal. Collect and save the single-beam spectrum of the test portion.

Ratio the test sample single-beam spectrum against that of the reference background, and convert to absorbance. Save the absorption spectrum. Repeat for other test samples.

#### H. Calculations

With the absorbance spectrum wavenumber scale expanded in the region from 1050 - 900  $\text{cm}^{-1}$ , integrate (electronically) the area under the 966  $\text{cm}^{-1}$  band between the limits 990 - 945  $\text{cm}^{-1}$ . Calculate the linear regression equation for Area vs. % *trans* plot of the *trans* calibration standards.

Using the slope and intercept generated for *trans* standards, calculate the % *trans* for test samples, by substituting the value of the integrated area of the *trans* band in the following equation:

$$\text{trans fat as TE, \%} = \frac{[\text{Area} - \text{Intercept}]}{\text{Slope}}$$

Report results to the nearest 0.1%.

## TRADUCCION AL IDIOMA ESPAÑOL

Determinación del total de ácidos grasos insaturados aislados en grasas y aceites por medio de ATR-FTIR.

(Este método es aplicable a aceites y grasas naturales o procesadas que contienen una cadena larga de ácidos grasos, ésteres y triglicéridos con 5.0% de niveles *trans*).

## PRINCIPIO

En la mayoría de las grasas y aceites vegetales de origen natural, los componentes insaturados contienen solamente dobles enlaces aislados de configuración cis. Estos enlaces dobles cis se pueden isomerizar a configuración trans durante su procesamiento y extracción, por oxidación, mientras su calentamiento y proceso de hidrogenación parcial. Las grasas animales y marinas pueden contener cantidades medibles de isómeros geométricos de ácidos grasos trans de origen natural. Los enlaces dobles trans aislados en los ácidos grasos de cadena larga, los ésteres metílicos de ácidos grasos, los jabones y triacilgliceroles se pueden medir por espectroscopia infrarroja (IR). Una banda de absorción única con un máximo en la región de  $966\text{ cm}^{-1}$  ( $\mu\text{m } 10.3$ ), que se presenta por una vibración de la deformación de un enlace doble C-H trans, se exhibe en los espectros de todos los compuestos que contienen un grupo trans aislado. Esta banda no se observa en los espectros de los correspondientes a los ácidos grasos saturados e insaturados cis. La medida de la intensidad de esta banda de absorción bajo condiciones analíticamente controladas es la base para un método cuantitativo para la determinación de ácidos grasos trans totales.

Este método es aplicable para grasas y aceites que contengan  $>1\%$  de la insaturación conjugada, materiales que contengan grupos funcionales que modifican la intensidad de la vibración de la deformación C-H de la doble banda trans, o en general a cualquier material que contenga constituyentes cuyos grupos funcionales que generan una banda de absorción específica, o que esté suficientemente cerca de interferir con la banda de vibración de absorción C-H de la doble banda trans aislada  $966\text{ cm}^{-1}$ .

## **APARATO**

- Espectrómetro infrarrojo de Transformada de Fourier (FTIR): Capaz de hacer mediciones a una resolución de  $4\text{ cm}^{-1}$  en la región del espectro cubriendo  $1050\text{-}900\text{ cm}^{-1}$ . El sistema de manipulación de datos tiene un instrumento que permite la conversión del espectro a absorbancia, la expansión de escala del eje de las x, y, la lectura del número de onda cerca de  $1\text{ cm}^{-1}$  y absorbancia cerca de  $0.0001\text{ mu}$  e integración del área bajo la banda de absorción a  $966\text{ cm}^{-1}$ . El espectrómetro FTIR equipado con un detector de sulfato de triglicinadeuterado (DTGS) da una excelente linealidad. En la ausencia de muestras de ensayo, una recolección de datos de 1 min a una resolución de  $4\text{ cm}^{-1}$  debe ceder, entre  $1050\text{-}900\text{ cm}^{-1}$ , un nivel de ruido pico a pico de número  $0.0005\text{ mu}$ . La banda de  $966\text{ cm}^{-1}$  para el estándar de Trielaidina 1%, debe ceder una señal de ruido  $> 10:1$ .
- Celda infrarroja de Reflectancia Total Atenuada (ATR): Equipada con un cristal de Seleniuro de Zinc. La capacidad de la celda ATR horizontal es  $\mu\text{L}$  y es capaz de mantener una temperatura constante de  $\pm 0.1^\circ\text{C}$ .
- Balanza Analítica: Con capacidad de 60 g, capaz de medir  $0.3\text{ g} \pm 0.0001\text{g}$ .
- Pipetas de plástico descartables: Capaces de transferir  $50\text{ }\mu\text{L}$  de la muestra del ensayo a la celda ATR.
- Baño de vapor: Para derretir las grasas.

## REACTIVOS

Estándares primarios: Trielaidina (TE) y Trioleína (TO) de pureza  $> 99.0\%$

## **PREPARACIÓN DE ESTÁNDARES**

Pesar cerca del 0.0001 g (0.3-x) g de Trioleína, y x g de Trielaidina, en un beaker de 10 mL, en donde x es igual a 0.0015, 0.0030, 0.0150, 0.0300, 0.600, 0.0900, 0.1200 y 0.1500g, para preparar 0.5, 1, 5, 10, 20, 30, 40 y 50% estándares de calibración trans respectivamente.

## **CALIBRACIÓN**

Para cada estándar trans, calcular el porcentaje trans expresado como la cantidad de TE como porcentaje de la grasa total. Analizar cada estándar y determinar el área integrada bajo la banda de absorción a  $966\text{ cm}^{-1}$ .

Usando un análisis de regresión de primer orden, determinar la pendiente y el intercepto de la línea que mejor encaje en el área de las bandas trans de todos los estándares trans (eje de las y) en función de porcentaje trans (eje de las x). Una vez se haya establecido la curva de calibración debe ser revisada periódicamente para asegurar que no haya sido desplazada.

## **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA**

Las grasas sólidas deben derretirse y mezclarse correctamente. Si existe alguna muestra que aparezca nublada debido a la presencia de agua se deben tratar con sulfato de sodio anhidro, hasta que las veamos claras, filtrar el contenido antes de remover la porción que se ocupara para el análisis.

## **DETERMINACIÓN INFRARROJA**

Establecer los parámetros de operaciones de FTIR, de acuerdo a lo que recomienda el fabricante, para hacer uso de una celda ATR, con los siguientes parámetros: rango de  $1050 - 900\text{ cm}^{-1}$ , 64 determinaciones (a un número 110

apropiado de determinaciones que sean necesarias para satisfacer los niveles de ruido pico a pico), resolución de  $4 \text{ cm}^{-1}$  y funciones de apodización triangulares (las funciones de ponderación más comunes en FTIR que inhiben la magnitud de los lóbulos laterales de interferogramas). Deben utilizarse las mismas condiciones para las muestras del ensayo y para la calibración de los estándares. El rendimiento de FTIR debe ser evaluado para una longitud de onda exacta y nivel de ruido para asegurar que están operando dentro de las especificaciones que establece el fabricante. Para grasas sólidas debe mantenerse la celda ATR a temperatura de  $62 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Los materiales para medir el fondo del espectro del haz de referencia son:

- Trioleína para calibración
- Material sin fortificar para muestras de ensayo trans fortificadas,
- Un material apropiado libre de grasas trans, tales como el aceite refinado que es una fuente blanqueada.

Usando una pipeta desechable, transferir  $50 \mu\text{L}$  de material base de referencia ordenada. Poner el material de base de referencia en la celda ATR de ZnSe horizontal. La porción del ensayo debe cubrir completamente la superficie horizontal del cristal.

Recolectar y guardar todos los espectros de un solo haz para ser usados como base. Limpiar el cristal sacando la porción del ensayo con un papel suave de seda desechable. En general para minimizar la contaminación, aplicar parte de la próxima muestra y volver a limpiar el cristal antes de volver a agregar  $50\mu\text{L}$  de la porción de la muestra para el análisis.

