



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

IDENTIFICACIÓN DE MECANISMOS BIOQUÍMICOS RESPONSABLES
DE OXIDACIÓN LIPÍDICA Y PROPUESTA DE ANTIOXIDANTES
NECESARIOS EN LA ELABORACIÓN DE FRITURAS.

ALBERCA CARAGUAY CINTHYA PAULETTE
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

IDENTIFICACIÓN DE MECANISMOS BIOQUÍMICOS
RESPONSABLES DE OXIDACIÓN LIPÍDICA Y PROPUESTA DE
ANTIOXIDANTES NECESARIOS EN LA ELABORACIÓN DE
FRITURAS.

ALBERCA CARAGUAY CINTHYA PAULETTE
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

EXAMEN COMPLEXIVO

IDENTIFICACIÓN DE MECANISMOS BIOQUÍMICOS RESPONSABLES DE
OXIDACIÓN LIPÍDICA Y PROPUESTA DE ANTIOXIDANTES NECESARIOS EN LA
ELABORACIÓN DE FRITURAS.

ALBERCA CARAGUAY CINTHYA PAULETTE
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

MALDONADO GUERRERO EMERSON ARMANDO

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
27 de febrero de 2023

Identificación de mecanismos bioquímicos responsables de oxidación lipídica y propuesta de antioxidantes necesarios en la elaboración de frituras.

por Cinthya Paulette Alberca Caraguay

Fecha de entrega: 20-feb-2023 12:30p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2018928868

Nombre del archivo: ALBERCA_CARAGUAY_CINTHYA_PAULETTE_0706587987.docx (148.91K)

Total de palabras: 3542

Total de caracteres: 19460

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, ALBERCA CARAGUAY CINTHYA PAULETTE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Identificación de mecanismos bioquímicos responsables de oxidación lipídica y propuesta de antioxidantes necesarios en la elaboración de frituras., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de febrero de 2023



ALBERCA CARAGUAY CINTHYA PAULETTE
0706587987

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto en primer lugar a mi Dios, gracias a él culmine todos mis estudios fue la luz y esperanza cuando eran momentos difíciles..

A mi mamá Betty Caraguay Diaz, siempre me ha corregido para ser mejor persona, por todo el esfuerzo y dedicación que tiene hacia el estudio fue fuente de inspiración para que yo siga adelante.

A mi abuelita Graciela Diaz Torres, por su sacrificio y cuidado para mi bienestar desde que era pequeña hasta en la actualidad.

A mis dos hombres de la casa mi papá Felix Alberca Sanchez y mi abuelito José Pacheco, gracias a mi papá por protegerme y cuidar mi bienestar con detalles tan nobles como llevarme a la universidad y de paso a mis amigas también. A mi abuelito por enseñarme que pese a la edad nada puede ser un impedimento cuando se trata de ayudar y apoyar a quienes quieres.

A mi amiga Fabiana Freire por nunca dejarme sola o negarse a apoyarme cuando me sentia abrumada académicamente

Finalmente dedico este trabajo a mi perrito Toffy, gracias mi amorcito por acompañarme en las desveladas desde el día uno hasta cuando finalicé mi proceso.

Cintha Alberca Caraguay

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios y a la vida por permitirme tener vivos a mis abuelitos y poder gozar mi felicidad acompañada de ellos dos y que Dios aún me los tenga con vida por más tiempo. También por haberme protegido e iluminado mis días, brindarme salud y herramientas adecuadas para alcanzar mis objetivos hasta el momento y las metas que aún me quedan por cumplir.

Agradezco a mi mamá por ser mi modelo a seguir, espero algún día ser como ella y esmerarme aún más para que se sienta orgullosa de mí y poder devolverle todo su apoyo y recordar siempre su frase “El mejor regalo que un padre le puede dar a sus hijos es la educación”.

Agradezco a la vida por haberme topado gente maravillosa, compañeros con quienes compartamos nuestro momento de descanso hablando sobre trivialidades, amistades que nacieron desde el primer día a las cuales ahora puedo llamar colegas y que aún más de eso se han convertido en familia y anhelo que después de la graduación sigamos juntos.

A mi Bae Jhon Villalta Rogel, gracias por ser mi apoyo total como por ejemplo: explicarme materias que no entendía y tener la paciencia para enseñarme, en mis momentos tristes cuando quería rendirme él me motivaba a que siga adelante, gracias por iluminar mi camino y demostrarme que la vida es difícil pero bella a la vez..

A mis docentes y tutores que me supieron guiar y enseñar a pesar de haber pasado una situación dura como lo fue la pandemia del 2020, sabiendo adoptarse a las nuevas necesidades.

Cinthy Alberca Caraguay

RESUMEN

Las frituras en las industrias alimentarias son las más populares y accesibles al público en general, debido a su cocción, por ser rápido y económico, sin embargo al cocinar estos tipos de alimentos ocurren grandes cambios bioquímicos y sensoriales en la fritura, conocido como oxidación lipídica, el cual afecta bioquímicamente al vegetal por la oxidación del aceite. El objetivo de este trabajo fue analizar los mecanismos bioquímicos responsables de la autooxidación lipídica, desencadenando reacciones químicas diversas como: oxidación, hidrólisis, polimerización e isomerización; reacciones que afectan negativamente la estabilidad de los ácidos grasos y los índices químicos de calidad de la grasa. Para evitar el deterioro oxidativo se ha buscado los antioxidantes que se deben usar para evitar la rancidez en los snacks mediante revisión bibliográfica teniendo un enfoque del tipo cualitativo y descriptivo a través de recolección de información científica que me garantice la veracidad de esta investigación. Según los resultados obtenidos existe una controversia en elegir el antioxidante idóneo ya que los antioxidantes naturales no brindan la estabilidad óptima a grandes temperaturas y a su vez hace que su volatilización sea menor. Existe un antioxidante relativamente nuevo aprobado por el FDA y que varias industrias alimentarias lo utilizan, este es el terbutilhidroquinona (TBHQ) el cuál receptorá los radicales libres previniendo la oxidación. Sin embargo es perjudicial a la salud en dosis altas, por ende en la normativa 1313 de las normas INEN indica que su dosis máxima es de 120mg/kg caso contrario es letal para la salud.

