



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE PUEBLA



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

COLEGIO DE INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS PARA OBTENER TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO

TOXICIDAD DEL ACEITE DEL POLLO
ROSTIZADO

P R E S E N T A:

STEFANY SÁNCHEZ ESPINOSA

ASESORA:

M.C. MA. DOLORES CASTAÑEDA ANTONIO

FEBRERO 2015



C. STEFANY SÁNCHEZ ESPINOSA
PASANTE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA
PRESENTE:

Oficio No. FIQ/AC/1110/2013
Asunto: Registro de Tema de Tesis
Fecha: 30 de Octubre de 2013

Por medio del presente me permito informarle, de la aprobación del Registro de Tema de Tesis de la Licenciatura en Ingeniería Química cuyo título es el siguiente:

“TOXICIDAD DEL ACEITE DEL POLLO ROSTIZADO”

Con el siguiente contenido:

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES
CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA
CAPÍTULO 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFÍA

Director de Tesis: M.C. Ma. Dolores Castañeda Antonio

Lo cual me permito comunicarle para su conocimiento y fines consiguientes aclarando que la vigencia de este tema será **ÚNICAMENTE POR UN AÑO**.

ATENTAMENTE
“Pensar Bien, Para Vivir Mejor”

M.I.C. MA. GPE. TITA VÁZQUEZ E. DE LOS MONTEROS
SECRETARIA ACADÉMICA

C.c.p. Director de Tesis: M.C. Ma. Dolores Castañeda Antonio
Minutario Facultad de Ingeniería Química

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mis hermanos y especialmente a mis papas porque creyeron en mí, por sus consejos, por su comprensión y el apoyo incondicional para poder sacar adelante todo lo que me propuse y porque nunca me dejaron caer en momentos difíciles. Gracias por ser mis papas y porque he podido llegar a concluir una etapa más en mi vida.

A mi novio, gracias por estar siempre conmigo, por acompañarme en los momentos más difíciles, por tu amor y tus consejos.

A mi profesora Ma. Dolores Castañeda Antonio por su apoyo, su paciencia, su dedicación. Muchas gracias profesora.

Y especialmente a Dios porque nunca me soltó de la mano en situaciones difíciles y por la fuerza que me dio para seguir adelante.

Gracias por todo el apoyo que siempre me han dado.

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece (Filipenses 4:13)

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS PARTICULARES	9
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	10
1.2 Usos de grasas más comunes.....	10
1.2.1 Aceites vegetales.....	10
1.2.2 Margarina	11
1.2.3 Manteca de cerdo	11
1.3 Temperatura de freído	11
1.4 Aditivos en los alimentos	12
1.4.1 Aroma	12
Productos relacionados con el aroma de alimentos	12
Compuestos aromáticos producidos por microorganismos	13
1.4.2 Sabor	13
1.4.3 Especias	14
1.5 Sustancias encontradas en los alimentos	14
1.6 Esterificación	15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	16
2.1 OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE ACEITES DE POLLO ROSTIZADO.	16
Obtención de muestras de aceite de pollo rostizado.	16
2.2 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	18
2.3 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO	18
Cromatógrafo de gases utilizado para la identificación de compuestos de aceite rostizado.....	pollo 18
2.4 IDENTIFICACIÓN DE COMPUESTOS TÓXICOS	19

Metodología para la identificación de compuestos mediante análisis cromatográfico	19
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
Compuestos más abundantes en aceite de pollo rostizado	24
Compuestos de aceites de pollos rostizados identificados por cromatografía de gases.....	24
Efecto de los compuestos de aceites de pollos rostizados	29
Compuestos no tóxicos repetidos en las diferentes 6 muestras de aceites de pollo rostizado ...	35
Cantidad de compuestos tóxicos y no tóxicos de aceite de pollo rostizado.....	36
Compuestos y concentraciones que tiene un aceite puro de maíz	36
Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de maíz.....	37
Compuestos y concentraciones que tiene un aceite puro de girasol	38
Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de girasol.....	38
Compuestos y concentraciones que tiene un aceite puro de oliva	39
Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de oliva.....	40
CONCLUSIONES	42
GLOSARIO	43
BIBLIOGRAFÍA.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Obtención de muestras de aceite de pollo rostizado.	16
Figura 2. Cromatógrafo de gases utilizado para la identificación de compuestos de aceite de pollo rostizado.	18
Figura 3. Cromatogramas de aceite de pollo rostizado	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productos relacionados con el aroma de alimentos	12
Tabla 2. Compuestos aromáticos producidos por microorganismos	13
Tabla 3. Ubicación de las muestras tomadas de aceite de pollo rostizado	17
Tabla 4. Condiciones de operación del cromatógrafo de gases.....	18
Tabla 5. Compuestos más abundantes en aceite de pollo rostizado	24
Tabla 6. Compuestos de aceites de pollos rostizados identificados por cromatografía de gases ..	24
Tabla 7. Efecto de los compuestos de aceites de pollos rostizados.....	29
Tabla 8. Compuestos no tóxicos repetidos en las diferentes 6 muestras de aceites de pollo rostizado	35
Tabla 9. Compuestos y concentraciones que tiene un aceite puro de maíz	36
Tabla 10. Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de maíz	37
Tabla 11. Compuestos y concentraciones que tiene un aceite puro de girasol	38
Tabla 12. Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de girasol	38
Tabla 13. Compuestos y concentraciones que tiene un aceite puro de oliva.....	39
Tabla 14. Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de oliva	40

INTRODUCCIÓN

Uno de los alimentos más consumidos en México, es el pollo rostizado, sin embargo existen reportes que indican que puede ser tóxico debido a las altas temperaturas que se utilizan para llevar a cabo su cocción (Cameán, y col., 2012).

El pollo rostizado es elaborado con un pollo expuesto a una fuente de calor que se va haciendo con la propia grasa y jugos del mismo, que circulan por la carne durante su cocción. Este método se caracteriza porque forma una costra en la superficie del alimento y genera un sabor característico agradable para el consumidor (Hurtado, 2008).

Durante los procesos de los alimentos ocurren muchos cambios indeseables y pueden dar formación a componentes endógenos reactivos y otros de origen exógeno. (Cameán, y col, 2012). En el proceso de rostizado ocurre la formación de oxiesteroles por oxidación del colesterol, formación de acrilamidas, hidrocarburos aromáticos policíclicos, compuestos relacionados con el aumento del riesgo de enfermedades como son las cardiovasculares, la diabetes *mellitus* tipo II y algunos tipos de cáncer, el uso de aceites y mantecas recalentadas puede aumentar la producción de compuestos cancerígenos. En México, Estados Unidos y en países europeos, el consumo de alimentos elaborados a altas temperaturas se ha considerado como un importante factor de riesgo en la incidencia de estas enfermedades (Hurtado, 2008; Martínez y col., 2006).

Por lo que es importante identificar que compuestos químicos que se le confiere a los aceites con lo que se está elaborando el pollo rostizado, porque pueda que contengan compuestos químicos tóxicos y que pueden ser perjudiciales para el ser humano. Para llevar a cabo la identificación de los compuestos químicos se utilizará como herramienta, un análisis cromatográfico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El consumir alimentos de proceso de frito o rostizado es muy aceptado por la población en general, ya que se caracteriza de tener un sabor agradable para el paladar del consumidor, de textura crujiente y además es de preparación rápida y sencilla. Entre los alimentos que más se consumen bajo el proceso de freído, encontramos papas, plátanos, pollo, etc.

Se han realizado estudios en donde dietas basadas en altas grasas saturadas estimulan la producción de hormonas como es la testosterona y que está asociada con el crecimiento de cáncer (Barrita, 2009).

Se han encontrado acrilamida compuesto químico tóxico y potencialmente cancerígeno, en alimentos que contenían almidón, y eran procesados a altas temperaturas, como papas fritas, papas asadas, galletitas, cereales y pan (Godnic, 2002).

En este estudio se identificarán y se caracterizarán los compuestos químicos del aceite obtenido en la elaboración de pollo rostizado, para determinar su toxicidad y los efectos que producen en el ambiente y/o en el hombre.

JUSTIFICACIÓN

En Puebla existe una gran cantidad de establecimientos de pollos rostizados y a la vez cada establecimiento lleva a cabo su elaboración de diferente manera y esto se debe a que no existe una ley en donde se estipulen el cómo se debe preparar alimentos de proceso rostizado, a que temperatura se tiene que llevar su cocción, que tipo de aceite se tiene que utilizar, etc., debido a esto encontramos muchos cambios indeseables en los alimentos que son de proceso rostizado, ya que los aceites o grasa son susceptibles de sufrir cambios durante su calentamiento principalmente las poliinsaturadas, que son fácilmente oxidadas durante la elaboración de alimentos dando lugar a la formación de diversos compuestos y que pueden ser tóxicos y perjudiciales para el ser humano, causando enfermedades como leucemia, dermatitis, y diferentes tipos de cáncer (en pulmón, piel, vías respiratorias y vejiga).

No solo en la ciudad de Puebla encontramos alimentos que son de proceso rostizado, sino es muy común encontrarlos en diferentes estados de México así también a nivel mundial, la población los consume frecuentemente ya que se caracterizan de tener un costo accesible, de tener un sabor agradable, de ser de preparación rápida y sencilla. La población no tiene en cuenta que el consumo

frecuente de estos alimentos podría causar enfermedades o daños al ser humano debido a la presencias de compuestos tóxicos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, contribuirán en la identificación y caracterización de los compuestos químicos del aceite de pollos rostizados, producidos y consumidos por la población poblana. Así mismo, estos resultados ayudaran a dar conocimiento de los efectos que pueden causar dichos compuestos.

OBJETIVO GENERAL

Identificar los compuestos químicos presentes en aceites obtenidos en la elaboración de pollos rostizados para determinar su toxicidad.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Obtener muestras de aceites empleados en la elaboración de pollos rostizados en la ciudad de Puebla
- Caracterizar las muestras de aceite usado en la elaboración de pollos rostizados por cromatografía de gases acoplado a masas
- Identificar los compuestos con importancia tóxica presente en los aceite en estudio

HIPÓTESIS

El consumo de pollos rostizados presentan un riesgo a la salud, debido a que no existe un lineamiento bien establecido para su elaboración, como es el control de la temperatura, la calidad de la madera que se utiliza para su cocción y la amplia variedad de ingredientes que pueden emplearse, y obtener un producto aceptado por el consumidor, todo esto aumenta la posibilidad que durante el proceso de este alimento se pueden generar compuestos tóxicos a la salud del ser humano.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

Es uno de los alimentos más consumidos por la población poblana es el pollo rostizado, por lo que en esta investigación se presentan los antecedentes del pollo rostizado.

1.1 Proceso del pollo rostizado

El pollo rostizado es un plato elaborado con un pollo expuesto a una fuente de calor como es el asador profesional rotatorio. El rostizado del pollo se va haciendo con la propia grasa y jugos del mismo que circulan por el pollo, a una temperatura de 300 a 350°C.

Debido a la temperatura que se lleva el proceso del pollo rostizado es importante saber que las grasas presentes en los alimentos contienen una mezcla de ácidos grasos saturados e insaturados y que las grasas insaturadas se han asociado con diversas enfermedades (Torres, 2009).

Las condiciones que afectan durante el proceso de los alimentos son: grasas o aceite, temperatura, aditivos.

1.2 Usos de grasas más comunes

Uno de los problemas que se lleva a cabo al cocinar con aceite o grasas de origen animal es que se va deteriorando lenta o rápidamente y causa reacciones como es la hidrólisis causada por agua, la oxidación y las alteraciones causadas por las altas temperaturas. (FAO, 1997)

El papel que juegan los aceites es muy importante en el proceso, ya que son determinantes en la calidad degustativa, calidad nutricional, calidad de rendimiento y de costo. Entre los más utilizados encontramos (Valenzuela, 2003; FAO, 1997).

1.2.1 Aceites vegetales

Los aceites vegetales son las más consumidas y utilizadas en América Latina África y Asia en la cocina (FAO, 1997).

Los aceites vegetales que más se empleados son: el de girasol, soya, canola, semilla de algodón, maíz y otros vegetales que tienen una consistencia líquida a temperatura ambiente. Otro aceite es el de palma roja que se produce mucho en África occidental y en ciertos países asiáticos, como Malasia. El aceite de palma, ha llegado a ser uno de los aceites vegetales más empleados en las industrias procesadoras de alimentos como papas fritas debido a sus buenas cualidades y propiedades (FAO, 1997; Marcano y col., 2011; Torres, 2009).

1.2.2 Margarina

La margarina se ha convertido en un sustituto de la mantequilla y se fabrica a partir de aceites vegetales en parte hidrogenados para ofrecer un producto de consistencia semejante a la de la mantequilla (FAO, 1997).

1.2.3 Manteca de cerdo

La manteca de cerdo se extrae mediante calentamiento. Como otras grasas animales semejantes (por ejemplo, sebo) y está compuesta por un 99 por ciento de grasa y no contiene carbohidrato, proteínas, vitaminas o minerales (FAO, 1981).

Debido a que los aceites vegetales y grasas de origen animal son muy utilizados, se implementaron Normas que se aplican para grasas y aceites comestibles y mezclas de los mismos en estado idóneo y para el consumo humano que es la Norma de Alimentos de Aceite Comestible puro de aceite de maíz (NMX-F-030-SCFI-2011), la Norma de Alimentos de Aceite Comestible puro de aceite de girasol (NMX-F-265-SCFI-2005) y la Norma para Aceite de Oliva (CODEX STAN 33-1981), existen otras normas donde se especifican su humedad, color, estabilidad, impureza insoluble, etc. (Diario Oficial de la Federación)

1.3 Temperatura de freído

El proceso de freído es una forma de cocción de alimentos a alta temperatura, en el cual el medio de transferencia de calor es el aceite. Durante este proceso de operación se trabaja a altas temperaturas el aceite y por tiempos cortos de cocción. Y debido a estas características de operación se les confiere características sensoriales, como el color dorado o tostado, sensación de palatabilidad y un buen sabor deseable para la aceptación del consumidor (García y col., 2005; Sumaya y col., 2006).