Colocar alrededor de 50µL de la porción de ensayo ordenada en el cristal horizontal de ZnSe. Debe cubrir completamente la superficie del cristal.

Recolectar y guardar todos los espectros de un solo haz. Relacionar el espectro de un solo haz de la muestra de ensayo contra el espectro base de referencia y 111 y convertir a absorbancia. Guardar el espectro de absorción. Repetir con las otras muestras.

## **CÁLCULOS**

Con la escala de longitud de onda del espectro de absorbancia, que se expande desde 1050– 900  $\text{cm}^{-1}$ , integrar el área bajo la banda 966  $\text{cm}^{-1}$  entre los límites de 900– 945  $\text{cm}^{-1}$ . Calcular la ecuación de la regresión lineal para área vs % de área de la calibración utilizando los espectros de los estándares trans. Usando la pendiente y el intercepto generado por los estándares trans, calcular el porcentaje de % trans de las muestras de ensayo, sustituyendo el valor del área integrada de las bandas trans en la siguiente ecuación:

Grasas trans como TE, % =  $[\text{Área}-\text{Intercepto}]/\text{Pendiente}$

Reportar los resultados lo más cercano a 0.1% <sup>(1)</sup>



## ANEXO N° 6

### REACTIVOS, MATERIAL Y EQUIPO PARA LA DETERMINACIÓN DE GRASAS TOTALES.

#### REACTIVOS

- Éter de petróleo (P.E. 30-60°C). (Debe ser de grado analítico y libre de grasa).

#### MATERIALES

- Algodón (libre de grasa).
- Material común de laboratorio.
- Cartucho de extracción de tamaño adecuado al extractor

#### EQUIPOS

- Extractor de grasas y aceites (Marca Selecta).
- Balanza analítica.



Figura N° 26. Extractor de grasas y aceites DET GRAS marca JP Selecta

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N° 7

### PRETRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE HAMBURGESA DE RES Y PIERNA DE POLLO EMPANIZADA ANTES DE SU EXTRACCION

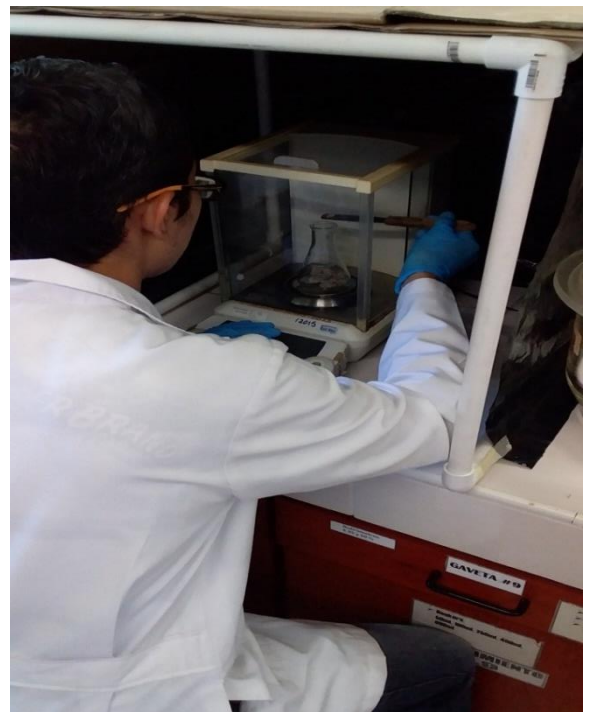
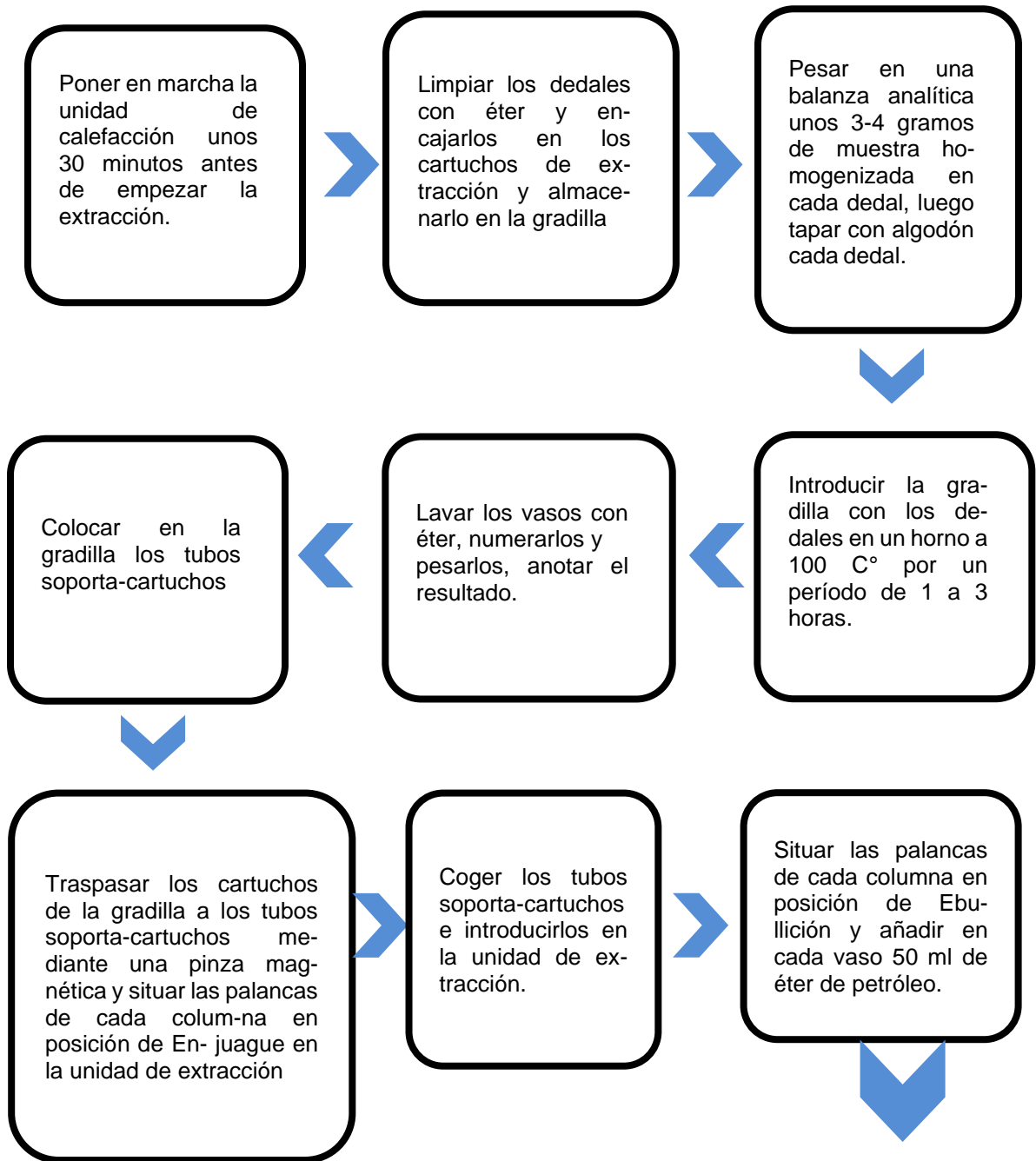


Figura N° 27. Fotografía del analista realizando el tratamiento respectivo a las muestras de pierna de pollo empanizado y hamburguesa de res antes de su extracción.