PALABRAS CLAVE

Mecanismo bioquímico, Oxidación Lipídica, Antioxidantes, TBHQ

ABSTRACT

Frying in the food industry is the most popular and accessible to the general public, due to its cooking, being fast and cheap, however, when cooking these types of food, great biochemical and sensory changes occur in the frying, known as lipid oxidation. , which biochemically affects the vegetable due to the oxidation of the oil. The objective of this work was to analyze the biochemical mechanisms responsible for lipid auto-oxidation, triggering various chemical reactions such as: oxidation, hydrolysis, polymerization and isomerization; reactions that negatively appear the stability of fatty acids and the chemical indices of fat quality. In order to avoid oxidative deterioration, the antioxidants that should be used to avoid rancidity in snacks have been sought through a bibliographic review, taking a qualitative and descriptive approach through the collection of scientific information that guarantees the veracity of this research. According to the results obtained, there is a controversy in choosing the appropriate antioxidant since natural antioxidants do not provide optimal stability at high temperatures and in turn makes their volatilization less. There is a relatively new antioxidant approved by the FDA and used by several food industries, this is the case of terbutylhydroquinone (TBHQ) which will receive free radicals preventing oxidation. However, it is harmful to health in high doses, therefore, in regulation 1313 of the INEN standards, it indicates that its maximum dose is 120mg/kg, otherwise it is lethal to health.

KEYWORDS

Biochemical mechanism, Lipid Oxidation, Antioxidants, TBHQ

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	7
2.1. OBJETIVO GENERAL	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3. DESARROLLO	8
3.1. Marco Teórico	8
3.1.1. Lípidos, en los alimentos	8
3.1.2. Ácidos grasos trans	8
3.1.3. Fritura	8
3.1.4. Mecanismo bioquímico	9
3.1.5. Oxidación Lipídica (Enranciamiento)	10
3.1.6. Antioxidantes en lípidos	10
3.1.7. Parámetros de calidad del aceite en frituras	11
3.1.8. Empaquetado	12
4. METODOLOGIA	13
4.1. RESOLUCIÓN DEL CASO PRÁCTICO	13
4.1.1. Situación problemática	13
4.1.2. Pregunta Problema	13
5. DISCUSIÓN	14
6. CONCLUSIONES	18
7. BIBLIOGRAFÍAS	19
8. ANEXOS	22

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los alimentos fritos son la principal elección en la dieta de los consumidores sin importar las edades, debido a las propiedades organolépticas que el producto posee como color, textura, sabor y aroma. Siendo atractivo para el consumidor a nivel sensorial, aparte de la gran rapidez que se los puede obtener ya sea doméstico o a nivel industrial ¹.

Para llevar a cabo todo este proceso se exige de grasas y aceites, sometidas en altas temperaturas en un periodo de tiempo, dependiendo del alimento que se va adaptar ².

Los Snacks (comúnmente como se los llama) son alimentos de alta demanda que proporcionan un gran aporte energético a partir de las grasas y carbohidratos que lo poseen. Por lo tanto, su control de calidad durante el proceso es de suma importancia para no perder estos aportes nutritivos y obtener una seguridad alimentaria íntegra³.

Entre las causas de oxidación lipídica está la reutilización de aceites, este factor en el alimento va a cambiar sus propiedades organolépticas. Debido a la aparición de radicales libres y en otros casos a la formación de ácidos grasos trans. Consumir excesivamente estos alimentos y por largo tiempo provocan enfermedades hepáticas, cardíacas, cáncer, envejecimiento celular, afecciones inmunes, diabetes, obesidad, etc. Se han encontrado casos que estas moléculas de gran tamaño obstruyen la absorción de sustancias nutritivas para el organismo ⁴.

Cada alimento requiere control de calidad y análisis bromatológico previo a su producción, esto es por su mecanismo bioquímico y propiedades favorables que se pueden perder en el momento de la fabricación del producto estimado. Las grasas insaturadas son las moléculas más frecuentes en ser afectadas por la oxidación; cuando nos referimos a rancidez lipídica u oxidativa, es un proceso irreversible producido por ácidos grasos insolubles que tienen cierto grado de hidrogenación, producen compuestos volátiles expandiendo olores y sabores desagradables ⁵. Una de las causas principales de rancidez se debe a la falta de control de calidad de parte de los profesionales, siendo los responsables de revisar correctamente los lotes y cumplir con los parámetros: físico-químicos, microbiológicos, sensoriales dentro de la empresa, establecidas en las normativas vigentes del Ecuador.

El objetivo de este trabajo fue garantizar la inocuidad alimentaria, mediante revisión bibliográfica, con el fin de certificar productos de calidad en industrias al ofertar un nuevo producto al mercado.