Se han realizado estudios con aceite de girasol y girasol parcialmente hidrogenado, utilizando una temperatura de 170-180°C por breve tiempo, y donde cambia rápidamente sus características físicas, químicas y sensoriales. Y como resultado obtiene un alimento dorado, sabor agradable y normalmente de textura crujiente (Robert y col., 2001).

Un estudio realizado indicó que la temperatura idónea para cocinar debe ser de 180°C (Marcano y col., 2011).

1.4 Aditivos en los alimentos

Un aditivo alimentario es toda sustancia o mezcla de sustancias que, sin constituir por sí misma un alimento ni poseer valor nutritivo, se agrega intencionalmente a los alimentos, bebidas, productos alimentarios, con el objeto de modificar sus características organolépticas, características sensoriales, facilitar o mejorar su proceso de elaboración, conservación (Santos, 2008).

Existen aditivos directos o indirectos. Los aditivos directos son aquellos que se agregan directamente al alimento durante su preparación. Los aditivos indirectos son sustancias que pueden filtrarse lentamente en el alimento desde el proceso de empaque (Aditivos alimenticios, 2010).

Los aditivos directos se clasifican en naturales y artificiales. Los aditivos naturales son: agregar hierbas o especias a los alimentos, encurtir o conservar los alimentos en vinagre y usar sal para preservar las carnes (Medline Plus, 2012).

Entre los aditivos artificiales: saborizantes, aromas, colorantes sintéticos, etc.

1.4.1 Aroma

El aroma se refiere al conjunto de sensaciones gustativas y olfativas que genera un producto dispuesto en la boca (Ibáñez y col., 2003).

Las sustancias odoríferas se encuentran usualmente en cantidades muy reducidas en el alimento, pero son fundamentales en la aceptabilidad de un alimento. Las moléculas responsables del aroma puede proceder de los propios procesos bioquímicos del alimento (el de las frutas, producido durante su maduración) o de los tratamientos posteriores a los que se somete, incluyendo los culinarios (el aroma a tostado o asado) (Ibáñez y col., 2003) Ver tabla no. 1

Tabla 1. Productos relacionados con el aroma de alimentos

Productos relacionados con el aroma de alimentos		
Nombre	Obtención	Aplicación
Metilcetona	Algunos hongos del género <i>Penicillium</i> son capaces de producir metilcetona.	Son sustancias responsables del aroma característico de los quesos como es Roquefort, Camembert y Cabrales.

Nombre	Obtención	Aplicación
Diacetilo	Lo producen microorganismos (Ver tabla no 2).	Es de gran interés por su olor característico a la mantequilla
Ácido butírico	Se encuentra en la materia grasa de la leche	Es utilizado para reforzar el sabor de productos lácteos, en la industria de chicles y refrescos.

(Ibáñez y col., 2003)

Tabla 2. Compuestos aromáticos producidos por microorganismos

Compuestos aromáticos producidos por microorganismos		
Microorganismos	Aroma	Compuestos
<i>Ascoidea hylacoeti</i>	Afrutado: rosa	B-fenieletanol, furan 2-carboxilato
<i>Ceratocystis</i>	Afrutado: platano, durazno, pera, rosa	3-Metil butiril acetato, gama y delta decalactona, geranio, citronelol, nerol, linalol, geranil acetato.
<i>Ceratocystis variospora</i>	Fragante: geranio	Citronelol, citronelil, acetato geranial, geraniol, citronelol, nerol, linalol.
<i>Inocibe cordalina</i>	Afrutado: jazmín	Éster metílico del ácido cinámico
<i>Trichoderma viride</i>	Coco	6-pentil-2-pirona

(Garibay y col; 2004)

1.4.2 Sabor

El sabor y el contenido calórico del alimento han sido señalados como factores que determinan la elección de la comida. Por un lado, se ha demostrado que el sabor es un factor determinante para la regulación alimentaria, ya que junto con el olor, el color y la textura proporciona al sujeto una serie de señales que determinan la palatabilidad y contenido calórico de la comida (Galindo y col., 2006).

En estudios se ha demostrado que el contenido calórico es un factor determinante en la elección de la comida, y que por lo general los alimentos con alto contenido calórico presentan sabores que son aceptados (Galindo y col., 2006).

1.4.3 Especias

Partes de vegetales con componentes aromáticos, sápidos o excitantes del paladar y del olfato (Aditivos alimentarios, 1990).

1.5 Sustancias encontradas en los alimentos

El alto consumo de compuestos tóxicos formados durante la fritura afectan la calidad sensorial de los alimentos y la salud del consumidor como: irritación intestinal, incremento en el tamaño de algunos órganos, retardo en el crecimiento de niños, algunos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (Hurtado, 2009).

A finales de los años 70 Sugimura y colaboradores descubrieron que en determinadas condiciones de cocción de los alimentos, como el humo procedente de alimentos ricos en proteínas contenían cantidades apreciables de sustancias mutágenas. Y se encontraron aminos heterocíclicos en carnes de distinto origen (bovino, ovino, porcino y aves de corral) y en pescados fritos, a la plancha o a la parrilla y procedentes tanto de restaurantes como de casas particulares así como en productos precocinados (Galceran, 2006).

A mediados de la década de los 80's, las estadísticas de enfermedades cardiovasculares eran muy altas y se le asociaron con los alimentos ricos en grasas saturadas, y fue un motivo de que las industrias alimentarias atendiera las recomendaciones de las autoridades sanitarias y de los consumidores para tratar de reducir la cantidad de aceites y grasas saturadas de origen animal y vegetal que se utilizaban para la preparación de los alimentos (Torres, 2009).

En el mes de Abril de 2002, la Swedish National Food Administration (NFA) e investigaciones de la Universidad de Estocolmo, anunciaron que habían encontrado acrilamida, compuesto químico tóxico y potencialmente cancerígeno, en alimentos que contenían almidón, y eran procesados a altas temperaturas, como papas fritas, papas asadas, galletitas, cereales y pan (Godnic, 2002).

Actualmente se han estudiado la mutagenicidad de grasas oxidadas y se ha visto que la formación de los compuestos dañinos depende de las condiciones en que se efectúa el freído (Viteri y col., 2002).

Recientemente se hicieron estudios en los laboratorios de Ingeniería y Química Ambientales de la Facultad de Química de la UNAM y encontraron en carne para hamburguesa fluoranteno, pireno y benzo(a)pireno, que a larga generan mutaciones (Arreola y col., 2010).

Es por ello que se deben limitar el consumo de grasas hidrogenadas (como la margarina), los alimentos fritos en aceite o grasa (antojitos, pollos rostizados y tacos de carne fritos) y algunos alimentos procesados, como pan, galletas y algunos cereales. Y los productos cárnicos industrializados y alimentos instantáneos ya que pueden aumentar el riesgo de enfermedad cardíaca y cáncer (Barrita, 2009).

1.6 Esterificación

Dada la importancia de los ésteres se han desarrollado muchos procesos para obtener ésteres. El más común es el calentamiento de una mezcla del alcohol y del ácido correspondiente en presencia de cantidades catalíticas de ácido sulfúrico, utilizando el reactivo más económico en exceso para aumentar el rendimiento de la reacción. Con la esterificación se pueden obtener fácilmente ésteres. (Bailey, 1984)

El ácido sulfúrico sirve en este caso tanto de catalizador como de sustancia higroscópica que absorbe el agua formada en la reacción (a veces es sustituido por ácido fosfórico concentrado). En general, este procedimiento requiere de temperaturas elevadas y de tiempos de reacción largos presentando por tanto inconvenientes; El alcohol puede sufrir reacciones de eliminación formando olefinas, esterificación con el propio ácido sulfúrico o la formación del correspondiente éter simétrico. (Bailey, 1984)

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 OBTENCIÓN DE MUESTRAS DE ACEITES DE POLLO ROSTIZADO.

Las muestras de aceite de pollo rostizado se obtuvieron de seis diferentes locales de pollo de rostizado de la ciudad de Puebla ubicados en diferentes colonias.

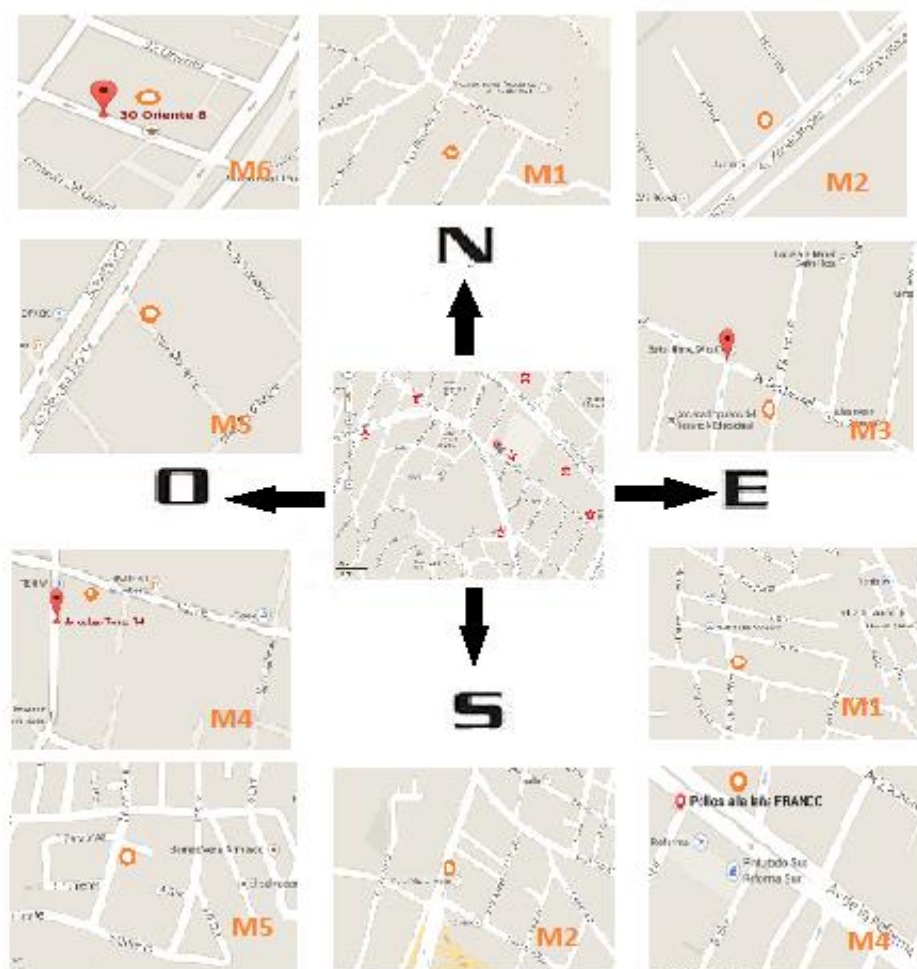


Figura 1. Obtención de muestras de aceite de pollo rostizado.

En la Tabla 3 se muestran las ubicaciones de las diferentes seis muestras tomadas de aceite de pollo rostizado

Tabla 3. Ubicación de las muestras tomadas de aceite de pollo rostizado.

Identificación	Alimento	Cocinado con	Tipo de muestra	Dirección	Solvente usado
Muestra 1	Pollo rostizado	Usando gas	Aceite adobado rostizado	Av. Torres Amalucan	Hexano
	Pollo rostizado	Usando gas	Al natural (receta secreta)	La Resurrección	Hexano
Muestra 2	Pollo rostizado	A la leña	Adicionan aceite del rostizado con chipotle	Av. Xonacatepec	Diclorometano
	Pollo rostizado	A la leña	Con chipotle y ajo	La María	Diclorometano
Muestra 3	Pollo rostizado	usando leña	Aceite Adobado (verde)	Av. San Manuel	Diclorometano
Muestra 4	Pollo rostizado	Usando gas	Aceite nuevo, adobado y especias	Av. Las torres y 14 sur	Diclorometano
	Pollo rostizado	Usando leña	Adobado y especias	Av. Del trabajo (franco)	Diclorometano
Muestra 5	Pollo rostizado	Usando leña	Natural	Bld Norte y 10 pte	Diclorometano
	Pollo rostizado	Usando leña	Aceite amarillo	Av. Las torres sobre 16 de septiembre	Diclorometano
Muestra 6	Pollo rostizado	Usando gas	Aceite anaranjado	30 Oriente y 8 Norte	Diclorometano
	Pollo rostizado	Usando gas	Aceite naranja ADOBADO	Colonia Cerrito	Diclorometano

2.2 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras de aceite de pollo rostizado se filtraron para quitarles impurezas y una vez sin impurezas se diluyeron con hexano y diclorometano, una vez obtenido nuestro ácido graso sin impurezas, se efectuó una esterificación con las condiciones adecuadas.

2.3 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

Los muestras obtenidos fueron analizados por un sistema de cromatografía de gases HP 7890 Agilent Technologies equipado con un espectrómetro de masas (figura 1) en el laboratorio de catálisis de la BUAP.

Las condiciones de operación del cromatógrafo de gases fueron las siguientes (Tabla 4):

Tabla 4. Condiciones de operación del cromatógrafo de gases

Detector	FID (Flame Ionization Detector)
Columna	30m x 0.5 μ m x 0.25 μ m DI
Temperatura del puerto de inyección	180°C
Temperatura del detector	270°C
Temperatura del horno	Inicial: 56°C durante 1min, luego 65°C Rampa: 5°C/min hasta 150°C
Gas portador	Helio
Flujo del gas portador	1.7 ml/min



Figura 2. Cromatógrafo de gases utilizado para la identificación de compuestos de aceite pollo rostizado.