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO Nº 8**

**PROCESO DE EXTRACCIÓN DE GRASA TOTAL**



Continúa en la siguiente página

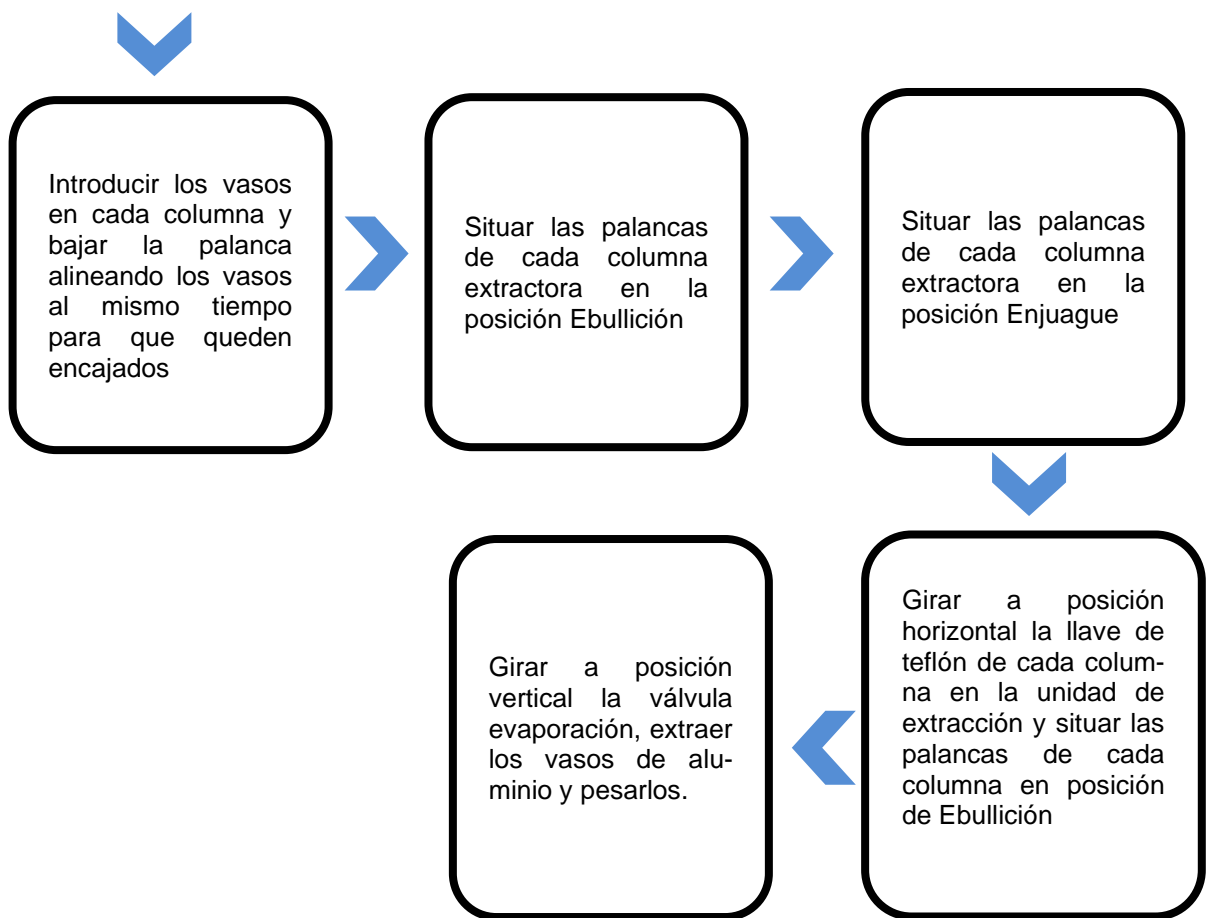


Figura N° 28. Esquema de extracción de grasa total

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 9**

**GRASA OBTENIDA DE LAS MUESTRAS DE HAMBURGUESA DE RES**

Tabla N°14. Peso de la grasa obtenida de la matriz hamburguesa de res

Código de muestra	Peso de la muestra	Peso de la cápsula de porcelana	Peso de la cápsula de porcelana + peso de grasa	Peso de la grasa
HBM1	25.0002	59.3355	59.7922	0.4567
HBM2	25.0020	52.7353	53.2242	0.4889
HBM3	25.0008	58.5202	59.0227	0.5025
HBM4	25.0010	46.5637	47.0560	0.4923
HBM5	25.0003	74.1651	74.6935	0.5284
HBM6	25.0005	82.9039	83.5050	0.6011
HBM7	25.0018	79.5405	80.0830	0.5425
HBM8	25.0006	73.8144	74.3281	0.5137
HBM9	25.0021	78.0894	78.6190	0.5296
HBM10	25.0004	75.4759	75.9965	0.5206
HBM11	25.0009	59.5225	60.0147	0.4922
HBM12	25.0012	54.7755	55.2436	0.4681
HBM13	25.0014	56.9688	57.4581	0.4893
HBM14	25.0000	48.7820	49.2394	0.4574

Tabla N° 14 (Continuación)

HBM15	25.0014	70.4801	71.0126	0.5325
HBM16	25.0005	80.7069	81.2647	0.5578
HBM17	25.0006	73.0681	73.5843	0.5162
HBM18	25.0000	75.6099	76.1483	0.5384
HBM19	25.0000	105.1638	105.9104	0.7466
HBW20	25.0003	105.3050	106.0735	0.7685
HBW21	25.0004	42.6746	43.4275	0.7529
HBW22	25.0004	41.9055	42.7153	0.8098
HBW23	25.0003	71.8795	72.6932	0.8137
HBW24	25.0000	103.4673	104.2586	0.7913
HBW25	25.0007	104.5425	105.3674	0.8249
HBW26	25.0008	41.0203	41.8725	0.8522
HBW27	25.0010	43.9423	44.6957	0.7534
HBW28	25.0009	69.5136	70.2688	0.7552
HBW29	25.0010	55.4649	56.2385	0.7736
HBW30	25.0007	101.5251	102.3192	0.7941
HBW31	25.0000	72.38	73.1754	0.7954
HBW32	25.0001	43.4448	44.0696	0.6248
HBK33	25.0006	55.9759	56.6238	0.6479



Tabla N° 14- (Continuación)

HBK34	25.0001	46.2091	46.9627	0.7536
HBK35	25.0012	77.5197	78.2681	0.7484
HBK36	25.0008	46.2561	46.9627	0.7066
HBK37	25.0014	77.4656	78.2681	0.8025
HBK38	25.0014	102.5864	103.5687	0.9823
HBK39	25.0009	44.5721	45.3642	0.7921
HBK40	25.0009	53.1557	53.9584	0.8027
HBK41	25.0004	50.0502	50.7435	0.6933
HBK42	25.0007	49.5629	50.2644	0.7015
HBK43	25.0011	74.4547	75.2389	0.7842
HBK44	25.0008	45.8836	46.5671	0.6835
HBK45	25.0014	74.7891	75.5843	0.7952
HBK46	25.0016	48.5706	49.2581	0.6875
HBK47	25.0003	78.5392	79.3645	0.8253
HBK48	25.0008	74.5069	75.2583	0.7514
HBK49	25.0006	76.4923	77.2682	0.7759
HBK50	25.0011	72.7242	73.4365	0.7123
HBK51	25.0010	59.4033	60.0658	0.6625
HBK52	25.0020	72.4680	73.1756	0.7076

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 10**

**GRASA OBTENIDA DE LAS MUESTRAS DE PIERNA DE POLLO  
FRITA EMPANIZADA**

Tabla N°15. Peso de la grasa obtenida de la matriz pierna de pollo frita empanizada

Código de muestra	Peso de la muestra	Peso de la cápsula de porcelana	Peso de la capsula de porcelana + grasa de la muestra	Peso de la grasa
PC1	25.0002	57.7420	58.2634	0.5214
PC2	25.0020	75.4536	75.9965	0.5429
PC3	25.0003	54.7588	55.2689	0.5101
PC4	25.0001	42.7450	43.2517	0.5067
PC5	25.0008	76.7164	77.3682	0.6518
PC6	25.0009	104.5290	105.2174	0.6684
PC7	25.0010	101.7245	102.3574	0.6329
PC8	25.0000	73.6823	74.3281	0.6458
PC9	25.0000	77.0425	77.6928	0.6503
PC10	25.0007	44.7300	45.2588	0.5288
PC11	25.0014	59.4611	60.0147	0.5536
PC12	25.0006	57.6705	58.2574	0.5869
PC13	25.0000	55.2887	55.8214	0.5327
PC14	25.0000	45.8031	46.3574	0.5543