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GENERAL

Analizar los mecanismos bioquímicos responsables de la oxidación lipídica y los antioxidantes presentes en las frituras a base de vegetales, mediante revisión bibliográfica a fin de garantizar su control de calidad.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cuáles son los mecanismos bioquímicos responsables del enranceamiento en las frituras
- Establecer las condiciones favorables para que se desarrolle la oxidación lipídica en los alimentos.
- Describir los antioxidantes que usan durante esta reacción y sus funciones específicas.

3. DESARROLLO

3.1. Marco Teórico

3.1.1. Lípidos, en los alimentos

Son moléculas hidrófobas, esto quiere decir que pueden interactuar con zonas apolares de cualquier proteína mediante uniones hidrofóbicas. Proviene del griego *lipos*, cuyo significado es grasa; están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno que se incorporan a cadenas hidrocarbonadas alifáticas o aromáticas, sin embargo también pueden contener en su composición fósforo y nitrógeno⁶. Los lípidos son de suma importancia en la dieta alimentaria de los organismos vivos. En los animales terrestres su composición lipídica los conforma, fosfolípidos, colesterol y triglicéridos, prevaleciendo los ácidos grasos saturados, que se comportan perjudicialmente para el metabolismo de lipoproteínas⁷. En la nutrición los lípidos tienen un rol importante ya que aportan energía esencial al organismo, por ejemplo: Ácido Linoleico, ácido linolénico y vitaminas liposolubles. También dan sabor y textura, moldean emulsiones y es usado para la cocción de frituras⁸.

3.1.2. Ácidos grasos trans

Son componentes lipídicos que se encuentran en gran parte de los alimentos, pero a su vez son perjudiciales para la salud y contraen riesgo de enfermedades cardiovasculares. Hay dos fuentes importantes de grasas Trans: fuentes naturales (lácteos y carnes) y mediante producción industrial como son los aceites hidrogenados^{9,10}.

3.1.3. Fritura

Las grasas contienen una gran cantidad de ácidos grasos trans por esta razón son preferidas para la elaboración de frituras. Es un tipo de cocción freído con aceite y sometido en altas temperaturas, (175–185°C), siendo el aceite el transmisor de calor permitiendo calentar más rápido y de manera uniforme al alimento. Aparte modifica su superficie impermeabilizando y evita pérdida de agua en su interior. De modo que hará que sus características importantes del alimento no desaparezcan, manteniendo su aspecto, textura y color. Siendo tentador al ojo humano². En el mercado consta una gran variedad de aceites usados para las frituras en los alimentos como los más relevantes están los aceites de soya, canola, oliva, coco, palma, maíz y girasol. Cada aceite presenta diferente composición de ácidos grasos propio. Según en los resultados de Suaterna (2009) “El aceite de palma presenta el más alto contenido de ácidos grasos saturados (49,3 g/100 g de aceite), mientras que el aceite de oliva tiene mayor contenido de monoinsaturados (72,9%)”².

3.1.4. Mecanismo bioquímico

La temperatura, la luz, humedad y grado de insaturación de los ácidos grasos son factores determinantes al iniciar el proceso de oxidación responsable de la degradación y deterioro de las frituras³. Estas también se ven afectadas por el empleo y el tipo de aceite, ya que el mismo sufre reacciones de deterioro causadas por las altas temperaturas¹¹.

La oxidación lipíca va a depender del grado de insaturación en las grasas, ya que la oxidación aumenta a medida que la concentración de ácidos grasos insaturados incrementa, al ser iniciado por el ataque del oxígeno molecular a los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados formando peróxidos o hidro-peróxidos⁴.

Para que los lípidos se oxiden es menester realizar tres procesos conocidos como : autooxidación, oxidación catalizada enzimáticamente y fotooxidación.

Causas que producen la auto-oxidación: descomposición de los lípidos debido a la formación de productos de oxidación, expuesto a la luz, calor o iones metálicos, extrayendo átomo de hidrógeno de doble enlace, así como la formación de radicales libres, que son pro-oxidantes con la capacidad de abstraer un átomo de hidrógeno de un grupo metileno con rápida reacción de un doble enlace en la molécula lipídica insaturada, activada con oxígeno y radicales peroxi, teniendo como resultado la formación del radical libre de hidrógeno y de ácido graso. El radical de ácido graso responde al oxígeno molecular, alcanzando un radical peroxi lipídico inestable, con reacción a otro ácido graso, extrayendo un hidrógeno alílico, aproximando a los hidrógenos a un doble enlace; en respuesta obteniéndose un radical de ácido graso y un hidroperóxido, el novedoso radical libre comunica una oxidación adicional y produce reacción en cadena otorgando como resultado la formación de una variedad de productos primarios y su rompimiento ocasiona una formación de diversos compuestos, obteniendo así, productos de oxidación que están fortalecidos en su toxicidad para ocasionar daños en la salud¹².

3.1.5. Oxidación Lipídica (Enranciamiento)

La oxidación del aceite ocurre principalmente en los ácidos grasos insaturados de los triglicéridos. El oxígeno atmosférico va a reaccionar con el aceite en la superficie de contacto y ataca los dobles enlaces, lo que provocará mal olor en el aceite, siendo resultado de formación de hidrocarburos, cetonas, aldehídos y alcoholes ¹³.

Cuando hay el proceso de oxidación, se van modificando propiedades organolépticas del aceite como sabor desagradable, palatabilidad, oscurecimiento del aceite; cambios físicos como el aumento de su viscosidad; cambios químicos por la formación de polímeros y compuestos volátiles. Algunos metales tales como el cobre y hierro, aceleran la oxidación de las grasas por ende deben evitarse en su procesamiento. Aunque hay diferencias en los cambios oxidativos cuando cambia la temperatura, la principal forma de obtener compuestos oxidados es a través de la formación de hidroperóxidos ^{13 14}. El oxígeno al reaccionar con el aceite de la fritura va formar compuestos inestables conocidos como hidroperóxidos, compuestos que va a dar lugar a la formación de radicales libres. Otra causa de la oxidación lipídica en las grasas y los aceites son cuando están en contacto con el aire, humedad y cierta temperatura sufren cambios, en su naturaleza química y caracteres organolépticos ¹⁵.