2.4 IDENTIFICACIÓN DE COMPUESTOS TÓXICOS

Se identificaron los compuestos químicos que pueden ser tóxicos y que pueden causar daños a la salud.

El diagrama 1 muestra cada paso de la metodología realizada para la identificación de compuestos por medio de un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrofotómetro de masa de manera secuencial.

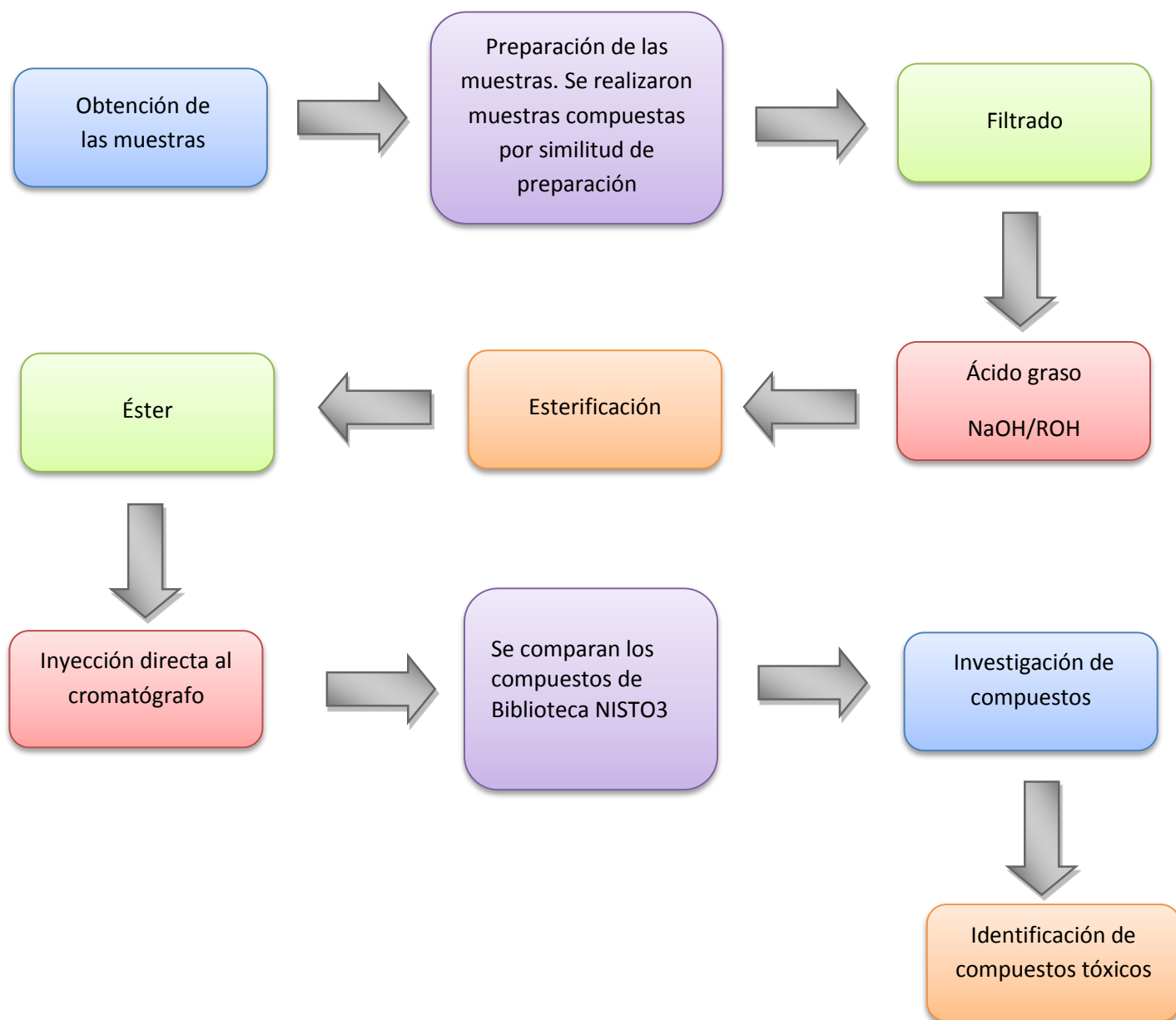


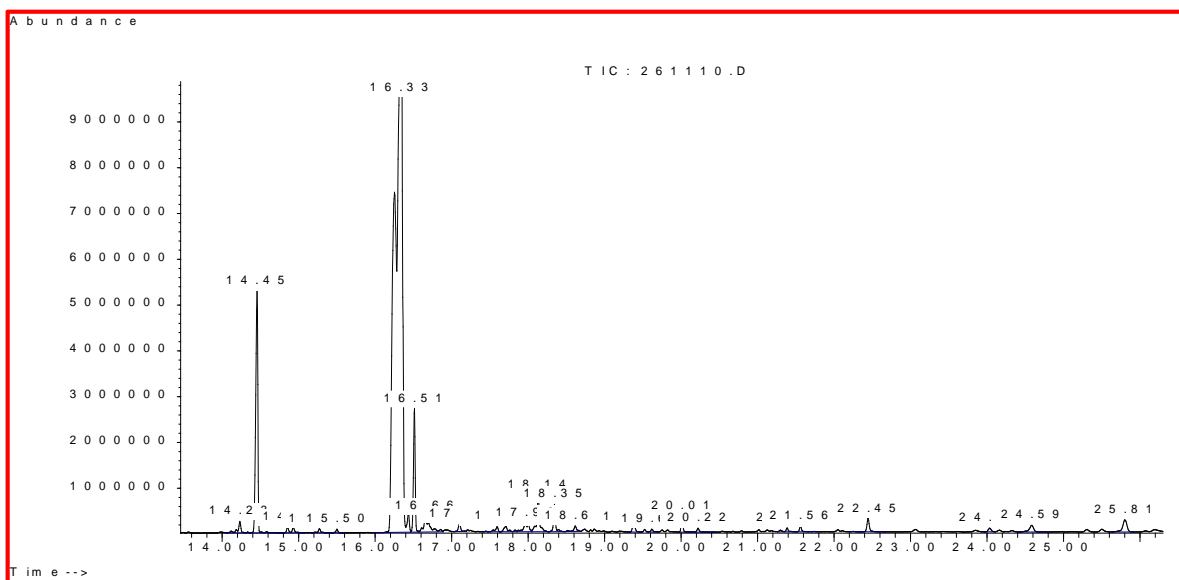
Diagrama 1. Metodología para la identificación de compuestos mediante análisis cromatográfico

Una vez obtenidos los cromatogramas se identificaron los compuestos usando la biblioteca NIST03 y así mismo se investigaron estos mismos para determinar su toxicidad y los efectos que pueden causar al ser humano.

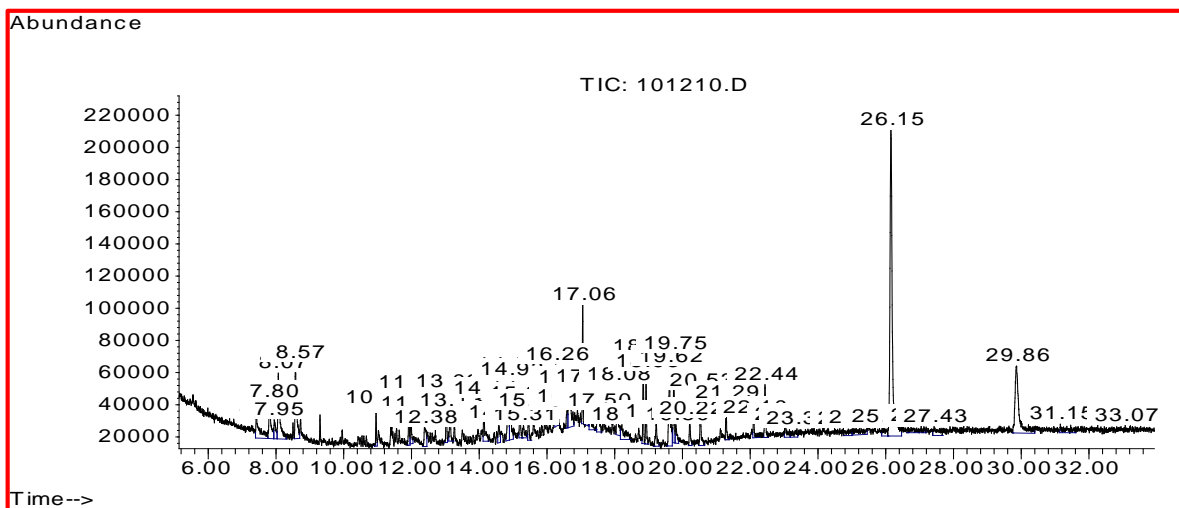
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los cromatogramas obtenidos de los diferentes tipos de muestras de aceite de pollo rostizado, y a partir de la identificación de los compuestos se buscó su toxicidad así como los efectos reportados bibliográficamente.

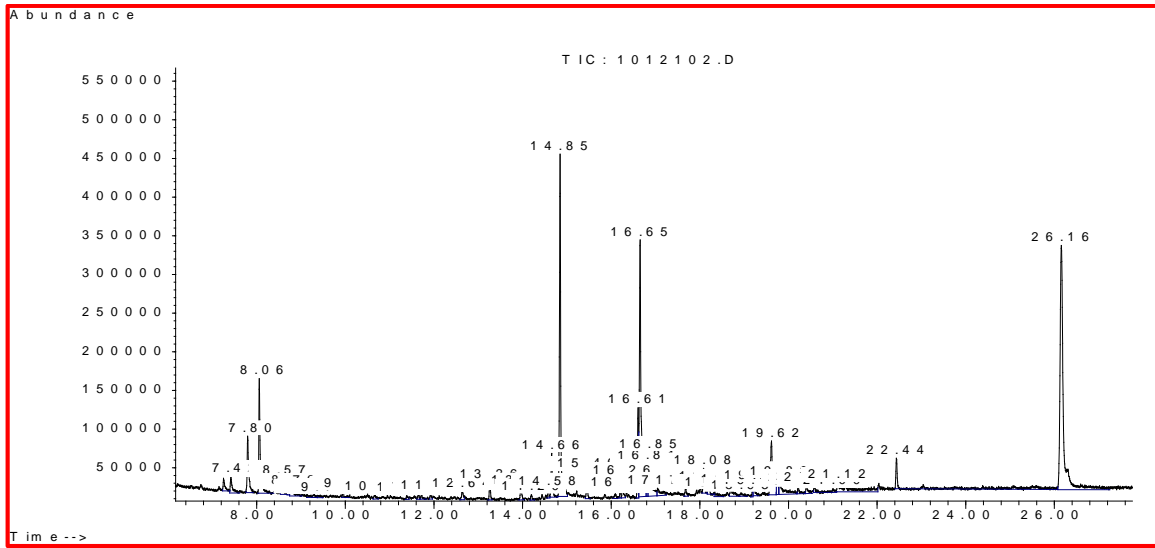
Cromatogramas obtenidos de los diferentes tipos de muestras



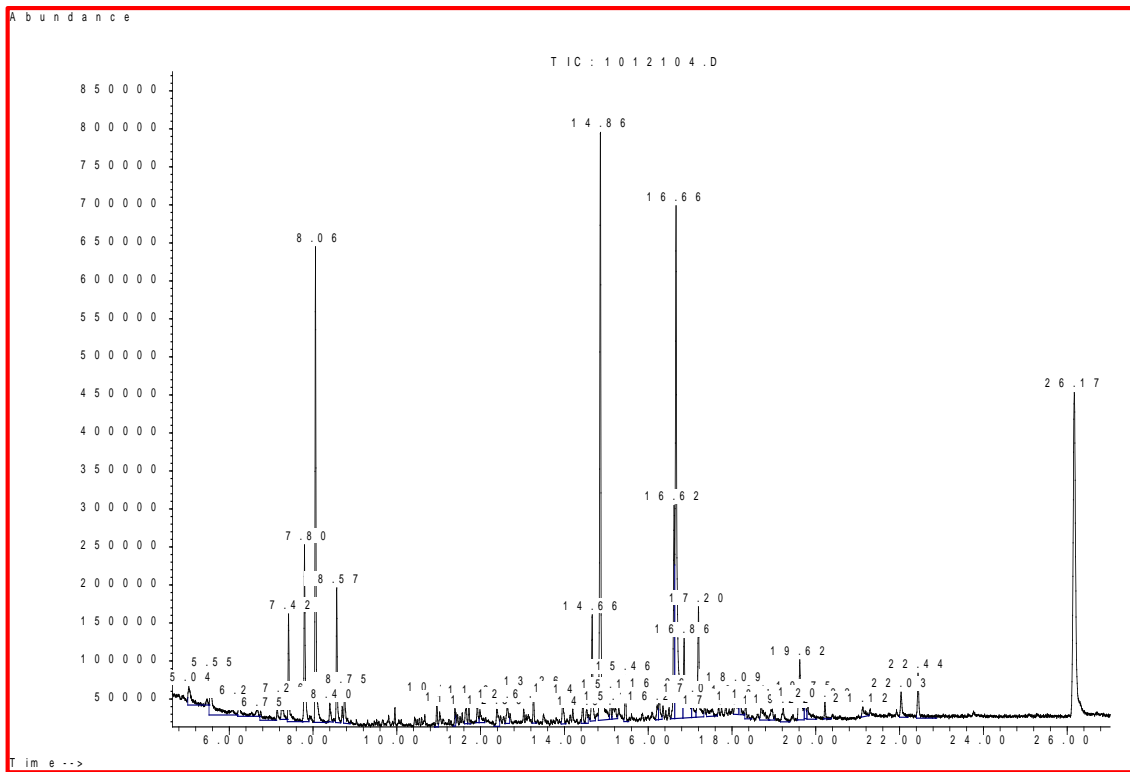
Muestra 1 (aceite adobado y natural)