Tabla N°15 (Continuación)

PC15	25.0022	68.6223	69.2581	0.6358
PC16	25.0021	85.4362	86.1475	0.7113
PC17	25.0011	73.3801	74.0126	0.6325
PC18	25.0014	77.5587	78.1564	0.5977
PC19	25.0007	102.4666	103.1211	0.6545
PC20	25.0003	45.1329	45.6338	0.5009
PC21	25.0001	44.3794	44.8972	0.5178
PC22	25.0008	41.4568	41.9965	0.5397
PC23	25.0009	77.9998	78.5824	0.5826
PC24	25.0000	96.1838	96.8512	0.6674
PC25	25.0007	77.0310	77.6391	0.6081
PC26	25.0005	46.1526	46.6769	0.5243
PC27	25.0030	44.1113	44.6957	0.5844
PC28	25.0008	73.6264	74.2857	0.6593
PC29	25.0003	55.2590	55.8094	0.5504
PC30	25.0005	110.6090	111.2579	0.6489
PA31	25.0008	72.5817	73.1754	0.5937
PA32	25.0001	44.5175	45.0203	0.5028
PA33	25.0008	59.2950	59.8711	0.5761

Tabla N°15 (Continuación)

PA34	25.0005	76.6074	77.2358	0.6284
PA35	25.0002	75.0944	75.6941	0.5997
PA36	25.0014	44.1366	44.6662	0.5296
PA37	25.0011	79.5300	80.1458	0.6158
PA38	25.0000	70.6539	71.2438	0.5899
PA39	25.0000	49.0985	49.6385	0.5400
PA40	25.0000	55.7024	56.2594	0.5570
PA41	25.0000	52.1593	52.6982	0.5389
PA42	25.0005	49.2403	49.7436	0.5033
PA43	25.0006	72.9207	73.5694	0.6487
PA44	25.0009	50.0163	50.5627	0.5464
PA45	25.0010	70.8000	71.4294	0.6294
PA46	25.0002	46.8264	47.3585	0.5321
PA47	25.0006	78.7218	79.3645	0.6427
PA48	25.0007	101.9075	102.5665	0.6590

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO Nº 11**

**REACTIVOS, MATERIAL Y EQUIPO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE  
GRASAS TRANS**

## **REACTIVOS**

- Etanol
- Acetona grado ACS
- Trielaidina (Debe tener una pureza mayor al 99.0%).
- Trioleína (Debe tener una pureza mayor al 99.0%).

## **MATERIALES**

- Pipetas de plástico descartables
- Baño de vapor
- Termómetro
- Pipeta serológica de boca ancha
- Goteros
- Tubos de boca ancha de 50 mL
- Probetas de 10 mL
- Celda de Bromuro de potasio
- Jeringa de Tuberculina
- Gradilla
- Espátulas
- Micropipeta

## **EQUIPOS**

- Espectrofotómetro infrarrojo con Transformada de Fourier
- Balanza Analítica

## INSTRUMENTOS

- Celda de Reflectancia Total Atenuada



Figura N° 29. Estándares positivo y negativo (Trielaidina y Trioleína)

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 30. Espectrofotómetro infrarrojo de Transformada de Fourier

Fuente: Elaboración propia





Figura N°31. Aparato de espectrofotetría infrarrojo de Fourier con el ordenador que contiene el programa IR-RESOLUTION, en el laboratorio fisicoquímico de aguas.

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO Nº 12

### EQUIPO BAÑO PRECITHERM PFV

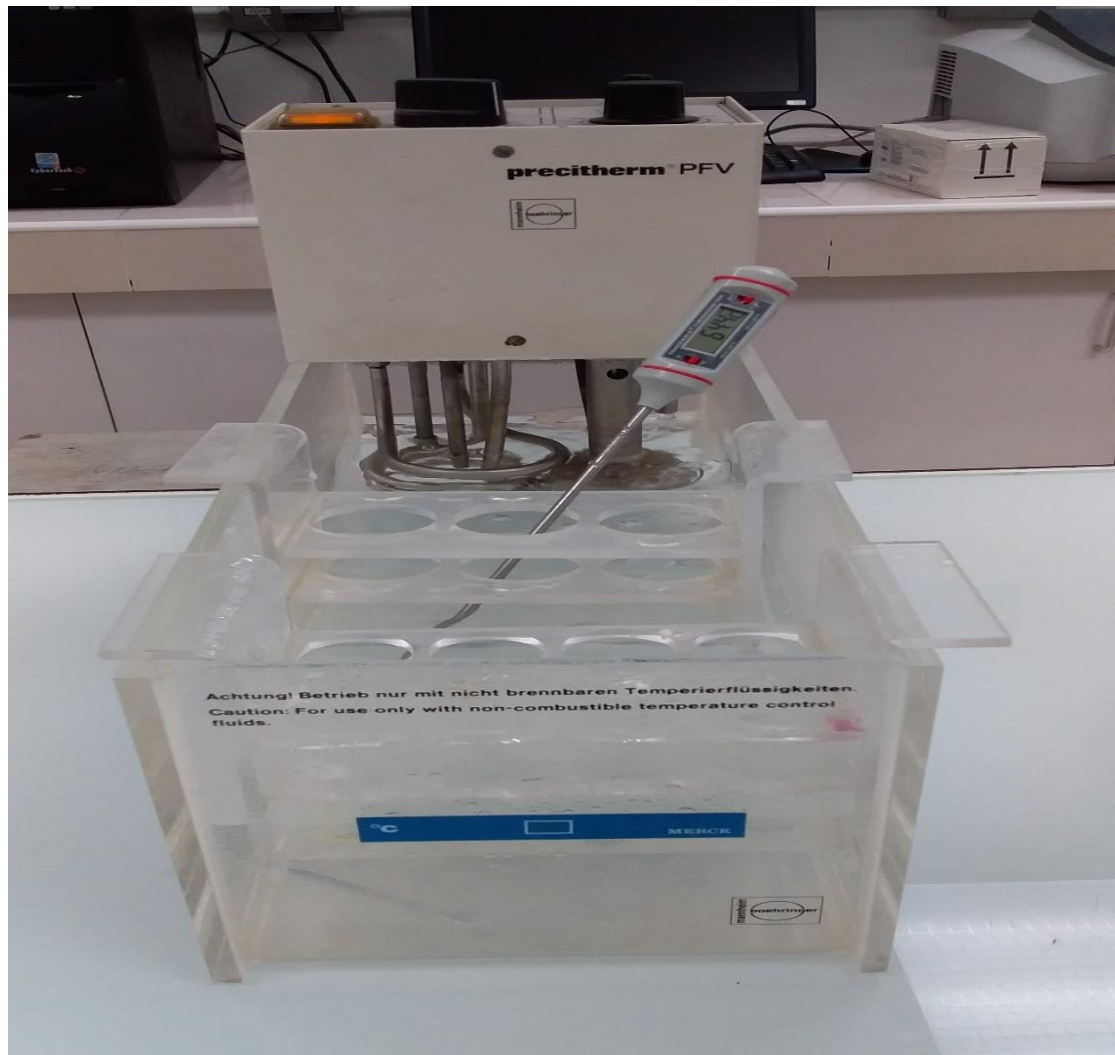
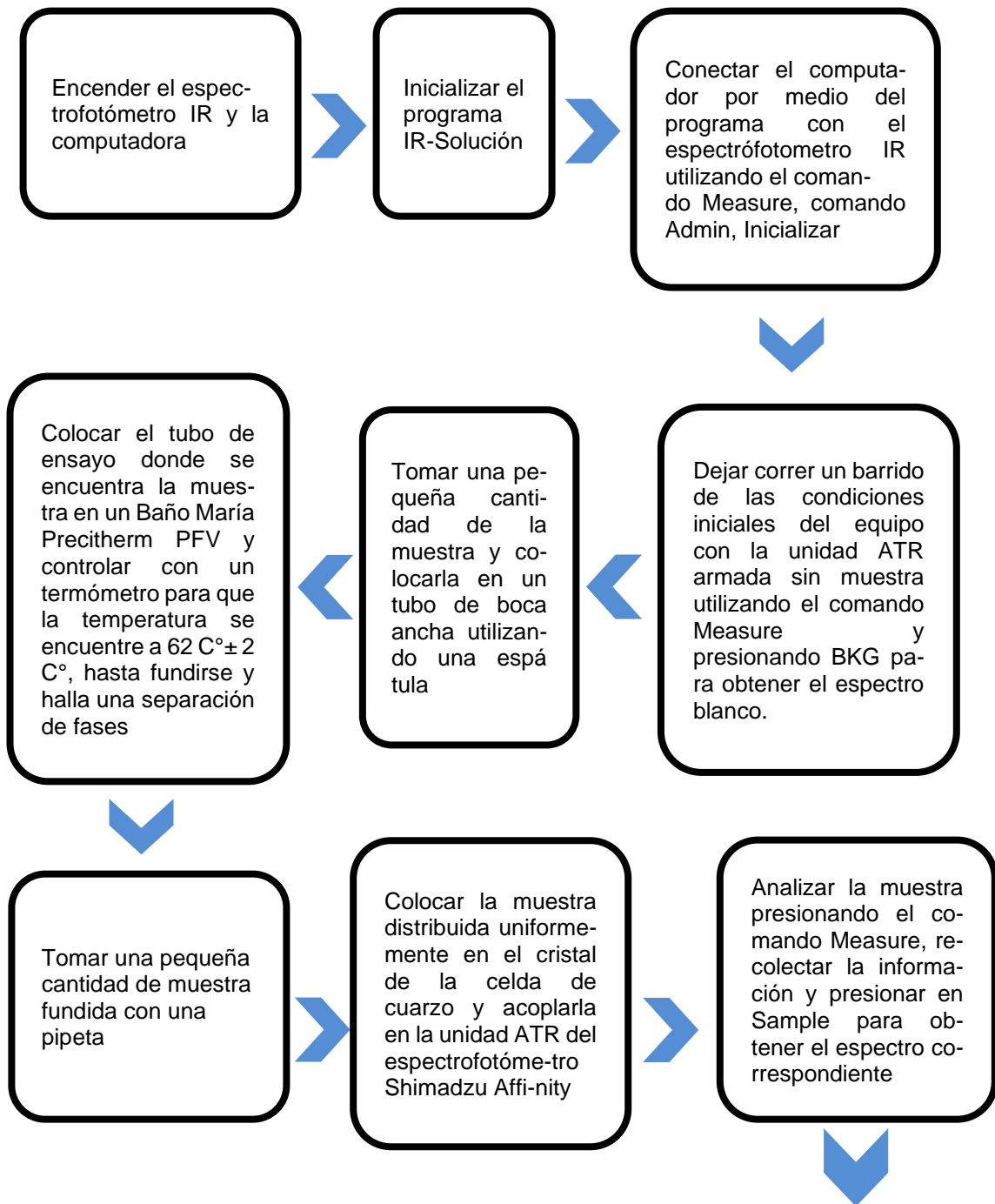