3.1.6. Antioxidantes en lípidos

Los antioxidantes a menudo se adicionan a las grasas y aceites para evadir la oxidación en las frituras. Según el papel que desempeñen, se clasifican en antioxidantes sintéticos y naturales. Entre los sintéticos se encuentran BHA, BHT y galato de propilo estos antioxidantes son muy efectivos en grasas de animales, pero en grasas de vegetales no, aparte que pueden llegar a ser tóxicos y en altas temperaturas emanar olores fuertes, por esta razón se recomienda hacer un test de seguridad ^{16 17}. El Terbutil hidroquinona (TBHQ) va a capturar los radicales libres previniendo la oxidación, este antioxidante artificial obtiene los mejores resultados con respecto a la estabilidad del aceite, sin embargo en altas concentraciones puede ser nocivo a la salud del consumidor ¹⁸.

Por otra parte, tenemos a los antioxidantes naturales como los tocoferoles (vitamina E), tipos de antioxidantes naturales presentes en la gran mayoría de aceites vegetales, su poca estabilidad por las altas temperaturas en las frituras limita su uso. Los productos obtenidos del romero, té, clavo de olor, entre otras especies, hay opiniones contradictorias por su utilidad en los aceites de frituras ¹⁵. Los antioxidantes naturales, no son los adecuados en las frituras por sus componentes, pero si mezclamos varios antioxidantes y en dosis correctas se puede evitar la oxidación.

Según INEN (1998) en la normativa 1313 Nos indica que las mantecas pueden tener antioxidantes naturales, sintéticos o los dos juntos, dependiendo del antioxidante su dosis va a cambiar ¹⁹. A continuación los antioxidantes sintéticos y naturales usados en industrias alimentarias :

Tabla 1 Antioxidantes sintéticos y su dosis máxima

Antioxidante Sintéticos	Dosis Máxima
<i>Terbutilhidroquinona (TBHQ)</i>	120mg/kg
<i>Mezcla de gelato de propilo con BHA</i>	200mg/kg
<i>Mezcla de gelato de propilo con BHT</i>	200mg/kg
<i>Mezcla de gelato de propilo con (TBHQ)</i>	200mg/kg

Fuente: 19

Tabla 2 Antioxidantes naturales y su dosis máxima

Antioxidante Naturales	Dosis Máxima
Palmitato de ascorbilo	500mg/kg
Estearato de ascorbilo	500mg/kg

Fuente: 19

3.1.7. Parámetros de calidad del aceite en frituras

Los elementos tóxicos que se forman en el transcurso de la elaboración de frituras pueden afectar la calidad sensorial de los vegetales y la salud de los consumidores. Los siguientes parámetros se utilizan para establecer la calidez del aceite:

3.1.7.1. Compuestos polares : Se nombran así a los subproductos que se forman cuando un triglicérido es transformado durante la elaboración de frituras ². Algunos aceites abarcan entre 0,5-3% de CP, especialmente en los ácidos grasos libres el cual confiere polaridad en los aceites modernos. En el proceso de neutralización, el aceite se va a tratar con productos químicos y agua para eliminar los ácidos grasos libres, fosfolípidos, entre otros compuestos. Su cuantificación nos indicará la calidad de los aceites comestibles que han sido sumergidos en algún tipo de fuente de calor ²⁰. Toda su formación está relacionado con el sobrecalentamiento del aceite; fritura discontinua es decir la reutilización del aceite.

3.1.7.2. Polímeros y monómeros de ácidos grasos cíclicos: Para establecer contenido de polímeros y monómeros de ácidos grasos en varios tipos de aceites y otros tratamientos, se informó que los niveles de estos compuestos aumentaron significativamente cuando los alimentos congelados se frieron sin la necesidad del aceite fresco; la temperatura del horneado aumentará de 200 a 200 °C, entre mas veces se hornee, mayor será su formación y no se ha encontrado diferencia entre los aceites ²⁰.

3.1.8. Empaquetado

Dentro del proceso de la elaboración del snack es muy importante su empaque. Se debe proceder a empaquetar en bolsas termoselladas o de polipropileno, empaque que actuará como barrera protectora de humedad impidiendo que la fritura pierda su sabor y consistencia antes de ser consumida. Al empaquetar hay que tener en cuenta al oxígeno, ya que va a estar en cantidades limitadas empezando con la rapidez de la autooxidación en el alimento frito; resulta proporcional a la presión de oxígeno por presiones bajas de oxígeno. La expulsión del aire es considerada un gran ejemplo práctico para retrasar el deterioro oxidativo en lípidos, se aconseja agregar bolsas con gas nitrógeno para impedir la oxidación lipídica que da a causa del oxígeno, haciendo que el producto llegue a manos de su consumidor en buen estado ²¹.

4. METODOLOGIA

En este proyecto se emplea un enfoque del tipo cualitativo y descriptivo mediante la recolección de información de varias fuentes bibliográficas como son artículos científicos, libros, revistas, cualquier dato específico de alto impacto científico y que aporte a la investigación, con el fin de responder a la interrogante principal y conllevar a una respuesta válida y concreta sobre la oxidación lipídica en las frituras.