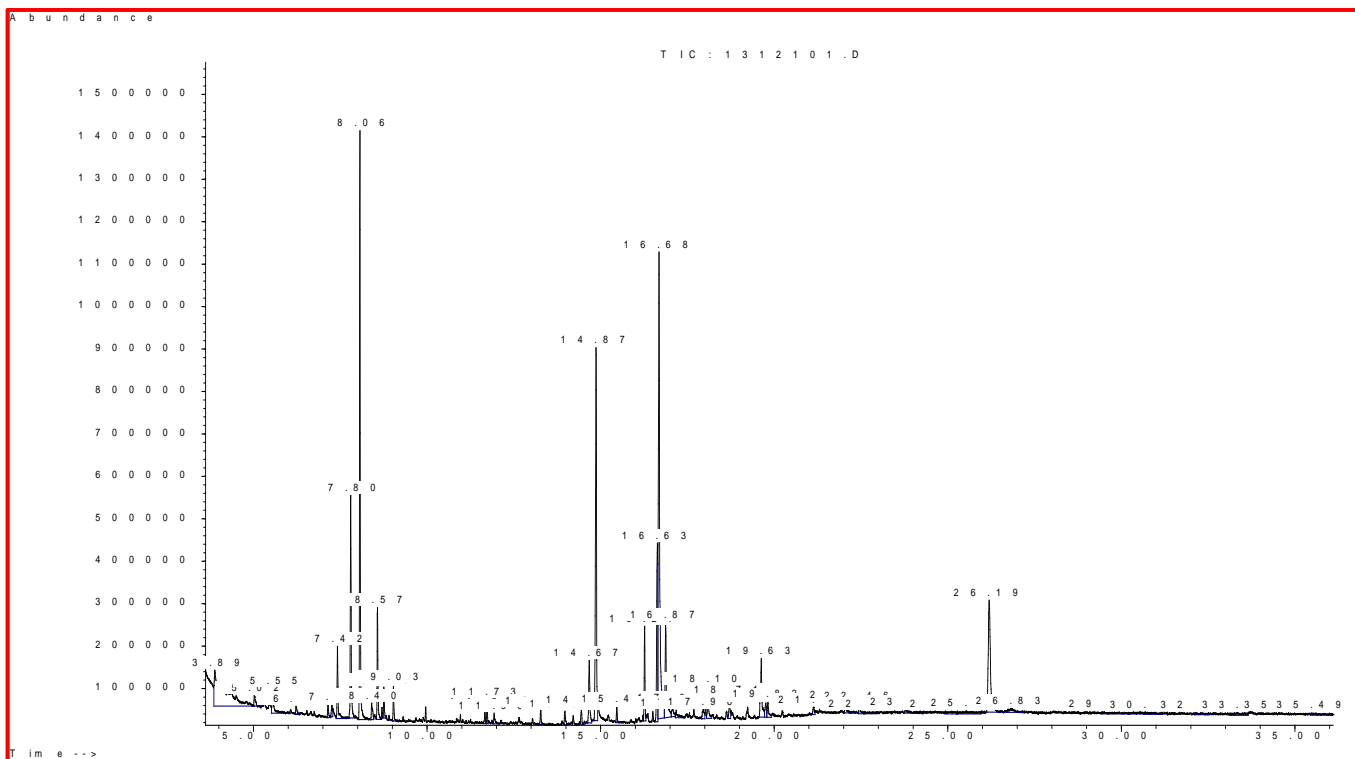
Muestra 2 (aceite con chipotle y ajo)



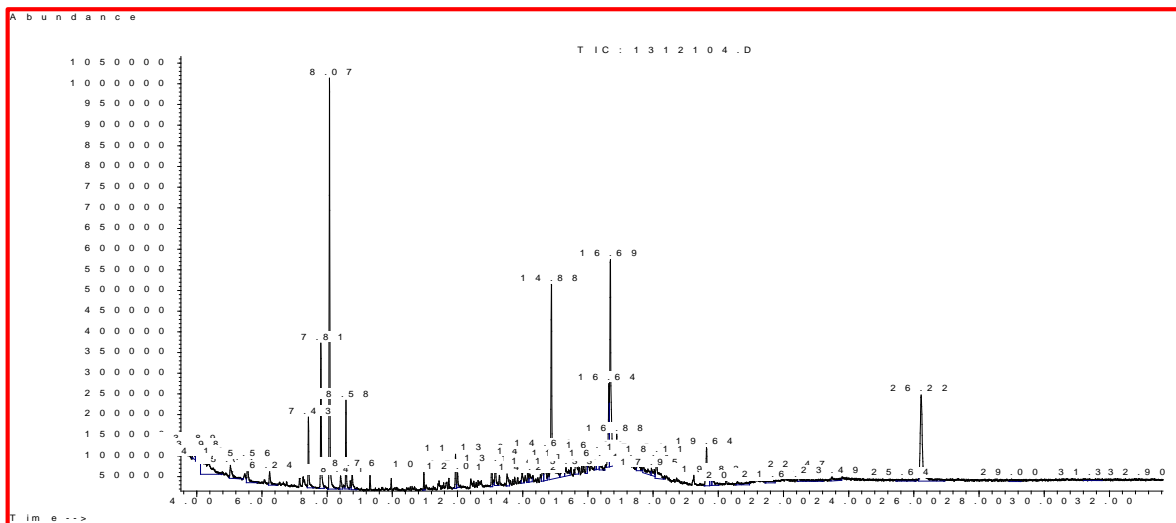
Muestra 3 (aceite adobado)



Muestra 4 (aceite adobado y especies)



Muestra 5 (aceite natural)



Muestra 6 (aceite adobado y anaranjado)

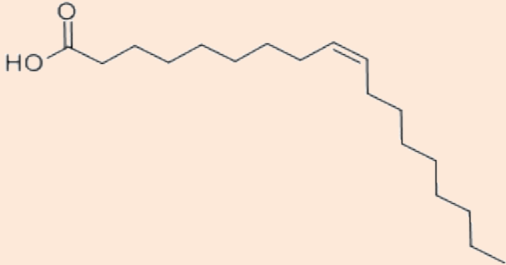
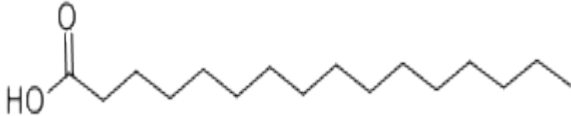
A continuación en la Tabla 5 se observan los 5 compuestos más abundantes en aceites de pollo rostizado.


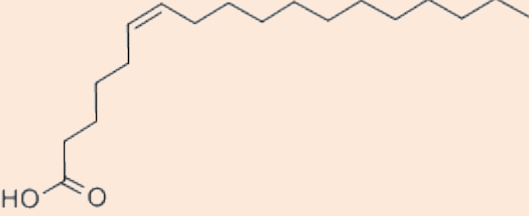
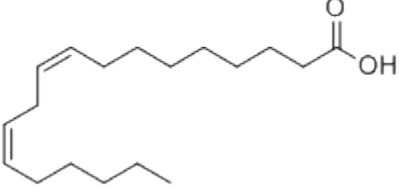
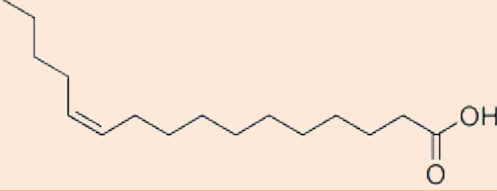
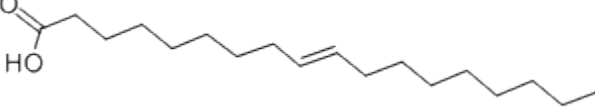
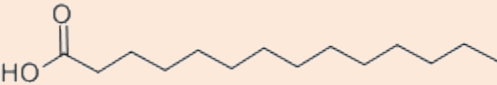
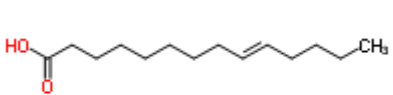
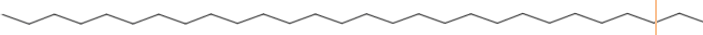


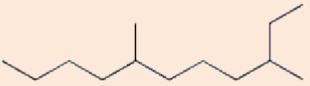
Tabla 5. Compuestos más abundantes en aceite de pollo rostizado




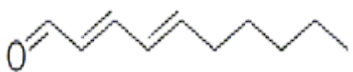

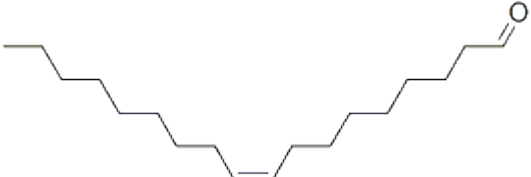
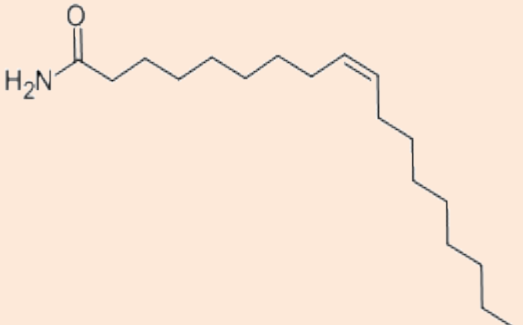
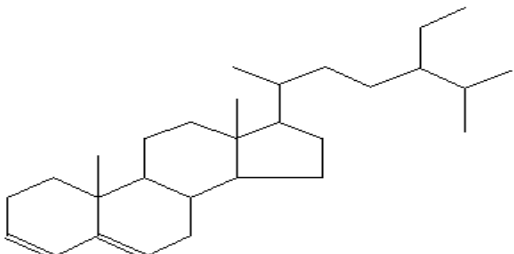
Compuesto	Area%
Ácido oleico éster metílico	77.59
Ácido elaídico	15.22
Ácido petroselínico	34.26
Ácido palmítico	51.48
Ácido 9,12 linoleico	19.20
17-(1,5-Dimethylhexyl)-10,13-dimet 153226 1000210-38-4 99 hyl- 2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17- tetradecahydro-1H-cyclopenta [a]phenanthren-3-ol	57.33

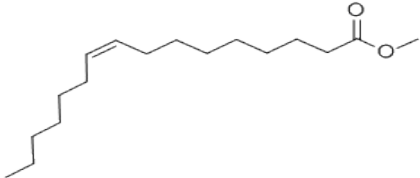
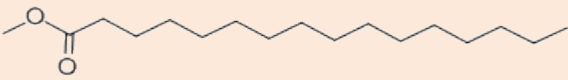
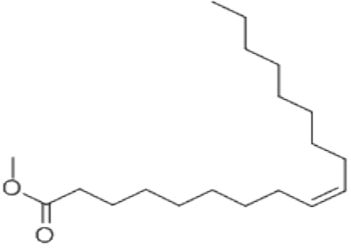

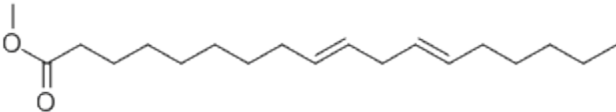
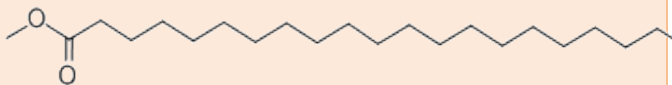
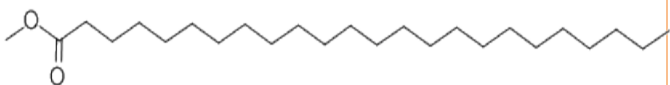

En la Tabla 6 se presenta cada compuesto de aceite de pollo rostizado identificado con tiempo de retención y fórmula.

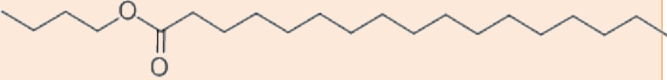
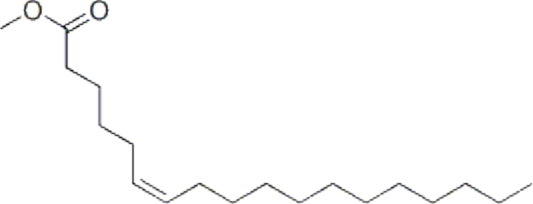

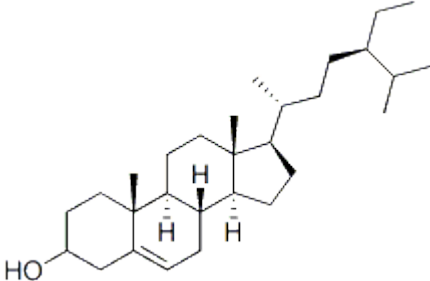
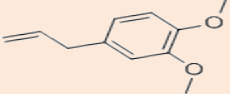
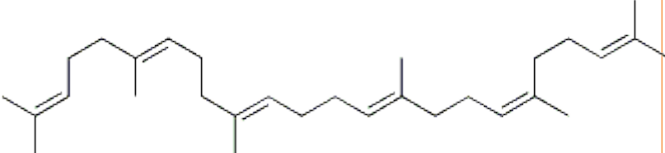
Tabla 6. Compuestos de aceites de pollos rostizados identificados por cromatografía de gases

Tipo de compuesto	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Fórmula
Ácido	Ácido oleico	16.26	
	Ácido n-hexadecanoico (Acido palmítico)	14.84	