Figura Nº 32. Fotografía del Baño María Precitherm PFV utilizado para fundir las muestras

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N° 13**

**PROCEDIMIENTO DE CUANTIFICACIÓN DE GRASAS TRANS EN EL  
EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA INFRARROJO IR-SHIMADZU  
AFFINITY**



Continúa en la siguiente página

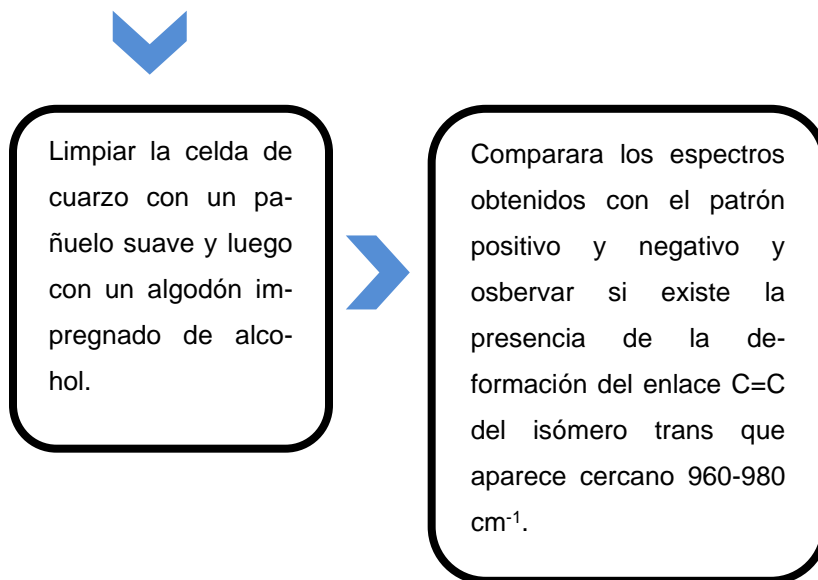


Figura N° 33. Esquema de cuantificación de grasa trans

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO N°14

### LISTADO DE CÓDIGOS DE LAS MATRICES DE COMIDA RAPIDA UTILIZADAS PARA EL ANALISIS

Tabla N°16. Listado de códigos de las matrices de comida rápida utilizadas para el análisis

Matriz	Restaurante	Código de muestras
Pierna de pollo frito empanizado	Campero	PC
	Campestre	PA
Hamburguesa de res	Burger King	HBK
	McDonald's	HBM
	Wendy's	HBW

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO Nº 15

### CALCULOS DE LA PENDIENTE, ORDENADA EN EL ORIGEN Y COEFICIENTE DE DETERMINACION

Pendiente

$$b_1 = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b_1 = \frac{11(94.10) - (211.5)(3.013)}{11(8051.25) - (211.5)^2}$$

$$b_1 = 0.009$$

Ordenada en el origen

$$b_0 = \frac{\sum y - b_1 \sum x}{n}$$

$$b_0 = \frac{(3.013) - (0.009)(211.5)}{11}$$

$$b_0 = 0.1$$

Coeficiente de determinación

$$r^2 = \frac{(n\sum xy - (\sum x)(\sum y))^2}{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}$$

$$r^2 = \frac{(11)(94.10) - (211.5)(3.013))^2}{(11(8051.25) - (211.5)^2)(11(1.155) - (3.013)^2)}$$

$$r^2 = \frac{(1035.1 - 637.2495)^2}{(88563.75 - 44732.25)(12.705 - 9.078169)}$$

$$r^2 = \frac{158285.0204}{(43831.5)(3.626831)}$$

$$r^2 = 0.996$$

## ANEXO Nº 16

### FRECUENCIAS DE ABSORCIÓN INFRARROJA

Tabla Nº17. FRECUENCIAS DE ABSORCIÓN INFRARROJA <sup>(26)</sup>

Alquenos disustituidos trans		
Unidad estructural	Inferencia	Frecuencia, cm <sup>-1</sup>
C=CH	Estiramiento del doble enlace carbono carbono hidrógeno de un alqueno disustituido trans	3010-3040
C=CH <sub>2</sub>	Sobre tono de un alqueno disustituido trans	880-900. sobre tono 1780 a1850
C=C	Estiramiento o tensión del enlace	1635-1690
Trans-RCH=CHR'	Deformación fuera del plano del doble enlace carbono carbono de un alqueno disustituido trans	960-990
Trans-HC=CH (grasas)	Deformación fuera del plano del doble enlace carbono carbono de una grasa trans.	966



## ANEXO N° 17

**CELDA DE REFLECTANCIA TOTAL ATENUADA EN LA QUE SE  
REALIZARON LOS ANALISIS DE HAMBURGUESA DE RES Y PIERNA  
DE POLLO EMPANIZADO**