4.1. RESOLUCIÓN DEL CASO PRÁCTICO

4.1.1. Situación problemática

En industrias alimentarias del Ecuador dedicadas a la elaboración de frituras a base de vegetales en los últimos meses algunos lotes de producción están presentando problemas de enranciamiento u oxidación lipídica por lo que se tuvo que desechar dichos lotes por los técnicos responsables de la producción.

4.1.2. Pregunta Problema

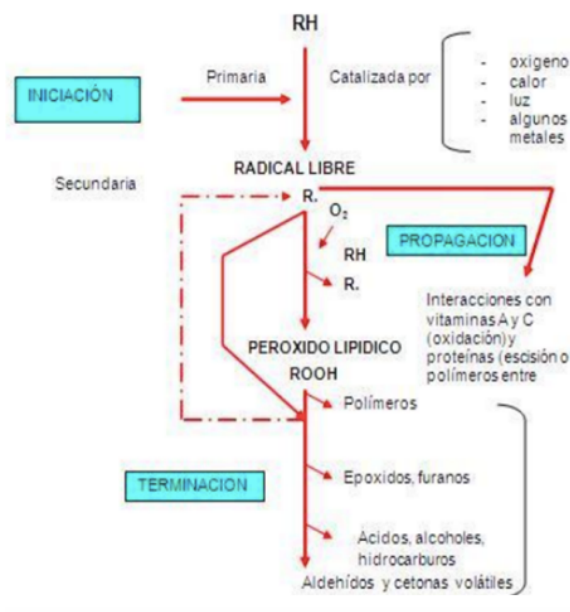
¿Explicar cuál es el mecanismo bioquímico y las condiciones favorables para que se desarrolle la oxidación lipídica en los alimentos, describir algunos antioxidantes a usar acordes a esta reacción y sus funciones específicas para su uso?

5. DISCUSIÓN

Las industrias alimentarias que están dedicadas a la elaboración de frituras deben tener presente sobre los problemas que se pueden presentar durante la producción de cualquier alimento, si hablamos de frituras se debe evitar la oxidación lipídica, es causada por la oxidación de ácidos grasos mono y poliinsaturados que están en los alimentos. En este proceso de oxidación se incluye grasas, lípidos y colesterol cuya estructura química es un derivado que también es susceptible a sufrir oxidación. según Valenzuela et all (2002), “Se ha propuesto que los radicales libres formados en los grupos metilénicos de la cadena hidrocarbonada del ácido graso inician la rancidez oxidativa por lo que se vuelve necesario conocer los Mecanismo bioquímicos responsables de la oxidación de estos alimentos”²².

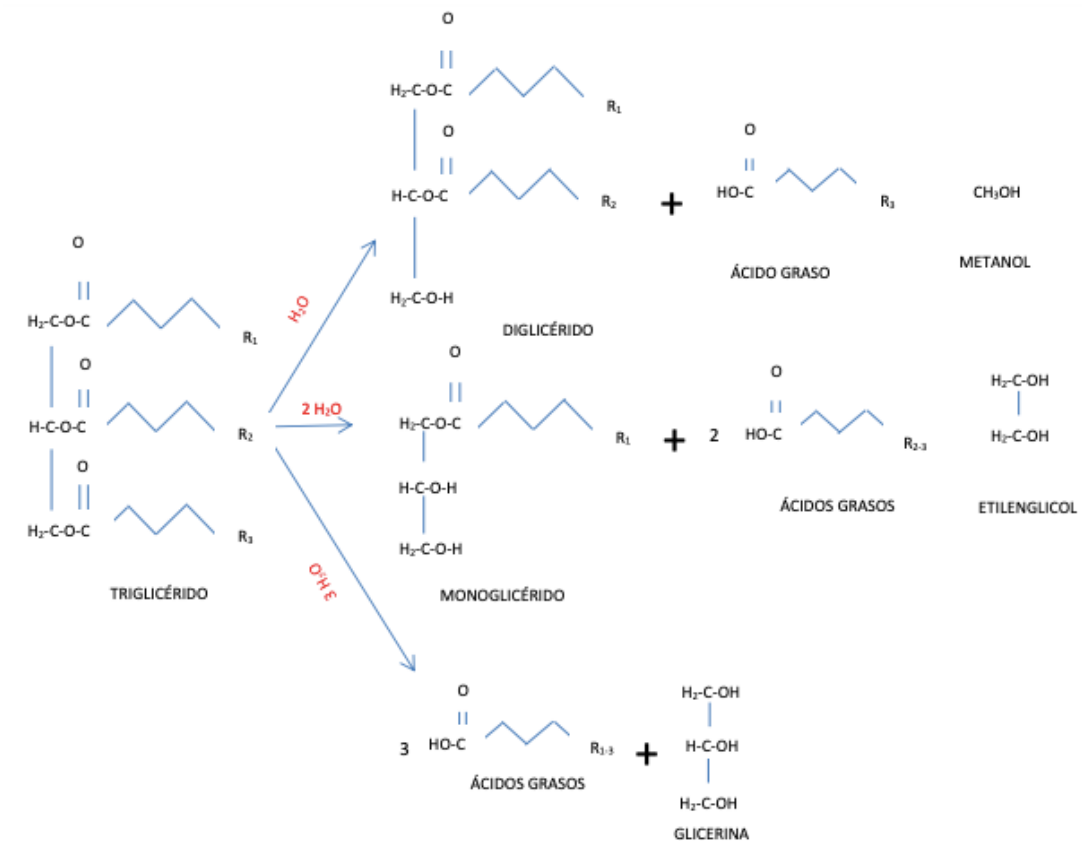
En estos mecanismos de grasas y aceites presentan alteraciones que nos lleva por diferentes caminos o vías de oxidación. Según Santana et all (2019) “Durante la fritura profunda se expone a la humedad y al aire, esto genera una amplia gama de reacciones químicas que en conjunto son conocidas como oxidación de lípidos, sometido a calentamiento y en presencia de oxígeno desencadena reacciones químicas diversas como: oxidación, hidrólisis, polimerización e isomerización”²³.