Tipo de compuesto	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Fórmula
Ácido	Ácido esteárico	16.85	
	Ácido 6-octadecenoico, (Z) – (Ácido petroselínico)	16.65	
	Ácido 9,12-octadecadienoico (Z, Z) - (Ácido 9,12-linoleico)	16.61	
	Ácido hexadecenoico, Z-11-	14.66	
	Ácido 9 – octadecenoico (E)- (Ácido elaídico)	16.66	
	Ácido tetradecanoico (Ácido mirístico)	12.64	
	Ácido 9-tetradecenoico (Ácido miristoleico)	14.67	
	Alcano	Eicosano	19.73
Octacosano		15.20	
Pentadecano		14.4	
Hexadecano		13.03	
Undecano 3, 7-dimetil		12.39	
Tipo de compuesto	Compuesto	Tiempo de retención	Fórmula

		(min)	
Alcano	Hexatriacontano	14.16	
Alcohol	1-Hentetracontanol	0.61	
Alqueno	8-Heptadeceno	11.93	
Aldheído	2,4-Decadienal, (E,E)-	8.07	
	Pentadecanal-	15.46	
	9-Octadecenal, (Z)-	19.62	
Amida	9-Octadecenamida, (Z)-	22.03	
Dieno	Stigmastan-3,5-diene	25.81	

Tipo de compuesto	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Fórmula
Éster	Ácido 9-hexadecenoico, éster metílico (Palmitoleato de metilo)	14.23	
	Ácido hexadecanoico, éster metílico (Palmitato de metilo)	14.46	
	Ácido 9-Octadecenoico, éster metílico (Oleico éster metílico del ácido)	16.33	
	Ácido esteárico, éster metílico (Estearato de metilo)	16.51	
	Ácido 9,12-octadecadienoico, éster metílico, (E, E) (Metil linoelaidate)	17.10	
	Docosanoico ácido, éster metílico (Metil behenate)	20.01	
	Tetracosanoico éster metílico del ácido (Metil tetracosanoato)	21.56	
	Ácido hexadecanoico, butilo (Butil Palmitato)	17.06	

Tipo de compuesto	Compuesto	Tiempo de retención (min)	Fórmula
Éster	Octadecanoico ácido, éster butílico (Estearato de butilo)	18.84	
	Ácido 6-octadecenoico, éster metílico, (Z) – (Petroselate metilo)	16.26	
	12-Octadecenoico ácido, éster metílico	16.27	
Esterol	beta.-Sitosterol	29.86	
Fenilpropeno	Benceno, 1,2-dimetoxi-4-(2-propenil) -	9.03	
Triterpeno	Escualeno	22.45	

En la Tabla 7 se presentan los compuestos que se identificaron del aceite de pollo rostizado por cromatografía de gases y espectrofotómetro de masas, así como su toxicidad y efectos reportados.

Tabla 7. Efecto de los compuestos de aceites de pollos rostizados

Tipo de compuesto	Compuesto	Efecto reportado	Tóxico	Referencia
Ácido	Ácido n-hexadecanoico	Se utiliza en tratamiento de síntomas reumáticos, es anti-inflamatorio.	Si (10g/kg) en rata	Ácido palmítico (Aparna y col., 2012) (Zhang y col., 2011)
	Ácido Oleico	Mejora la oxigenación arterial y reduce lesiones pulmonares	No	Oleic Acid
	Ácido hexadecenoico, Z-11-	Es un ácido graso que aplica por vía tópica a la glándulas de feromonas de crisálidas de gusano de seda para que sea un precursor de bombykol	No	(Yamaoka y col., 1984)
	Ácido 9,12-octadecadienoico (Z, Z) -	Reduce la inflamación, ayuda a prevenir enfermedades crónicas, tiene actividad anticancerígena, antiaterogénica, reducción de la grasa corporal, y la modulación inmune sistema.	No	(Kostik y col., 2013) (Li y col., 2012) (Ácido linoleico)
	6-Octadecenoic acid, (Z)-	Conduce a la disminución de quistes grasos en el hígado.	No	(Richter y col., 1996).
	Ácido esteárico	Se usa en la fabricación de velas, jabones y cosméticos.	No	Stearic acid
	Ácido tetradecanoico	Se pueden usar en la agricultura, farmacia y en cosméticos debido a su excelente antielastasa y actividades antioxidante.	No	(Sokmen y col., 2013)
	Ácido 9 - octadecenoico (E) -	Es el principal ácido graso en la margarina y los alimentos fritos y puede afectarlas vías metabólicas de lípidos.	Si	(Du, Z.-Y y col., 2011) (Elaidic acid)
	Ácido 9-tetradecenoico	Se utiliza para formar el componente de feromona de ester de etilo para insectos	No	(RA, 1997)
Alcano	Eicosano	Es uno de los principales componentes de escape diesel nanopartículas, se usa en lubricantes y plastificantes.	No	(Kanno, y col., 2008) Eicosane

Tipo de compuesto	Compuesto	Efecto reportado	Tóxico	Referencia
Alcano	Hexadecano	Se utiliza como modelo de estudio en la biodegradación de hidrocarburos, es una molécula representativa de la fracción alifática de hidrocarburos del petróleo, también se usa en actividad microbiana de suelos agrícolas.	No	(Zyakun y col., 2012) (hexadecano)
	Octacosano	Se encuentra en las hojas y semillas de <i>Syzygium cumini</i> que tiene importancia medicinal, tiene actividad mosquitocidas.	No	(Kumar y col., 2009) (Rajkumar y col., 2004)
	Pentadecano	Se encuentra en la miel de eucalipto que contiene características saludables.	No	(Odeh y col., 2013)
	Undecano, 3,7-dimetil-	Es responsable de los olores.	No	(Davolia y col., 2003) (Statheropoulos y col., 2005).
	Hexatriacontano	Irritación en piel, ojos, tracto digestivo y respiratorio.	No	Hexatriacontane
Alcohol	1-Hentetracontanol	Irritación en piel, ojos, tracto digestivo y respiratorio.	No	1-Hentetracontanol
Aldehído	2,4-Decadienal, (E,E)-	Genera la oxidación de lípidos	No	trans,trans-2,4-Decadien-1-al (Sigolo y col., 2008)
	Pentadecanal	Es antimicrobial	No	(T.Vijaya y col., 2011)
	9-Octadecenal, (Z)-	Es uno de los compuestos predominantes en el sabor de almendras y nueces tropicales de Malasia.	No	(Ola y col., 2010)
Amida	9-Octadecenamida, (Z)-	Se utiliza para inducir el sueño en animales y se utiliza como agente deslizante, lubricante y como inhibidor de la corrosión	No	(Benjamin y col., 1996) (Patterson y col., 1996)
Alqueno	8-Heptadeceno	Se encuentran en las secreciones de las hormigas tejedoras, inhibe la reproducción de <i>Varroa</i> (ácaro).	No	(Bellas y col., 1985) (Milani y col., 2004)
Dieno	Estigmastan-3,5-dieno	Es un hidrocarburo que se forma con deshidratación del β -sitosterol durante el refinado de proceso de aceites y grasas comestible. Promueve la calcificación de los huesos.	No	(Department of Chemistry G. M., 2012) (León y col., 2004)

Tipo de compuesto	Compuesto	Efecto reportado	Tóxico	Referencia
Éster	Ácido 9-hexadecenoico, éster metílico	Se oxida por aireación a 150°C y puede penetrar a las células vivas de la epidermis normal, entrará en el metabolismo y modificar significativamente lípidos epidérmicos endógenos.	Si	(Brodnitz y col., 1968) (Wertz y col., 1990)
	Ácido hexadecanoico, éster metílico	Se utiliza contra la fibrosis pulmonar inducida por sílice y previene la activación de células de Kupffer y mejora la supervivencia tras el trasplante de hígado.	No	(Marzi y col., 1991) (Sharawya y col., 2013)
	Ácido 9-Octadecenoico, éster metílico	Actúa como un pro-oxidante en el aceite	No	(Bhalerao y col., 1961) (Romeh, 2013)
	Ácido esteárico, éster metílico	Se extrae del aceite de almendras y se utiliza para el biodiesel	No	(LiPing y col., 2009)
	Ácido 9,12-octadecadienoico, éster metílico, (E, E)	Puede ser mortal, provoca irritación cutánea y somnolencia o vértigo. Muy tóxico para los organismos acuáticos.	Si	trans-9,12-Octadecadienoic acid methyl ester -
	Docosanoico ácido, éster metílico	Causa desmielinización central y periférica, también causa insuficiencia suprarrenal, provoca irritación en el tracto respiratorio, piel u ojos.	Si	Methyl behenate (Deon y col., 2008)
	Tetracosanoico ácido, éster metílico	Causa esfingomielina en hígado	Si	(Bettger y col., 1997)
	Ácido hexadecanoico, butilo	Se utiliza como lubricante durante el procesamiento en varios polímeros y el contacto con todo tipo de alimentos.	No	(EFSA, 2007) Palmitic acid, butyl ester
	Octadecanoico ácido, éster butílico	Se utiliza en la fabricación de agentes emulsificantes para alimentos, en procesos textiles y fabricación de plásticos. Se utiliza también como solventes o cosolventes, en la industria agrícola.	No	(Gooch, 2007) (Riser y col., 1964)
	Ácido 6-octadecenoico, éster metílico, (Z) -	Se produce naturalmente junto con otros ácidos grasos. El aceite es generalmente extraído de semillas molidas con éter de petróleo o algún otro hidrocarburo de bajo punto de ebullición	No	(Placek, 1963)

Tipo de compuesto	Compuesto	Efecto reportado	Tóxico	Referencia
Éster	12-Octadecenoico ácido, éster metílico	Es un líquido inflamable, carcinógeno	Si	12-Octadecenoic acid, methyl ester
Esterol	beta-sitosterol	Se usa para las enfermedades del corazón y el colesterol alto. También se utiliza para estimular el sistema inmune y para prevenir el cáncer de colon	No	beta.-Sitosterol
Fenilpropeno	Benceno, 1,2-dimetoxi-4-(2-propenil) -	Se utiliza en perfumería y para composiciones de sabor	No	(Surburg y col., 2006) (Smitha y col., 2002)
Triterpeno	Escualeno	Reduce los niveles en sangre de colesterol, tiene actividad antitumoral contra de colon, piel, sarcoma y cáncer de pulmón, se usa como un aditivo para lípidos y emulsiones como vehículo de fármacos.	No	(Lewis, 1975). (Spanova ycol., 2011).

En el Gráfico 1 se muestran los porcentajes de los diferentes tipos de compuestos que se encontraron en las muestras de aceite de pollo rostizado.

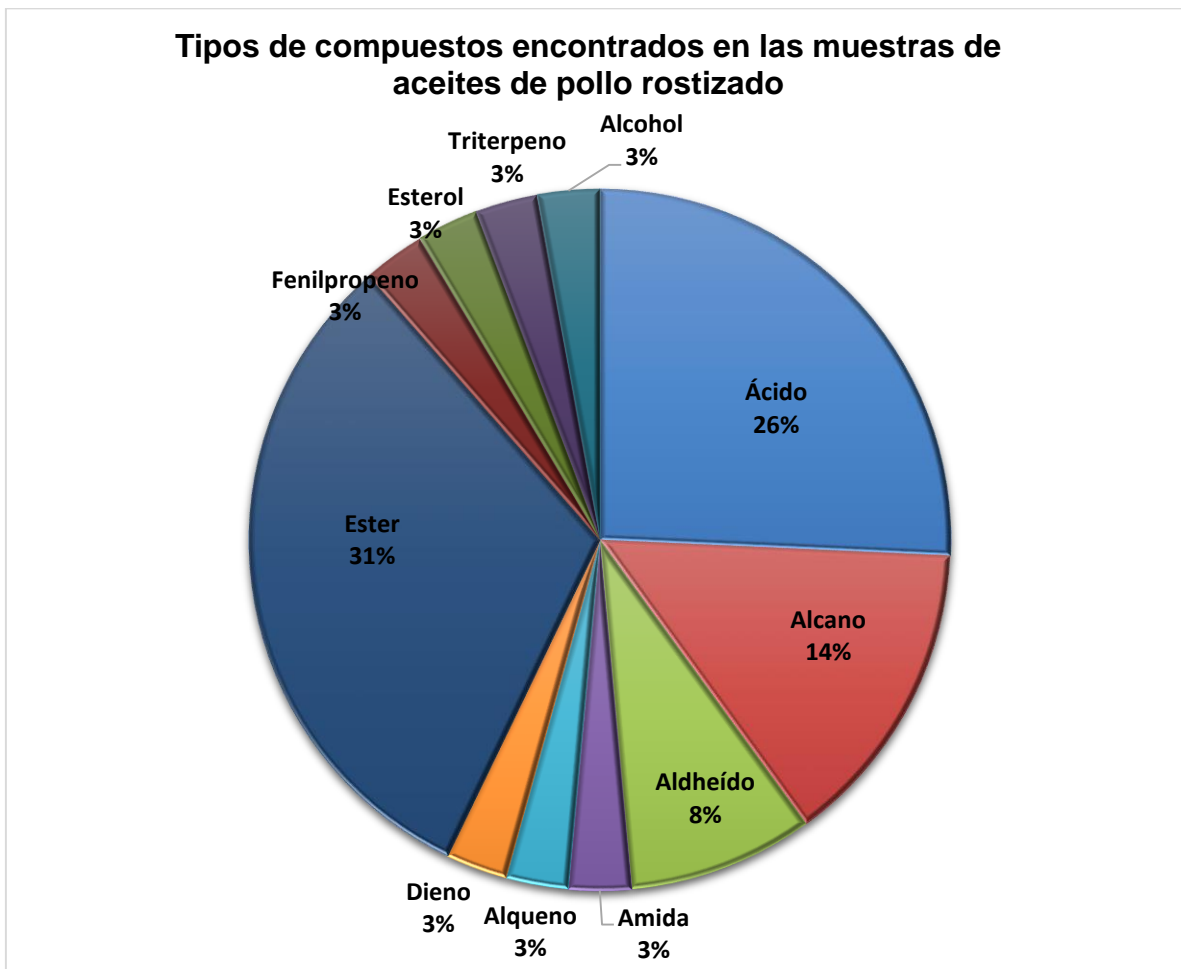


Gráfico 1. Tipos de compuestos detectados en aceites de pollos rostizados y el porcentaje de compuestos que conforman a los mismos.