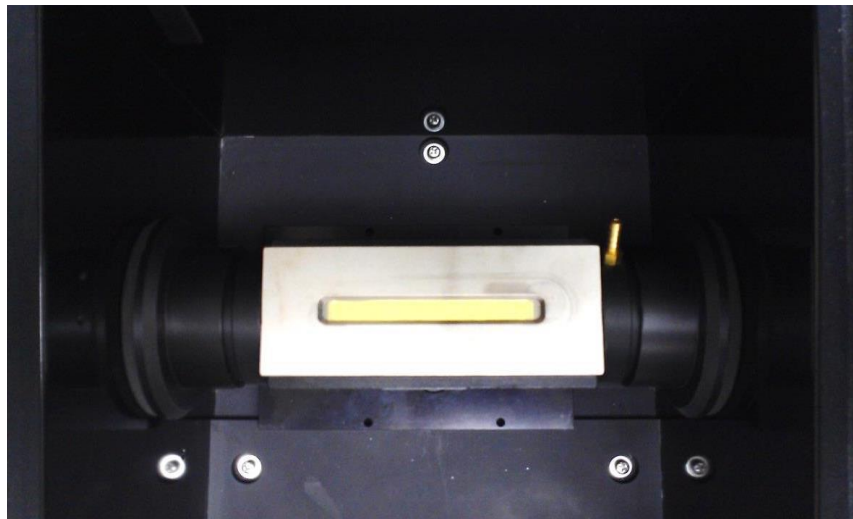
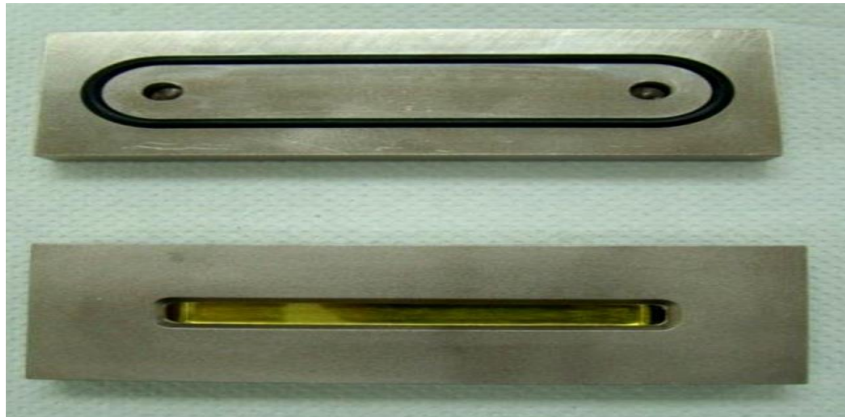


Figura N° 34. Fotografías de la celda de Reflectancia Total Atenuada

Fuente: Elaboración propia

**ANEXO Nº 18**

**NOTAS DE APLICACIÓN DEL EXTRACTOR DE GRASA MARCA JP  
SELECTA**

## **Notas de aplicación**

### **DG-01 Grasa bruta (con hidrólisis previa)**

Aplicación: Quesos, Carnes, Leche

Reactivos: Éter de petróleo 40-60

Materiales: Extractor DET GRAS, estufa de desecación, balanza 0.0001 g.

Material para hidrólisis

Proceso:

Trituración: Desmenuzar la carne o el queso en trozos lo más pequeño posible.

Limpiar con un algodón impregnado en éter, los materiales utilizados, añadir el algodón al cartucho de extracción

Secado: 2-3 h

Muestra: 3g sea  $W_1$

Realizar una hidrólisis según la nota de aplicación DG-02

Tarar los vasos:  $W_0$

Ebullición: 40 minutos

Enjuague: 60 minutos

Evaporación: 10 minutos

Pesar vasos:  $W_2$

Calcular la grasa:  $(W_2 - W_0)/W_1$

### **DG 02 Realización de una hidrólisis**

Material: 6 matraces Erlenmeyer, placa calefactora (Suficiente para alojar a los 6 Erlenmeyer en superficie, papel filtro, embudos de vidrio, campana extractora, bolas de vidrio.

Reactivos: HCL 3N

#### Proceso:

- Pesar alrededor de 3 g de muestra
- Introducirla en el Erlenmeyer
- Añadir 100 ml de HCl y una perla de ebullición
- Situar en la placa calefactora y todo el conjunto debajo de una campana extractora
- Iniciar la ebullición lentamente
- Mantener la ebullición lenta durante 1 h
- Dejar enfriar a T° ambiente
- Preparar los 6 embudos y los 6 papeles de filtro
- Verter el contenido de cada Erlenmeyer en su embudo y dejar filtrar
- Añadir agua a unos 60 C° en el Erlenmeyer agitar para desengrasar las paredes y verter en su embudo
- Repetir la operación varias veces hasta que el Erlenmeyer quede completamente limpio
- Seguir añadiendo agua a unos 60 C° en cada embudo hasta que el líquido que sale del embudo sea completamente transparente y sin restos de ácido (pH aproximado de 7)
- Doblar cuidadosamente el papel de filtro e introducirlo en el cartucho de extracción
- Secar en estufa de desecación a 100 C durante 1-2 h antes de introducir en el extractor.

#### Notas:

El proceso de filtración puede mejorarse con una unidad de filtración al vacío  
No es conveniente que el papel de filtro sea muy grande porque no cabra dentro del cartucho de extracción o entorpecerá el arrastre de la grasa por el disolvente durante la extracción

Para reducir los humos colocar un vidrio de reloj en la boca de cada Erlenmeyer

Si se dispone de una unidad de digestión de Kjeldahl puede utilizarse en lugar de la placa calefactora.

#### **DG 04 Grasa (Pre-extracción e hidrólisis)**

Aplicación: Quesos, Carnes, Leche

Reactivos: Éter de petróleo 40-60°.

Materiales: Extractor DET-GRAS, Estufa de desecación, Balanza 0.0001g,  
Material para hidrólisis

Proceso

Trituración: Desmenuzar la carne o el queso en trozos lo más pequeño posible.  
Limpiar, con un algodón impregnado en éter, los útiles utilizados, añadir algodón al cartucho de extracción.

Secado: 2-3 h

Muestra: 3g sea  $W_1$

#### **Pre-extracción:**

Ebullición: 30 minutos

Enjuague: 45 minutos

Evaporación: 10 minutos

Pesar los vasos:  $W_2$

Calcular la grasa:  $G_1 = (W_2 - W_0) / W_1$

#### **Hidrólisis**

Extraer la muestra de cada cartucho y pesar.

Pesar cada muestra:  $W_{11}$

Realizar una hidrólisis según la nota de aplicación DG-02.

Tarar los vasos:  $W_{00}$

Ebullición: 40 minutos

Enjuague: 60 minutos

Evaporación: 10 minutos

Pesar vasos:  $W_{22}$

Calcular la grasa:  $G_2 = (W_{22} - W_{00}) / W_{11}$

Contenido total de grasa =  $W_1 + W_2$

**ANEXO Nº 19**

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE ESTÁNDARES (TRIELAIDINA Y  
TRIOLEINA) CON TRADUCCIÓN AL IDIOMA ESPAÑOL**

## **Certificado de Análisis de Trielaidina**

Fecha: 18 de Julio, 2012

Nombre científico: 1, 2,3 TRI TRANS-9 Octadienol glicerol

Nombre Común: Trielaidina

Densidad: Desconocida

Cromatografía gas líquido: >99% sobre metiléster

Cromatografía capa fina: Muestra solo la mitad de los triglicéridos presentes

Fórmula:  $C_{57}H_{104}O_6$

Apariencia: Sólido a temperatura ambiente.

Lote: T-240-M17-V

Fuente original del material: Aceite de girasol.

Peso de la fórmula: 885.50

CAS # 537-39-3

Vida útil: Es ilimitada si no se abre el vial y almacenada a cero grados centígrados o más helado. Una vez abierto, 6-12 meses bajo buenas condiciones de almacenamiento.