Ilustración 1 Esquema del proceso de oxidación



Fuente: 23

Ilustración 2 Proceso de Hidrólisis



Fuente: 24

Reacciones que afectan negativamente la estabilidad de los ácidos grasos y los índices químicos de calidad de la grasa”²⁵, lo cual corresponde con lo ya planteado y demuestra la influencia de factores como la temperatura, la luz, humedad, existiendo un mayor riesgo de presentar rancidez u oxidación si los sustratos lipídicos presentes en las frituras pertenecen a ácidos grasos poliinsaturados en contraste con los que presentan monoinsaturaciones, pudiendo verse afectadas las mismas frituras e incluso el aceite donde se fríen antes que estas.

Según Arispe (2007), “La existencia de sistemas nacionales de control de los alimentos es, en consecuencia, condición esencial para proteger la salud y seguridad de los consumidores nacionales”²⁶. Esto nos indica que para asegurar la calidad del alimento y sus propiedades nutricionales para el consumidor debe pasar por un proceso de control de calidad. Algunas de estas son el uso de la filtración al menos una vez al día y eliminar por completo las partículas sólidas del alimento; el aseo del equipo de fritura como mínimo una vez por día; cuidado con los productos de limpieza al limpiar las maquinarias ya que afectan a la calidad de grasas y aceites.

En el proceso de oxidación, los hidroperóxidos son indicadores del deterioro oxidativo, el cual deben ser monitoreados y expresados como valor de peróxidos (VP). Según Zapata et al (2014), nos indica que “Los hidroperóxidos se descomponen en otras especies como aldehídos, cetonas y ácidos orgánicos, que mediante reacciones sucesivas forman compuestos poliméricos altamente oxidados. La concentración de todas estas especies se puede medir en el tiempo y se denominan Compuestos Polares Totales (CPT), los cuales son indicadores del deterioro total del aceite”¹⁴ ver en la ilustración 1.

Se conoce que la temperatura de cocción en la fritura va a variar dependiendo del alimento, si hablamos generalmente debe esta con una temperatura de 160 C a 190 °C, ya que las temperaturas altas provocarán oxidación, hidrólisis, oscurecimiento y polimerización, por otra parte, si la temperatura es muy baja el tiempo es largo y afectaría a su calidez.

Existen varios parámetros para asegurar la calidad de aceites y grasas para prevenir la oxidación lipídica en las frituras, como: ácidos grasos libres, punto de humo, índice de peróxidos, color, espuma y viscosidad, con el propósito de evitar problemas de oxidación por mala manipulación del producto²⁷. Estas deben estar basadas en diferentes leyes y varían dependiendo del país. Por ejemplo, el Servicio Ecuatoriano de Normalización “INEN” (2014) nos indica en la norma 2678 que “Los aceites y grasas usados para la elaboración de frituras deben cumplir con el requisito de tener componentes polares.

Se prohíbe la comercialización de los aceites y grasas ya utilizados para uso posterior en la elaboración de productos alimenticios”²⁷. Por esta razón la reutilización de componentes utilizados para el proceso de estos snacks está prohibido y es recomendable evitarlo ya que es una causa de oxidación en esos alimentos, un claro ejemplo de reutilización más común en las industrias alimentarias es el uso del aceite, esto a su vez concuerda con ARCSA(2015), los aceites usados para freír alimentos no deben ser quemados y su renovación debe ser constante e inmediata, esto se notará por las características organolépticas que se observaran. Por ende el personal debe presentar un registro del cambio de aceite y reportar en caso de no ser así; El aceite usado no debe ser desechado en sumideros sino en recipientes apropiados²⁸.

Los antioxidantes detiene reacciones en cadena de radicales libres, como requisito para ser usado en los alimentos debe ser: incoloro, insípido, seguro en concentraciones mínimas, facilidad al ser integrado, toleración de las condiciones del proceso del producto, económico, estable y no tóxico. La sustitución con antioxidantes está basada en varios seguimientos epidemiológicos y clínicos que si aumentamos los siguientes

factores como: estilo de vida, alimentación, metales, pesticidas, enfermedades catastróficas como cáncer, diabetes, desórdenes neurodegenerativos y envejecimiento celular. Todas estas condiciones patológicas están ligadas al “estrés oxidativo”, esto hace referencia al incremento de especies reactivas del oxígeno^{13,14,29}.

Para evitar el deterioro oxidativo del aceite en los alimentos fritos, se pueden usar cualquiera de estos antioxidantes; Ésteres del ácido gálico (Galatos), Butil- Hidroxianisol (BHA) E320, Butil-Hidroxitolueno (BHT) E321 y finalmente el Terc-Butil-Hidroquinona (TBHQ) E306, siendo este el favorito de las industrias alimentarias ya que tiene como función receptor los radicales libres evitando la oxidación en el alimento durante su almacenamiento. Ha presentado resultados óptimos en la estabilidad del aceite a grandes temperaturas y a su vez su volatilización es menor, vale recalcar que una vez oxidado el aceite no se puede revertir la degradación que ya sucedió. Este antioxidante es nuevo en las industrias alimentarias y es aprobado por el FDA en concentraciones máximas de 120ppm en aceites. Pero en lo que concierne en el ámbito de la salud se ha presentado pacientes con problemas hepáticos, sueño, hipertención y puede hasta dar cáncer en cantidades letales^{18,23,30}.