En el Gráfico 1 se observan los diferentes tipos de compuestos encontrados en muestras de aceites de pollo rostizado, entre los compuestos de mayor rango están con un 26% los ácidos grasos formados por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud o número de átomos de carbono, cuyo extremo hay un grupo carboxilo, que están presentes comúnmente en grasas de origen animal, como son el tocino, margarina, manteca de cerdo y grasas de origen vegetal como aceite de soya, aceite de maíz, aceite de girasol (Ácidos grasos, 2008). Con un 14% tenemos a los alcanos, que son compuestos formados de carbono y de hidrógeno y estos los podemos encontrar en las harinas, en cera de parafina, en aceite de combustible (Química Tecnología, 2010). Con un 8% tenemos a los aldehídos que son compuestos que poseen el grupo funcional $-CHO$, y se utilizan principalmente para la fabricación de resinas, plásticos, solventes, pinturas, perfumes y esencias

(Los Aldehídos, 2009), con menor porcentaje encontramos con un 3% de compuestos de amida, que las podemos encontrar en las proteínas (ADN y el ARN), hormonas y vitaminas, un ejemplo de amida es la acrilamida que es un compuesto tóxico y potencialmente cancerígeno y que se forma en alimentos que son llevados altas temperaturas (Ramírez y col., 2013). También con un 3% encontramos a los alquenos, que son hidrocarburos insaturados que tienen uno o varios dobles enlaces carbono - carbono en su molécula, se utilizan para ayudar a madurar las frutas y verduras, fabricación de botellas de leche y refrescos (Química orgánica, 2012). También con un 3% encontramos compuestos de dieno, que son alquenos que contienen dos dobles enlaces carbono-carbono y principalmente se utiliza para el caucho (Dieno, 2014), con un 3% tenemos triterpenos, que son los terpenos de 30 carbonos están presentes en las esencias del eucalipto, los sabores del clavo y el jengibre, en el mentol y alcanfor (Robles y col., 2005), también encontramos con un 3% a los esteroides, que son esteroides con 27 a 29 átomos de carbono, un ejemplo de esterol más común en los humanos y animales es el colesterol, también en hongos y levaduras contienen esteroides que son precursores de la vitamina D (Esteroides, 2012) y por último tenemos con el 3% a los alcoholes, que son compuestos químicos orgánicos que contienen un grupo hidroxilo en sustitución de un átomo de hidrógeno enlazado de forma covalente a un átomo de carbono, se utilizan como disolventes y combustibles, perfumes y esencias vitales como la vainilla (Alcoholes, 2011).

Como resultado de la búsqueda de los efectos reportados de los compuestos presentes en aceite de pollo rostizado identificados por CG/EM, evidencia que el aceite de pollo rostizado presenta calidad por los compuestos encontrados y estos brindan acciones, como ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares, ayudar a mejora la oxigenación y reducir lesiones pulmonares como es el ácido oleico, uno de los compuestos que se encuentra en la mayoría de las muestras de aceite de pollo rostizado es el escualeno, compuesto que se le atribuye a Lewis (1975) y Spanova y col., (2011) y que se puede utilizar para reducir los niveles en sangre de colesterol y que tiene actividad antitumoral contra cáncer de colon, piel, sarcoma y cáncer de pulmón; Kostik (2013) y Li (2012) atribuyen que el ácido 9,12-octadecadienoico (Z, Z) que tiene actividad anticancerígena y que puede ayudar a prevenir enfermedades crónicas.

El aceite de pollo rostizado posee compuestos que también se utiliza en la agricultura, farmacia, perfumería, cosméticos, actividades antioxidantes, es responsable de los olores, además se utiliza como agente deslizante, lubricante y como inhibidor de la corrosión. Sin embargo tiene otros compuestos como el ácido 9 octadecenoico que es tóxico para el ser humano y se encuentra en la margarina y en alimentos fritos y afecta las vías metabólicas, afirmado por Kanno y col., (2008).

En la Tabla 8 se muestran los compuestos presentes en las diferentes muestras de aceite de pollo rostizado.

Tabla 8. Compuestos no tóxicos repetidos en las diferentes 6 muestras de aceites de pollo rostizado

Compuestos no tóxicos	
Escualeno	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reduce los niveles en sangre de colesterol. ❖ Actividad antitumoral contra de colon, piel, sarcoma y cáncer de pulmón. ❖ Se usa como un aditivo para lípidos y emulsiones como vehículo de fármacos
Ácido hexadecanoico, éster metílico	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se utiliza contra la fibrosis pulmonar ❖ Mejora la supervivencia tras el trasplante de hígado.
Ácido hexadecenoico, z-11-	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se aplica por vía tópica a las glándulas de feromonas de crisálidas de gusano de seda para que sea un precursor de bombykol.
Ácido 9,12-octadecadienoico	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reduce la inflamación. ❖ Ayuda a prevenir enfermedades crónicas. ❖ Tiene actividad anticancerígena reducción de la grasa corporal, y la modulación inmune sistema.
Ácido 6 octadecadienoico	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Conduce la disminución de quistes grasos en el hígado
Ácido n-hexadecanoico	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se utiliza en tratamiento de síntomas reumáticos, es anti-inflamatorio.

En el Gráfico 2 se muestra, que de los 36 compuestos presentes en las 6 muestras diferentes que se tomaron del aceite de pollo rostizado, se encontró que el 77.77% de los compuestos son no tóxicos y el resto 22.22% de los compuestos son tóxicos y también se muestran los compuestos benéficos y perjudiciales de acuerdo a los efectos reportados para cada compuesto en muestras de aceite de pollo rostizado.

Compuestos tóxicos y no tóxicos de aceite de pollo rostizado

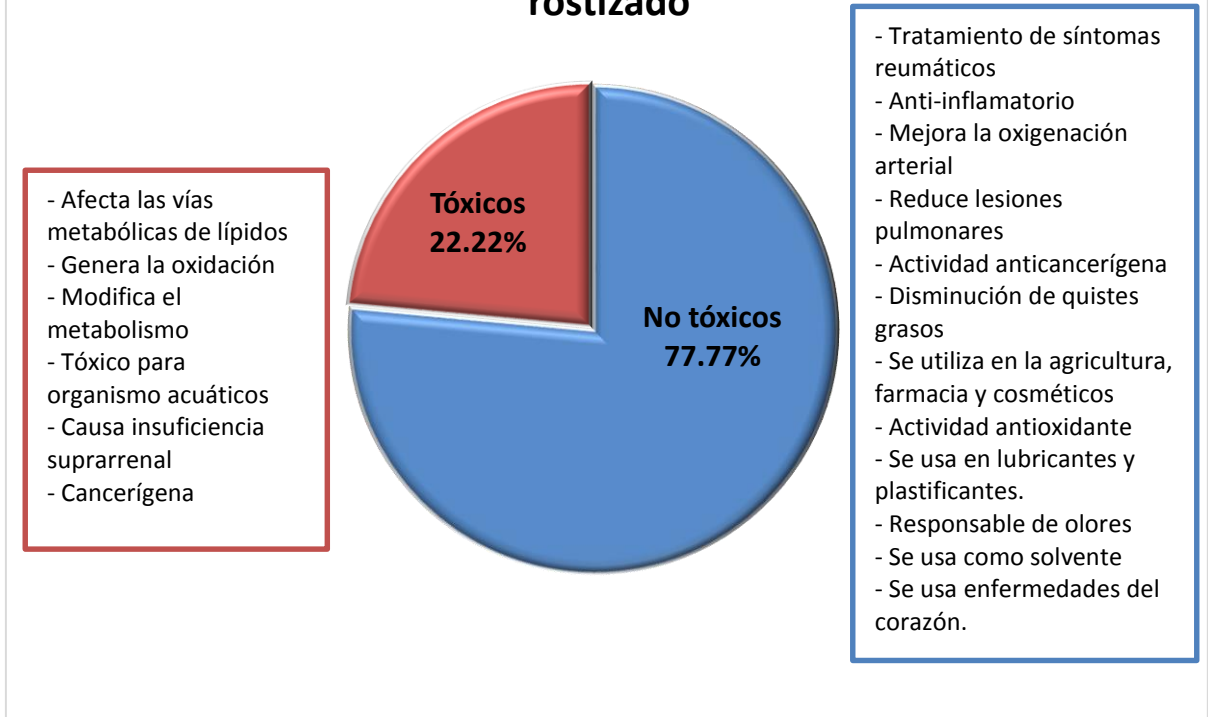


Gráfico 2. Porcentaje de compuestos tóxicos y no tóxicos de aceite de pollo rostizado

Tabla 9. Compuestos y concentración estimada que presenta un aceite puro de maíz

ÁCIDOS GRASOS	% MÍNIMO	% MÁXIMO
Ácido laúrico C12:0	0	0.3
Ácido mirístico C14:0	0	0.3
Ácido palmítico C16:0	8.6	16.5
Ácido esteárico C18:0	0	3.3
Ácido oléico C18:1	20.0	42.2
Ácido linoléico C18:2	34.0	65.6
Ácido araquídico C20:0	0.3	1.0
Ácido gadoléico C20:1	0.2	0.6
Ácido eicosadiénoico C20:2	0	0.1
Ácido behénico C22:0	0	0.5
Ácido erúcico C22:1	0	0.3
Ácido lignocérico C24:0	0	0.5

Tabla 10. Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de maíz

ÁCIDOS GRASOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Ácido palmítico C16:0	10.40	2.61	14.23	13.52	13.10	10.59
Ácido esteárico C18:0	4.18	2.68	3.17	3.11	4.00	----
Ácido behénico C22:0	0.54	----	----	----	----	----
Ácido lignocérico C24:0	0.25	----	----	----	----	----
Ácido linoléico C18:2	0.34	----	3.44	4.80	6.58	4.36
Ácido oléico C18:1	74.33	1.65	----	14.20	----	2.97
Ácido mirístico C14:0	----	----	----	0.64	----	----
Ácido cis-petroselínico	----	----	14.50	----	19.75	----
17-(1,5-Dimethylhexyl)- 10,13-dimethyl- 2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14, 15,16,17-tetradecahydro- 1H- cyclopenta[a]phenanthren- 3-ol	----	----	27.93	20.01	----	9.39
Escualeno	0.59	1.85	4.78	----	----	1.43

El aceite de maíz es un aceite de muy buenas características nutricionales, ampliamente usado en preparaciones frías y calientes, por lo que en la tabla 9 se muestran los compuestos químicos y su composiciones de un aceite puro de maíz de acuerdo a la Norma NMX-F-030-SCFI-2011 y en la tabla 10 se observa que en la muestra 1 y 2 la mayoría de los compuestos están fuera de rango, en la muestra 3, 4, 5, 6 la mayoría de los compuestos están dentro de los límites que indica la norma, sin embargo encontramos otros compuestos que no están dentro de las normas y que son benéficos para el ser humano como el ácido 6- Octadecenoico o Ácido cis-petroselínico que conduce la disminución de quiste grasos en el hígado (Richer y col., 1996), también encontramos el escualeno que reduce niveles de colesterol, tiene actividad antitumoral (Lewis, 1975) y (Spanova y col, 2011).

Tabla 11. Compuestos y concentración estimada que presenta un aceite puro de girasol

ÁCIDOS GRASOS	% MÍNIMO	% MÁXIMO
Ácido laúrico C12:0	0	0.1
Ácido mirístico C14:0	0	0.2
Ácido palmítico C16:0	5	8
Ácido esteárico C18:0	2.5	7.0
Ácido oléico C18:1	13	40
Ácido linoléico C18:2	48	74
Ácido araquídico C20:0	0.2	0.5
Ácido gadoléico C20:1	0	0.5
Ácido behénico C22:0	0.5	1.3
Ácido erúcico C22:1	0	0.5
Ácido lignocérico C24:0	0	0.4

NMX-F-265-SCFI-2005

Tabla 12. Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de girasol

ÁCIDOS GRASOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Ácido palmítico C16:0	10.40	2.61	14.23	13.52	13.10	10.59
Ácido esteárico C18:0	4.18	2.68	3.17	3.11	4.00	----
Ácido behénico C22:0	0.54	----	----	----	----	----
Ácido lignocérico C24:0	0.25	----	----	----	----	----
Ácido linoléico C18:2	0.34	----	3.44	4.80	6.58	4.36
Ácido oléico C18:1	74.33	1.65	----	14.20	----	2.97
Ácido mirístico C14:0	----	----	----	0.64	----	----
Ácido cis-petroselinico	----	----	14.50	----	19.75	----
17-(1,5-Dimethylhexyl)- 10,13-dimethyl- 2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14, 15,16,17-tetradecahydro- 1H- cyclopenta[a]phenanthren- 3-ol	----	----	27.93	20.01	----	9.39
Escualeno	0.59	1.85	4.78	----	----	1.43

El aceite de girasol es un aceite que se considera como un potente antioxidante, por lo que en la Tabla 11 se muestran los compuestos químicos y su composiciones de un aceite puro de girasol de acuerdo a la Norma NMX-F-265-SCFI-2005 y en la tabla se muestran 12 se muestra la comparación de los compuestos químicos y las composiciones encontradas en las muestras de aceite obtenidas en la elaboración de pollo rostizado con un aceite puro de girasol y se observa que en todas las muestras tomadas el ácido palmítico no se encuentra dentro de los límites de un aceite de girasol y esto se debe a que su estructura es saturada, y también encontramos que ácido linoléico se encuentran fuera de rango en las muestras en donde se encontró, también encontramos otros compuestos que no están dentro de las normas como en la Tabla 12.