Nuestros compuestos insaturados son colocados en viales por volumen y no por peso, lavados con nitrógeno y sellados al vacío. Cada vial contiene al menos la mínima cantidad especificada en lo rotulado.

## **Información de seguridad**

Este compuesto puede ser perjudicial si se ingiere, inhala o se absorbe en la piel. Puede causar irritación en los ojos, puede ser irritable a las membranas mucosas y el tracto respiratorio superior. Para nuestros conocimientos, las propiedades toxicológicas no han sido investigadas por completo. La contaminación de los ojos o la piel debe ser tratada lavando con grandes cantidades de agua. Todos los compuestos que se adquieren en NU-CHEK-PREP son lípidos altamente



purificados que han sido aislados o sintetizados de varios aceites vegetales. Como última medida de precaución, todos los contaminantes de residuos orgánicos volátiles son removidos por una destilación fraccionada de alto vacío. Como muchos de nuestros productos son insaturados, el producto final es generalmente lavado con gas inerte (N<sub>2</sub>) y sellado herméticamente en viales de vidrio bajo vacío y almacenados a una baja temperatura (C°). Estas son las condiciones usuales hasta que es vendido.

Estos productos son preparados en cantidades pequeñas para la comunidad científica de los lípidos orgánicos. Mientras que estos materiales pueda que sean tóxicos, no son adecuados para el consumo humano ni tiene usos medicinales. Nuestros productos se utilizan en estudios con animales. Certificamos que este lote se ajusta a las especificaciones requeridas del producto y que ha sido lanzado para su venta.

### **Certificado de Análisis de trioleína.**

**Fecha:** 18 de Julio, 2012

**Nombre científico:** 1, 2,3 TRI CIS-9 Octadienol glicerol

**Nombre Común:** Trioleína

**Densidad:** 0.90 gm/ml

**Cromatografía gas líquido:** >99% sobre metiléster

**Cromatografía capa fina:** Muestra solo la mitad de los triglicéridos presentes

**Fórmula:** C<sub>57</sub>H<sub>104</sub>O<sub>6</sub>

**Apariencia:** Líquido a temperatura ambiente.

**Lote:** T-235-D19-V

**Fuente original del material:** Aceite de girasol.

**Peso de la fórmula:** 885.50

CAS # 122-32-7

La fecha de expiración de los estándares recibidos de NU-CHEK-PRERP es de 3 a 6 meses desde que el vial se abre si está bajo buenas condiciones de almacenamiento. Es ilimitado si el vial no se abre.

Las buenas condiciones de almacenamiento para un vial que ya está abierto, es mantenerlo a 0 grados centígrados o más frío y lavarlo con un gas inerte como nitrógeno o argón. Esto se hace para deshacerse del oxígeno el cual puede causar oxidación. Para un vial sin abrir debería de mantenerse a cero grados centígrados.

La fecha de expiración empieza desde el día que el comprador lo recibe. Nuestros compuestos insaturados son insertados en nuestros viales por volumen y no por peso, se hacen lavados con nitrógeno y son sellados al vacío. Cada vial contiene al menos la mínima cantidad especificada en el rotulado.

### **Información de seguridad**

Este compuesto puede ser perjudicial si se ingiere, inhala o se absorbe en la piel. Puede causar irritación en los ojos, puede ser irritable a las membranas mucosas y el tracto respiratorio superior. Para nuestros conocimientos, las 138 propiedades toxicológicas no han sido investigadas por completo. La contaminación de los ojos o la piel debe ser tratada lavando con grandes cantidades de agua. Todos los compuestos que se adquieren en NU-CHEK-PRERP lípidos altamente purificados que han sido aislados o sintetizados de varios aceites vegetales. Como última medida de precaución, todos los contaminantes de residuos orgánicos volátiles son removidos por una destilación fraccionada de alto vacío. Como muchos de nuestros productos son insaturados, el producto final es generalmente lavado con gas inerte (N<sub>2</sub>) y sellado herméticamente en viales de vidrio bajo vacío y almacenados a una baja temperatura (0 C°). Estas son las condiciones usuales hasta que es vendido.



LOWELL J. NUTTER  
BRIAN L. NUTTER

PHONE (507) 267-4582  
(507) 267-4689  
FAX (507) 267-4790  
info@nuchekprep.com  
www.nu-chekprep.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS

DATE: April 23, 2014

SCIENTIFIC NAME: 1,2,3 TRI CIS-9 OCTDECENOYL GLYCEROL

COMMON NAME: TRIOLEIN

DENSITY: 0.90 GM/ML

GAS LIQUID CHROMATOGRAPHY: >99% ON METHYL ESTER

THIN LAYER CHROMATOGRAPHY: SHOWS ONLY THE TRIGLYCERIDE MOIETY PRESENT

FORMULA: C<sub>57</sub>H<sub>104</sub>O<sub>6</sub>

APPEARANCE: CLEAR COLORLESS LIQUID AT ROOM TEMPERATURE

LOT: T-235-S13-X

ORIGINAL SOURCE OF MATERIAL: SUNFLOWER OIL

FORMULA WEIGHT: 885.50

CAS # 122-32-7

THE EXPIRATION DATE ON STANDARDS RECEIVED FROM NU-CHEK-PREP IS 3-6 MONTHS ON AN OPENED VIAL UNDER GOOD STORAGE CONDITIONS. UNLIMITED IF THE VIAL IS UNOPENED. GOOD STORAGE CONDITIONS FOR AN OPENED VIAL IS KEPT AT 0 DEGREES CENTIGRADE OR COLDER AND FLUSHED WITH AN INERT GAS LIKE NITROGEN OR ARGON. THIS RIDS IT OF OXYGEN WHICH CAN CAUSE OXIDATION. FOR AN UNOPENED VIAL IT SHOULD BE KEPT AT 0 DEGREES OR COLDER.

THE EXPIRATION DATE STARTS THE DAY THE BUYER RECEIVES IT.

OUR UNSATURATED COMPOUNDS ARE INSERTED IN VIALS BY VOLUME AND NOT WEIGHT, FLUSHED WITH NITROGEN AND SEALED UNDER HIGH VACUUM. EACH VIAL CONTAINS AT LEAST THE MINIMUM AMOUNT SPECIFIED ON THE LABEL.

SAFETY DATA INFORMATION

THIS COMPOUND MAY BE HARMFUL IF SWALLOWED, INHALED OR ABSORBED THROUGH THE SKIN. IT MAY CAUSE EYE IRRITATION, BE IRRITABLE TO MUCOUS MEMBRANES AND UPPER RESPIRATORY TRACT.

TO THE BEST OF OUR KNOWLEDGE THE TOXICOLOGICAL PROPERTIES HAVE NOT BEEN FULLY INVESTIGATED.

CONTAMINATION OF THE EYES OR SKIN SHOULD BE FOLLOWED BY WASHING WITH LARGE AMOUNTS OF WATER.

ALL OF THE COMPOUNDS WHICH YOU HAVE PURCHASED FROM NU-CHEK-PREP ARE HIGHLY PURIFIED LIPID STANDARDS THAT HAVE BEEN ISOLATED OR SYNTHESIZED FROM VARIOUS VEGETABLE OILS.

AS A FINAL PRECAUTIONARY MEASURE, ALL RESIDUAL VOLATILE ORGANIC CONTAMINATES ARE REMOVED BY HIGH VACUUM FRACTIONAL DISTILLATION. SINCE MANY OF OUR PURE PRODUCTS ARE UNSATURATED, THE FINAL PRODUCT IS GENERALLY FLUSHED WITH INERT GAS (i.e., N<sub>2</sub>) AND HERMETICALLY SEALED IN GLASS VIALS UNDER VACUUM AND STORED UNDER LOW TEMPERATURE (0°C) CONDITIONS UNTIL READY FOR SHIPMENT.