Como última causa que provoca la oxidación en lípidos provocando todos estos cambios está el empaquetamiento del producto, según Esparza (2004) Nos indica que el material para empaquetar productos fritos es en bolsas termosellados o polipropileno, de esta manera se evitará la humedad en el medio, permitiendo que el alimento no pierda su consistencia y sabor al ser consumido. El oxígeno es el principal factor de la oxidación de radicales por este motivo la expulsión del aire vacío o atmósfera de nitrógeno van a emplear empaques con componentes con poca impermeabilidad de oxígeno, por este motivo se aconseja agregar a las bolsas gas de nitrógeno²¹.

6. CONCLUSIONES

Para concluir el análisis de este caso clínico se explicarán en tres puntos importantes como:

- Los Mecanismos bioquímicos de grasas y aceites presentan alteraciones que nos lleva por diferentes caminos o vías de oxidación. Cuando la fritura se expone ante la humedad, luz, temperatura, sometido a calentamiento y en presencia de oxígeno genera una amplia gama de reacciones químicas que en conjunto son conocidas como oxidación lipídica provocando el enranciamiento y cambios sensoriales en las frituras durante su proceso de manufactura.
- Entre las condiciones favorables para evitar la oxidación lipídica en las frituras, está la elección correcta del antioxidante, evitar luz, temperatura, calor, aire, elementos que se debe evadir en el transcurso de la elaboración de la fritura, afectando la calidad sensorial de los vegetales y la salud de los consumidores. El control de calidad debe estar estrictamente regido a las normas INEN 1313 , normas nacionales que toda industria alimentaria debe seguir y tanto trabajadores como profesionales deben acatar y conocer los factores que provocan el enranciamiento en los snacks.
- Los antioxidantes para la elaboración de frituras son de suma importancia si queremos evitar la oxidación en el snack, por ende, se ha buscado los más usados para las industrias alimentarias, a pesar que existe una gran controversia por lo que provoca en la salud, sin embargo, según mi investigación el Terbutil hidroquinona (TBHQ) es el más accesible, porque va a receptar los radicales libres previniendo la oxidación, a pesar que puede ser dañino a la salud en altas concentraciones. Por esta razón se debe seguir la normativa 1313 de INEN el cual nos dice que su valor máximo debe ser 120mg/kg.

7. BIBLIOGRAFÍAS

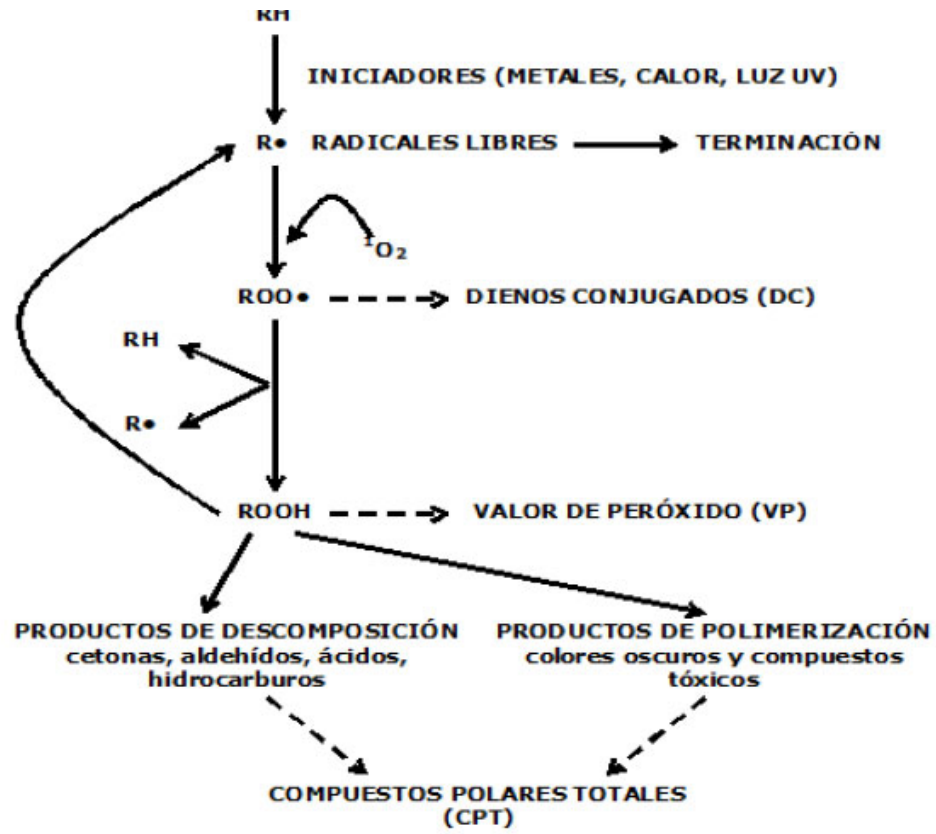
- (1) Abilés, J.; Ramón, A. N.; Moratalla, G.; Pérez-Abud, R.; Morón Jiménez, J.; Ayala, A. Efectos Del Consumo de Aceites Termo-Oxidados Sobre La Peroxidación Lipídica En Animales de Laboratorio EFFECTS OF THERMO-OXIDISED OILS ON LIPID PEROXIDATION IN EXPERIMENTAL ANIMALS. *Nutr Hosp* **2009**, *24* (4), 473–478.
- (2) Hurtado, A. La Fritura de Los Alimentos: El Aceite de Fritura. **2009**. <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.penh.9390>.
- (3) Santana Alcántar, M. E.; Mendivil-Morales, M.; Félix-Ibarra, L. I.; Ramírez-Murillo, M.; Cruz-Rosales, C. A. Composición Química y Calidad de La Grasa Contenida En Frituras de Maíz Elaboradas y Consumidas En Navojoa, Estado de Sonora, México. *Perspectivas en Nutrición Humana* **2019**, *21* (1), 17–26. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v21n1a02>.
- (4) Segurondo Loza Romina; Cortez Quisbert Viviana. *Determinación de La Rancidez En Aceites Usados En El Proceso de Frituras En Establecimientos de Expendio de Comida Rápida*; 2020.
- (5) Coello Frías Valeria Natalia. “Efecto de La Adición de Ácido Ascórbico y Butil Hidroxitolueno(BHT) En La Oxidación Enzimática y Rancidez Oxidativa de Pasta de aguacate (*Persea Americana*) Variedades Hass y Bacon”; 2015.
- (6) Badui, S.; Badui, D. *Química de Los Alimentos, Cuarta Edición*; México, 2006. <https://doi.org/https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3608>.
- (7) García LA. Lípidos Dietarios y Salud Humana. **2009**, 55–57.
- (8) Lupano, C. E. *Modificaciones de Componentes de Los Alimentos: Cambios Químicos y Bioquímicos Por Procesamiento y Almacenamiento*; 2013. <https://doi.org/https://doi.org/10.35537/10915/32177>.
- (9) Valencia M., G.; Goetschel G., L. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS TRANS PRESENTES EN LOS PRODUCTOS DE PASTELERÍA LLAMADOS “PASTAS MILHOJAS” EN LA CIUDAD DE QUITO. *infoANALÍTICA* **2021**, *9* (2), 61–79. <https://doi.org/10.26807/ia.v9i2.199>.
- (10) Gómez-Cortés, P.; de la Fuente, M. Á.; Juárez, M. Trans Fatty Acids and Conjugated Linoleic Acid in Food: Origin and Biological Properties. *Nutr Hosp* **2019**, *36* (2), 479–486. <https://doi.org/10.20960/nh.2466>.