Tabla 13. Compuestos y concentración estimada que presenta un aceite puro de oliva

ÁCIDOS GRASOS	% MÍNIMO	% MÁXIMO
Ácido mirístico C14:0	0	0.05
Ácido palmítico C16:0	7.5	20
Ácido palmitoléico C16:1	0.3	3.5
Ácido esteárico C18:0	0.5	5.0
Ácido oléico C18:1	55	83
Ácido linoléico C18:2	3.5	21.0
Ácido araquídico C20:0	0.0	0.6
Ácido gadoléico C20:1	0.0	0.4
Ácido behénico C22:0	0.0	0.2
Ácido lignocérico C24:0	0.0	0.2

CODEX SATN 33-1981

Tabla 14. Comparación de compuestos y concentraciones encontrados en aceite de pollo rostizado con un aceite puro de oliva

ÁCIDOS GRASOS	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Ácido palmítico C16:0	10.40	2.61	14.23	13.52	13.10	10.59
Ácido esteárico C18:0	4.18	2.68	3.17	3.11	4.00	----
Ácido behénico C22:0	0.54	----	----	----	----	----
Ácido lignocérico C24:0	0.25	----	----	----	----	----
Ácido linoléico C18:2	0.34	----	3.44	4.80	6.58	4.36
Ácido oléico C18:1	74.33	1.65	----	14.20	----	2.97
Ácido mirístico C14:0	----	----	----	0.64	----	----
Ácido cis-petroselinico	----	----	14.50	----	19.75	----
17-(1,5-Dimethylhexyl)- 10,13-dimethyl- 2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14, 15,16,17-tetradecahydro- 1H- cyclopenta[a]phenanthren- 3-ol	----	----	27.93	20.01	----	9.39
Escualeno	0.59	1.85	4.78	----	----	1.43

El aceite de oliva es un aceite de uso principalmente culinario, pero también se ha empleado para usos cosméticos, en la Tabla 13 se muestran los compuestos químicos y su composiciones de un aceite puro de oliva de acuerdo a la CODEX SATN 33-1981 y en la tabla 14 se muestra la comparación de los compuestos químicos y las composiciones encontradas en las muestras de aceite obtenidas en la elaboración de pollo rostizado con un aceite puro de oliva y se puede observar que la mayoría de las muestras se encuentran dentro de los límites de acuerdo al CODEX STAN 33-1981, al igual que en la tabla 10 y 12 encontramos otros compuestos que no están dentro de las normas.

Observación: Concentración que no están dentro de los límites de un aceite comparado con un aceite (maíz, girasol, oliva).

En las tablas anteriores observamos la comparación que se hizo con la concentración estimada de un aceite puro (maíz, girasol y oliva), con la concentración que se obtuvo de los compuestos de aceite de pollo rostizado, la muestra 1, 4, 6 son muestras donde su cocción del pollo rostizado fue por medio de gas y su preparación fue adobada y al natural; la muestra 2, 3 y 5 son muestras donde su cocción del pollo rostizado fue hecha por medio de leña y su preparación fue adobada y natural.

Aunque la muestra 1 es la que contiene la mayoría de los compuestos químicos que tiene un aceite, también contiene compuestos químicos tóxicos en muy baja concentración como es el Ácido behénico que causa desmielinización central y periférico, también causa insuficiencia suprarrenal (Deon y col., 2008, también se encuentra el Ácido lignocérico que causa esfingmielina en hígado (Bettger y col., 2008. La muestra 4 contiene compuestos que son benéficos para el ser humano como son el Ácido palmítico que se utiliza en tratamientos reumáticos y es antiinflamatorio ((Aparna y col., 2012), Ácido esteárico que se utiliza en la fabricación de jabones, velas y cosméticos (Stearic acid), Ácido linoléico el cual ayuda a prevenir enfermedades crónicas ((Kostik y col., 2013), Ácido oleico mejora la oxigenación arterial y reduce lesiones pulmonares (Oleic Acid), Ácido mirístico se utiliza en la agricultura, farmacia y cosméticos debido a su excelente antielastasa y su actividad antioxidante. Las muestras 2, 3, 5 y 6 presentan al menos 3 compuestos de los comunes que puede tener un aceite como pueden ser: Ácido palmítico, Ácido esteárico, Ácido linoleico, Ácido oleico y Ácido mirístico.

También encontramos otros compuestos como Ácido cis-petroselinico, 17-(1,5-Dimethylhexyl)-10,13-dimethyl-2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,-tetradecahydro-1H-cyclopenta[a]phenanthren-3-ol, (compuesto proviene de la formación o degradación del colesterol) y escualeno.

No se encontraron vestigios que el uso de leña o gas para cocción de los alimentos, pueda ser un factor que cause toxicidad al ser humano, debido a que no se detectaron compuesto poliaromáticos de alto peso molecular por ejemplo el fluoraneno, pireno y venzo a pireno, por el contrario si se encontró el escualeno, que es uno de los compuestos que ayuda a reducir niveles de colesterol, tiene actividad antitumoral y se puede utilizar como vehículo de fármacos (Lewis, 1975) y (Spanova y col., 2011), la muestra 1 y 6 son obtenidas por cocción a través de gas y la muestra 2 y 3 son por medio de leña.

Por lo que se puede asumir que lo resultados encontrados en el aceite de pollo rostizado del presente estudio no es tóxico para la salud del ser humano con sus limitantes.

CONCLUSIONES

A pesar que el proceso de preparación del alimento “pollo rostizado” no está controlado ya que no existe una norma donde se establezcan las condiciones en cómo se debe de llevar a cabo el proceso del alimento, la temperatura que se debe utilizar, los condimentos y el tipo de grasas, encontramos compuestos químicos que se encuentran dentro de las normas de un aceite puro (maíz, girasol y oliva), también encontramos compuestos químicos que muestran que contienen efectos benéficos, pero también encontramos compuestos que pueden ser perjudiciales para el ser humano, por sensibilidad del consumidor o acumulación del compuesto. Por lo que se concluye que puede ser benéfico o perjudicial para cada persona dependiendo de la cantidad y frecuencia que lo consuma

El aceite de pollo rostizado, presenta en su composición algunos compuestos que se encuentran en baja concentración y que se han reportado que tienen efectos benéficos, que ayudan en el tratamiento de enfermedades del corazón como el beta-sitosterol, también algunos otros que presentan actividad anticancerígena en cáncer de colon como el ácido 9,12 octadecadienoico, beta-sitosterol, etc., algunos otros compuestos son aplicables en perfumería por ejemplo el ácido tetradecanoico, y como agentes emulsificantes para alimentos como es el ácido octadecanoico, éster butílico, también el aceite de pollo rostizado, presenta en su composición algunos compuestos que se encuentran en muy baja concentración y que se han reportado que tienen efectos perjudiciales para el ser humano como es el Ácido 9 - octadecenoico (E), que puede afectar las vías metabólicas de lípidos, algunos otros pueden modificar el metabolismo como el ácido 9 – hexadecenoico, éster metílico u otros pueden ser tóxicos para organismos acuáticos como es el ácido 9,12-octadecadienoico, éster metílico.

Esta investigación sugiere que la probabilidad de desarrollar alguna enfermedad como cáncer o una enfermedad cardiovascular depende con la frecuencia que se consuma y la cantidad de éste así como de la sensibilidad de la persona hacia un determinado compuesto dañino, o su transformación por acción de la digestión.

GLOSARIO

Antiaterogénica: Es el término que se usa para la propiedad, acción o característica de ser anti-formador de ateromas, que son depósitos de lípidos en la pared arterial con producción de masas amarillentas de induración y reblandecimiento, que se observa en la aterosclerosis.

Bombyko: Es una feromona liberada por el gusano de seda femenina para atraer a compañeros.

Corrosión: se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

Crisálidas: Fase larvaria intermedia del desarrollo de ciertos insectos, como la mariposa, el insecto ni se mueve ni se alimenta, y sufre una metamorfosis completa.

Desmielinización: Es un proceso patológico en el cual se daña la capa de mielina de las fibras nerviosas. Esta destrucción puede implicar el mal funcionamiento de órganos o músculos.

Endógeno: Que se origina por causas internas.

Exógeno: Que se origina por causas externas

Esfingomielina: Se ha comprobado que la esfingomielina desempeña una función en la transducción de señales.

Feromonas: Son sustancias químicas secretadas por los seres vivos con el fin de provocar comportamientos específicos en otros individuos, pero también pueden emplearse contra otras especies (por ejemplo, algunos árboles atraen pájaros con sus feromonas para defenderse del ataque de insectos, y otros insectos emplean feromonas sobre sus competidores para desestabilizar su metabolismo).

Hidrocarburos alifáticos: son compuestos orgánicos constituidos por carbono e hidrógeno cuyo carácter no es aromático

Insuficiencia suprarrenal: Es una afección potencialmente mortal que ocurre cuando hay insuficiencia de cortisol, una hormona producida por las glándulas suprarrenales

Lípidos: Son un conjunto de moléculas orgánicas (la mayoría biomoléculas) compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno. En el uso coloquial, a los lípidos se les llama incorrectamente grasas.

Monómero: Es una molécula de pequeña masa molecular que unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, forman macromoléculas llamadas polímeros

Polímero: Son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.

Sílice: Es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Es uno de los componentes de la arena. Una de las formas en que aparece naturalmente es el cuarzo.

Syzygium cumini: Es un árbol que alcanza los 10 m de altura, tronco con gruesa corteza. Es nativa de la India, Sudeste de Asia y Australia, es común como planta ornamental en jardines tropicales.

Varroa: Es un género de un ácaro que produce la enfermedad denominada varroasis. Este ácaro es un ectoparásito (parásitos externos), forético obligado de la especies de abejas *Apis mellifera* y *Apis cerana* reproduciéndose sobre sus estadios larvales y pupales.

BIBLIOGRAFÍA

1.- Ácido palmítico

<http://www.analytyka.com.mx/english/MSDS/P/A0346.htm>

19/11/2013

2.- Ácidos grasos

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/lipidos/acidosgrasos.html>

29/03/2014

2.- Aditivos alimentarios 1990 (especies)

http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth04/schmidth04.pdf

15/octubre/2013

3.- Aditivos alimenticios 2010

<http://erataalliance.com/your-health/?/45431///sp>

15/octubre/2013

4.- Alcoholes

<http://es.scribd.com/doc/55230816/Alcoholes>

29/04/2014

5.- Aparna V., D. K. (2012). Anti-inflammatory property of n-hexadecanoic acid: structural evidence and kinetic assessmen. *Chemical Biology & Drug Des*, 80(3), 434-439.

6.- Arreola, L. G., Aragón, O. D., Gómez, R. S., & Bazúa., C. D. (2010). hidrocarburos aromáticos policíclicos: Una amenaza potencial para la salud. *Revista Latinoamericana el ambiente y las ciencias* , pág. 50-69.

7.- Barrita, J. L. (Julio-Agosto 2009). Investigación con respecto a nutrición y el cancer. *Revista Mexicana de Pediatría* , Vol. 76, pág. 181-186.

8.- Bellas, T., & Hölldobler, B. (1985). Constituents of mandibular and Dufour's glands of an australian *Polyrhachis weaver* ant. *Journal of Chemical Ecology*, 11(4), 525-538.

9.- Benjamin, F., Cravatt, A., L. R., & L., B. D. (1996). Structure determination of an endogenous sleep-inducing Lipid, cis-9-octadecenamide (Oleamide): A synthetic approach to the chemical

analysis of trace quantities of a natural product. *Journal American Chemical Society*, 118(3), 580–590.

10.- Bettger, W., & Blackadar, C. (1997). Dietary Very Long Chain Fatty Acids Directly Influence the Ratio of Tetracosenoic (24:1) to Tetracosanoic (24:0) Acids of Sphingomyelin in Rat Liver. *AOCS, Lipids*, 51-55, Vol. 32, No. 1.

11.- Bailey, A. E. (1984). *Aceites y grasas industriales*. Barcelona: Reverté, S. A,

12.- Bhalerao, V. R., Kokatnur, M. G., & Kummerow, F. A. (1961). The Effect of 12, Oxo-c1 , 9-octadecenoic Acid on the Autoxidation of Stripped Corn Oil. *The Journal of the American Oil Chemistis' Society*, No.39, 28-30.

13.- Brodnitz, M. H., Nawar, W. W., & Fagerson, I. S. (1968). Autoxidation of saturated fatty acids. I. The initial products of autoxidation of methyl palmitate. *Lipids*, 3, 59-64.

14.- Cameán, A. M., Ángeles Jos, I. M., & Repetto, S. P. (2012). Tóxicos formados durante el procesado, preparación y almacenamiento de los alimentos. Madrid: Díaz de Santos Albasanz.

15.- Cases, M. V., & Hens, A. G. (1988). *Técnicas Analíticas de Separación*. Barcelona: Reverté.

16.- Davolia, E., Gangaib, M., Morsellic, L., & Tonellib, D. (2003). Characterisation of odorants emissions from landfills by SPME and GC/MS. *Chemosphere*, 51(5), 357-368.

17.- Deon, M., Garcia, M. P., Sitta, A., Barschak, A. G., Coelho, D. M., Schimit, G. O., y otros. (2008). Hexacosanoic and docosanoic acids plasma levels in patients with cerebral childhood and asymptomatic X-linked adrenoleukodystrophy: Lorenzo's oil effect. *Metab Brain Dis*, 43-49.

18.- Department of Chemistry G. M. Chaudhari Polytechnic, Shahada, Dist-Nandurbar M.S. 425409, India. (2 de February de 2012). GC-MS analysis of biologically active compounds of chloroform extract of leaves of Butea monosprma. *Journal of Pharmacy Research*, 5, 1228-1230

19.- Diario Oficial de la Federación

http://dof.gob.mx/busqueda_detalle.php

20.- Dieno

<http://www.ecured.cu/index.php/Dieno>

29/04/2014

21.- Du, Z.-Y., Degrace, P., Gresti, J., Loreau, O., & Clouet, P. (2011). Vaccenic and elaidic acid equally esterify into triacylglycerols, but differently into phospholipids of fed rat liver cells. *Lipids*, 46(7), 647-657.