THESE PRODUCTS ARE PREPARED IN SMALL RESEARCH QUANTITIES FOR THE LIPID ORGANIC SCIENTIFIC COMMUNITY. WHILE THESE MATERIALS MAY BE TOXIC, THEY ARE NOT INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION OR AS A MEDICINAL OR DRUG RELATED USES. OUR PRODUCTS ARE USED IN ANIMAL STUDIES AND AS STANDARDS STRICTLY FOR RESEARCH.

WE CERTIFY THAT THIS LOT CONFORMS TO THE PRODUCT SPECIFICATIONS AND HAS BEEN RELEASED FOR SALE.

**NU-CHEK-PREP, INC.**  
P.O. Box 295 Elysian MN 56028 U.S.A.  
*The home of fine Lipid Organics*

LOWELL J. NUTTER  
BRIAN L. NUTTER

PHONE (507) 267-4582  
(507) 267-4685  
FAX (507) 267-479C  
info@nuchekprep.com  
www.nu-chekprep.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS

DATE: APRIL 23, 2014

SCIENTIFIC NAME: 1,2,3 TRI[TRANS-9-OCTADECENOYL]-GLYCEROL

COMMON NAME: TRIELAIDIN

DENSITY: UNKNOWN

GAS LIQUID CHROMATOGRAPHY: >99% ON METHYL ESTER

THIN LAYER CHROMATOGRAPHY: SHOWS ONLY THE TRIGLYCERIDE MOIETY PRESENT

FORMULA: C<sub>57</sub>H<sub>104</sub>O<sub>6</sub>

APPEARANCE: SOLID AT ROOM TEMPERATURE

LOT: T-240-04-X

ORIGINAL SOURCE OF MATERIAL: SUNFLOWER OIL

FORMULA WEIGHT: 885.50

CAS # 537-39-3

SHELF LIFE: UNLIMITED IF UNOPENED AND STORED AT 0 DEGREES CENTIGRADE OR COLDER. ONCE OPENED, 6-12 MONTHS UNDER GOOD STORAGE CONDITIONS

OUR UNSATURATED COMPOUNDS ARE INSERTED IN VIALS BY VOLUME AND NOT WEIGHT, FLUSHED WITH NITROGEN AND SEALED UNDER HIGH VACUUM. EACH VIAL CONTAINS AT LEAST THE MINIMUM AMOUNT SPECIFIED ON THE LABEL.

SAFETY DATA INFORMATION

THIS COMPOUND MAY BE HARMFUL IF SWALLOWED, INHALED OR ABSORBED THROUGH THE SKIN. IT MAY CAUSE EYE IRRITATION, BE IRRITABLE TO MUCOUS MEMBRANES AND UPPER RESPIRATORY TRACT.

TO THE BEST OF OUR KNOWLEDGE THE TOXICOLOGICAL PROPERTIES HAVE NOT BEEN FULLY INVESTIGATED.

CONTAMINATION OF THE EYES OR SKIN SHOULD BE FOLLOWED BY WASHING WITH LARGE AMOUNTS OF WATER.

ALL OF THE COMPOUNDS WHICH YOU HAVE PURCHASED FROM NU-CHEK-PREP ARE HIGHLY PURIFIED LIPID STANDARDS THAT HAVE BEEN ISOLATED OR SYNTHESIZED FROM VARIOUS VEGETABLE OILS.

AS A FINAL PRECAUTIONARY MEASURE, ALL RESIDUAL VOLATILE ORGANIC CONTAMINATES ARE REMOVED BY HIGH VACUUM FRACTIONAL DISTILLATION. SINCE MANY OF OUR PURE PRODUCTS ARE UNSATURATED, THE FINAL PRODUCT IS GENERALLY FLUSHED WITH INERT GAS (i.e., N<sub>2</sub>) AND HERMETICALLY SEALED IN GLASS VIALS UNDER VACUUM AND STORED UNDER LOW TEMPERATURE (-30°C) CONDITIONS UNTIL READY FOR SHIPMENT.

THESE PRODUCTS ARE PREPARED IN SMALL RESEARCH QUANTITIES FOR THE LIPID ORGANIC SCIENTIFIC COMMUNITY. WHILE THESE MATERIALS MAY BE TOXIC, THEY ARE NOT INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION OR AS A MEDICINAL OR DRUG RELATED USES. OUR PRODUCTS ARE USED IN ANIMAL STUDIES AND AS STANDARDS STRICTLY FOR RESEARCH.

WE CERTIFY THAT THIS LOT CONFORMS TO THE PRODUCT SPECIFICATIONS AND HAS BEEN RELEASED FOR SALE.

**ANEXO N° 20**

**GARANTÍA DE PUREZA DE LOS ESTANDARES Y SU TRADUCCIÓN AL  
ESPAÑOL <sup>(5)</sup>.**

NU-CHEK Generalmente prepara compuestos cromatográficamente puros, enlistados en nuestros catálogos, para tener una pureza mayor a 99 %, variando los grados de pureza (relativamente más puros que un 90%.

También se pueden obtener compuestos de menor grado de pureza por petición especial.

Todos los productos hechos disponibles bajo nuestro etiquetado están garantizados para reunir el mínimo de especificaciones designadas al momento de su venta. Las propiedades químicas se pueden alterar por el tiempo o por las condiciones de almacenamiento por lo cual no nos hacemos responsables. Si al momento de la venta, alguna de nuestras preparaciones es encontrada con un grado menor de pureza que el identificado, UN-CHEK suplirá (libre de cargos) un reemplazo adecuado o reembolsar el precio de venta. Todos los reclamos deben ser hechos dentro de los próximos 60 días a partir de la fecha de facturación (los antioxidantes tienden a alterar las funciones normales de los componentes y nunca son agregados a menos de que se halla requerido específicamente)

Nuestros componentes instaurados son insertados en viales por volumen y no por peso con Nitrógeno varias veces y sellado al vacío. Cada vial contiene al menos el mínimo de cantidad especificada en la etiqueta. El peso exacto debe ser obtenido si se desea con un cargo extra de 3 dólares por vial.

### PURITY GUARANTEE

NU-CHEK GENERALLY PREPARES CHROMATOGRAPHICALLY PURE COMPOUNDS LISTED IN OUR CATALOG AS HAVING A PURITY GREATER THAN 99%+. VARYING DEGREES OF PURITY (I.E. RELATIVELY PURE GREATER THAN 90%) ARE SO LISTED. COMPOUNDS OF LESSER DEGREE PURITY CAN ALSO BE OBTAINED BY SPECIAL REQUEST.

ALL PRODUCTS MADE AVAILABLE UNDER OUR LABEL ARE GUARANTEED TO MEET THE MINIMUM SPECIFICATIONS DESIGNATED AT THE TIME OF SALE. AGE OR CONDITION OF STORAGE MAY ALTER CHEMICAL PROPERTIES FOR WHICH CHANGE WE CANNOT BE HELD LIABLE.

IF AT THE TIME OF SALE ANY OF OUR PREPARATIONS ARE FOUND TO BE INFERIOR OR OF A DEGREE PURITY LESS THAN SPECIFIED, NU-CHEK WILL SUPPLY YOU (FREE OF CHARGE) AN ADEQUATE REPLACEMENT, OR AT OUR OPTION, REFUND YOUR PURCHASE PRICE. ALL CLAIMS MUST BE MADE WITHIN 60 DAYS OF INVOICE DATE. (ANTIOXIDANTS TEND TO ALTER NORMAL COMPOUND FUNCTIONS AND ARE NEVER ADDED UNLESS REQUESTED SPECIFICALLY.)

OUR UNSATURATED COMPOUNDS ARE INSERTED IN VIALS BY VOLUME AND NOT WEIGHT-FLUSHED WITH NITROGEN SEVERAL TIMES AND SEALED UNDER HIGH VACUUM. EACH VIAL CONTAINS AT LEAST THE MINIMUM AMOUNT SPECIFIED ON THE LABEL. EXACT WEIGHTS MAY BE OBTAINED IF DESIRED WITH A \$3.00 RESEAL CHARGE PER VIAL.