22.- Eicosane

<http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/eicosane>

10/12/2013

23.- Elaidic acid

<http://www.thefreedictionary.com/elaidic+acid>

18/12/2013

24.- EFSA. (2007). Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request related to. *The EFSA Journal*, 1-10.

25.- Galindo, A., & Espinoza, A. L. (2006). Efectos del sabor y del contenido calórico del agua sobre la conducta alimentaria durante un período de privación de comida en ratas albinas. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, Vol. 32, pág. 95-109.

26.- Esteroles

<http://www.slideshare.net/irenashh/esteroles>

29/04/2014

27.- FAO

<http://www.fao.org/home/es/>

10/09/2013

28.- Galceran, M. T. (Marzo 2002). Aminas heterociclicas en alimentos cocinados. *V Congreso Internacional: Alimentación, nutrición y dietétic*, pág. 39-47.

29.- García, G. C., Duarte, H. J., Hernández, L. G., & Moncada, L. M. (2005). Determinación del tiempo de cocción en los procesos de freído y horneado de tres alimentos de consumo masivo en Colombia. *Epsilon*, Vol. 4, pág. 7-18.

30.- Garibay, G., Ramírez, Q., & Mungía, L. (2004). *Biotecnología alimentaria*. México: Limusa.

31.- Gooch, J. W. (2007). Butyl stearate. En J. W. Gooch, *Encyclopedic Dictionary of Polymers* (pág. 143). Springer.

32.- Godnic, M. (2002). Acrilamida en los alimentos. *nutrinfo*, pág. 1-3.

28.- Hexadecano

http://www.smbb.com.mx/congresos%20smbb/acapulco09/TRABAJOS/AREA_V/CV-10.pdf

10/12/2013

33.- Hexatriacontane

<http://www.sigmaaldrich.com>

20/12/2013

34.- 1-Hentetracontanol

<http://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C40710427&Mask=200>

20/12/2013

35.- Hurtado, A. C. (2008). La fritura de los alimentos: perdida y ganancia de nutrientes en los alimentos fritos. *Perspectivas en nutrición humana*, Vol.10, pág. 77 - 85.

25/07/2013

36.- Hurtado, A. C. (2009). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en Nutrición humana*, Vol. 11, pág. 39-53.

37.- Ibáñez, F. C., Torre, P., & Irigoyen, A. (2003). Aditivos alimentarios. *Área de Nutrición y Bromatología*, pág. 1-10.

38.- Kanno, S., Furuyama, A., & Hirano, S. (2008). Effects of eicosane, a component of nanoparticles in diesel exhaust, on surface activity of pulmonary surfactant monolayers. *Organ Toxicity and Mechanisms*, 82(11), 841-850.

39.- Kostik, V., Memeti, S., & Bauer, B. (2013). Fatty acid composition of edible oils and fats. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 4, 112-114.

40.- Kumar, A., Jayachandran, T., Aravindhan, P., Deecaraman, D., Ilavarasan, R., & Padmanabhan, N. (2009). Neutral components in the leaves and seeds of *Syzygium cumini*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(11), 560-561.

41.- León-Camacho, M., Serrano, M. A., & Constante, E. G. (2004). Formation of stigmasta-3,5-diene in olive oil during deodorization and/or physical refining using nitrogen as stripping gas. *Grasas y vegetales*, 55(3), 227-232.

42.- Li, F., He, X., & Liu, H. (2012). Optimization of Conjugated Linoleic Acid Production by *Lactobacillus planetarum*. En T.-C. Zjang, P. Ouyang, S. Kaplan, & B. Skarnes, *Proceedings of the 2012 International Conference on Applied Biotechnology* (págs. 149-158). China: Springer.

43.- LiPing, W., Zhong, Z., XiHan, M., KeYou, L., YuHua, M., ChanJuan, G., y otros. (2009). Technological condition of converting biodiesel from bitter almond oil. *Journal of Northwest A & F University - Natural Science*, 37(3), 146-158.

44.- Marcano, J., Salinas, N., & Rosa, Y. L. (Noviembre/Diciembre 2011). Influencia del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la grasa contenida en patatas tipo "French" empleando oleina de palma. *Mundo Alimentario*, pág.18-26.

45.- Marzi, I., Cowper, K., Takei, Y., Lindert, K., Lemasters, J. J., & Thurman, R. G. (1991). Methyl palmitate prevents Kupffer cell activation and improves survival after orthotopic liver transplantation in the rat. *Transplant International*, 4(4), 215-220.

46.- Medline Plus

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002435.htm>

15/octubre/2013

47.- Methyl behenate

<http://www.sigmaaldrich.com>

28/10/2013

48.- Milani, N., Vedova, G. D., & Nazzi, F. (2004). (Z)-8-Heptadecene reduces the reproduction of *Varroa destructor* in brood cells. *Apidologie*, 265–273.

49.- Norma del CODEX para grasas y aceites comestibles, no regulados por normas individuales

<http://www.uclm.es/profesorado/mdsalvador/58119/practicass/Codex%20Stan%2019%20Grasas%20y%20aceites.pdf>

28/07/2013

50.- Los Aldehídos

<http://quimicaparatodos.blogcindario.com/2009/09/00066-los-aldehidos.html>

29/03/2014

51.- Química orgánica

<http://www.slideshare.net/asdfsafsd/alquenos-1-13436759>

29/03/2014

52.- Química Technology

<http://quimicatecnology.blogspot.mx/2010/05/articulo-de-alcanos.html>

29/03/2013

53.- Odeh, I., Abu-Lafi, S., & Al-Najjar, I. (2013). Determination of potential volatiles markers from citrus, eucalyptus, cotton and wildflower Palestinian honeys using SPME followed by GCMS analysis. *International Food Research Journal*, 20(3), 1243-1247.

54.- Oleic Acid

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2032063/>

10/12/2013

55.- Oleic Acid

<http://europepmc.org/abstract/MED/3030168>

10/12/2013

56.- 12-Octadecenoic acid, methyl ester

<http://www.sigmaaldrich.com>

57.- Palmitic acid, butyl ester

<http://www.sigmaaldrich.com>

22/11/2013

- 58.- Patterson, J. E., Ollmann, I. R., Cravatt, B. F., Boger, D. L., Wong, C. -H., & Lerner, R. A. (1996). Inhibition of oleamide hydrolase catalyzed hydrolysis of the endogenous sleep-inducing lipid cis-9-octadecenamide. *Journal American Chemical Society*, 118(25), 5938–5945.
- 59.- Placek, L. L. (August de 1963). A review on petroselinic acid and its derivatives. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 40(8), 319-329.
- 60.- Pollos asados o rostizados
http://es.wikipedia.org/wiki/Pollo_asado
25/07/2013
- 61.- Rajkumar, S., & Jebanesan, A. (2004). Mosquitocidal activities of octacosane from *Moschosma polystachyum* Linn.(Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 90(1), 87-89.
- 62.- Ramírez-Barrón, S. N., Sáenz-Galindo, A., López-López, L., & Cantú-Sifuentes, L. (2013). Amidas, Aplicación y Síntesis. *Revista Científica de la Universidad de Coahuila*, 5(9).
- 63.- RA., J. (1997). Biosynthetic pathway for producing the sex pheromone component (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate in moths involves a delta 12 desaturase. *PubMed*, 501.
- 64.- Richter, K. D., Mukherjee, K. D., & Weber, N. (1996). Fat infiltration in liver of rats induced by different dietary plant oils: high oleic-, medium oleic- and high petroselinic acid-oils. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 241-248.
- 65.- Riser, G. R., Bloom, F. W., & Witnauer, L. P. (1964). Evaluation of butyl stearate, butyl oleate, butyl ricmoleate, and methyl Imoleate as poly(vinyl chloride) plasticizers. En G. Riser, F. Bloom, & L. Witnauer, *JAOCS* (Vol. 41, págs. 172-174). Springer.
- 66.- Robert, P., Masson, L., Romero, N., Dobarganes, M., Izaurieta, M., Ortiz, J., y otros. (2001). Fritura industrial de patatas críps. Influencia del grado de insaturación de la grasa de frituras sobre la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento. *Grasas y Aceites*, Vol. 52, pág 389-396.
- 67.- Robles, J., Torrenegra, R., Gray, A. I., Piñeros, C., Ortiz, L., & Sierra, M. (2005). Triterpenos aislados de cirteza de *Bursera graveolens* (Burseraceae) y su actividad biológica. *Revista de Farmacognosia*, 15(4), 283-286.
- 68.- Romeh, A. A. (2013). Plant Production Department, Faculty of Technology and Development, Zagazig University, Zagazig, Egypt. *African Journal of Agricultural Research*, 8(27), 3571-3579.
- 69.- Santos, D. C. (2008). *Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso*. Madrid: Vision Libros.

79.- Sharawya, M. H., El-Agamy, D. S., Shalaby, A. A., & Ammara, E.-S. M. (June de 2013). Protective effects of methyl palmitate against silica-induced pulmonary fibrosis in rats. *International Immunopharmacology*, 16(2), 191-198.

71.- Sigolo, C. A., Mascio, P. D., Kowaltowski, A. J., Garcia, C. C., & Medeiros, M. H. (April de 2008). trans,trans-2,4-decadienal induces mitochondrial dysfunction and oxidative stress. *Journal of Bioenergetics and Biomembranes*, 40(2), 103-109

72.- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2008). *Principios de analisis instrumental*. México: CENGAGE Learning.

73.- Sokmen, B. B., Hasdemir, B., Yusufoglu, A., & Yanardag, R. (Novemeber de 2013). Some Monohydroxy Tetradecanoic acid isomers as novel urease and elastase inhibitors and as new antioxidants. *Applied Biochemistry and Biotechnology*.

74.- Smitha, R., Adamsb, T., Doullc, J., Ferond, V., Goodmane, J., Marnettf, L., y otros. (2002). Safety assessment of allylalkoxybenzene derivatives used as flavouring substances — methyl eugenol and estragole. *Food and Chemical Toxicology*, 40 (7), 851–870

Sokmen, B. B., Hasdemir, B., Yusufoglu, A., & Yanardag, R. (Novemeber de 2013). Some Monohydroxy Tetradecanoic acid isomers as novel urease and elastase inhibitors and as new antioxidants. *Applied Biochemistry and Biotechnology*.

75.- Spanova, M., & Daum, G. (9 de Agosto de 2011). Squalene – biochemistry, molecular biology, process biotechnology, and applications. *WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim*, 1299-1320.

76.- Statheropoulos, M., Agapiou, A., & Pallis, G. (2005). A study of volatile organic compounds evolved in urban waste disposal bins. *Atmospheric Environment*, 4639–4645.

77.- Sumaya-Martínez, M. T., Mendoza, E. d., & Pérez, J. G. (Julio-Septiembre 2006). Un enfoque pendiente para la salud pública en Mexico: Productos tóxicos de la glicación de proteínas en los alimentos. *RESPYN*, Vol.7, pág. 1-7

78.- Surburg, H., & Panten, J. (2006). *Common fragrance and flavor materials: Preparation, Properties and Uses*. Germany: Wiley-Vch.

79.- Torres, R. M. (2009). Ácidos grasos trans: riesgo a la salud y legislación mexicana. *CONCYTEG*, No. 49, pág. 767-778.

80.- Toxicidad – Definición

<http://es.wikipedia.org/wiki/Toxicidad>

26/07/2013

81.- Tóxico – Definición

<http://es.thefreedictionary.com/t%C3%B3xico>

26/07/2013

82.- Trans-9,12-Octadecadienoic acid methyl ester

28/10/2013

<http://www.sigmaaldrich.com>

83.- trans,trans-2,4-Decadien-1-ol

<http://www.sigmaaldrich.com>

18/11/2013

84.- T.Vijaya, DhanaRajanc, M., K.Sarumathya, S.Palanie, & Sakthivelf, K. (2011). Analysis of phytoconstituents by GC-MS and therapeutic efficacy of *Grewiaumbelliferea*(gu) on Doxorubicin induced cardiotoxicity in albino rats. *IJPI's Journal of Pharmacology and Toxicology*, 3(1), 61-74.

85.- Valenzuela, A., Sanhueza, J., Nieto, S., & Tavello, G. P. (2003). Estudio comparativo, en fritura, de la estabilidad de diferentes aceites vegetales. *Investigaciones, Transferencias de tecnología*, No. 4, pág. 569-573.

86.- Viteri, F. A., Crespo, V. S., & A., M. M. (2002). Valor nutritivo y efectos metabólicos de la reutilización de aceites comestibles calentados y oxidados. *Medicina*, Vol. 8, pág. 161-167.

87.- Wertz, P. W., & Downing, D. T. (1990). The metabolism of fatty acid methyl esters applied topically Balb/c source mouse epidermis. *Journal of Dermatological Science*, 1(1), 33-37.

88.- Yamaoka, R., Taniguchi, Y., & Hayashiya, K. (1984). Bombykol biosynthesis from deuterium-labeled (Z)-11-hexadecenoic acid. *Experientia*, 40(1), 80-81.

89.- Zhang, Y., Yang, X., Shi, H., Dong, L., & Bai, J. (2011). Effect of α -linolenic acid on endoplasmic reticulum stress-mediated apoptosis of palmitic acid lipotoxicity in primary rat hepatocytes. *BioMed Central*, 1-6.

90.- Zyakun, A., Nii-Annang, S., Franke, G., Fischer, T., Buegger, F., & Dilly, O. (2012). Microbial activity and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio as evidence of N-hexadecane and N-hexadecanoic acid biodegradation in agricultural and forest soils. *Geomicrobiology Journal*, 29(6), 570-584.