- (11) Cabreriso María Soledad; Chaín Priscila Nanci; GattiMaría Bernardita; Ciappini María Cristina. Modificaciones Químicas y Sensoriales Producidas En Aceites de Girasol y de Oliva Virgen Extra Según Relevamiento de Procedimientos de Fritura Doméstica En Adultos de La Ciudad de Rosario. **2017**, 35, 8–15.
- (12) Morocho, M.; Quezada, E. Autooxidación de Lípidos En Alimentos y Posibles Consecuencias En El Ser Humano. **2021**, 1–59.
- (13) Juárez, D. N.; Samman, N. *Revisión El Deterioro de Los Aceites Durante La Fritura*; 2007; Vol. 13.
- (14) Zapata, A.; Vanegas, L. S.; Rojano, B. A. Oleína de Palma Estabilizada Con Antioxidante Natural de Romero En Un Proceso Discontinuo de Fritura. *Informacion Tecnologica* **2014**, 25 (2), 131–140. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000200015>.
- (15) Viera, J. P.; Piura, G.; de Ingeniería, F. *ESTABILIDAD DEL ACEITE DE FRITURA DE CHIFLES*; 2005.
- (16) Serra Bisbal, J. J.; Melero Lloret, J.; Martínez Lozano, G.; Fagoaga, C. Especies Vegetales Como Antioxidantes de Alimentos. *Nereis. Interdisciplinary Ibero-American Journal of Methods, Modelling and Simulation*. **2020**, No. 12, 71–90. https://doi.org/10.46583/nereis_2020.12.577.
- (17) Delgado, A. E.; Palacio, O.; Aperador, W. Efecto de Butil Hidroxitolueno (BHT) En La Estabilidad Oxidativa de Un Lubricante a Base de Aceite de Ajonjolí. *Informacion Tecnologica* **2015**, 26 (4), 81–88. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000400011>.
- (18) López Francisco José. *DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DE ANTIOXIDANTE EN UN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE EN UNA ELABORADORA DE FRITURAS EN CIUDAD DE GUATEMALA*; 2014.
- (19) INEN. *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1313 MANTECA COMESTIBLE. REQUISITOS*; 1998.
- (20) Ramirez, C.; Rojano, B.; Martínez, J.; Gómez, B.; Suaterna, A.; Cardona, L. Contenido de Compuestos Polares Totales En Aceites de Cocina Previo Uso Más Vendidos En Medellín (Colombia). **2012**, 14, 59–69.

- (21) Esparza, J. Envases Flexibles Plásticos: Uso y Aplicación En La Industria Alimentaria. **2004**.
- (22) Valenzuela B, A.; Sanhueza C, J.; Nieto K., S. OXIDOS DEL COLESTEROL (OXISTEROLES): FACTORES QUE CONDICIONAN SU FORMACION, EFECTOS BIOLÓGICOS, Y SU PRESENCIA EN LOS ALIMENTOS. *Revista chilena de nutrición* **2002**, 29 (2). <https://doi.org/10.4067/s0717-75182002000200006>.
- (23) Ramirez, D. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL ENRANCIAMIENTO SOBRELAS PROPIEDADES TECNOLÓGICAS, FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES EN LA ELABORACIÓN DE SNACK DE PAPA. **2022**.
- (24) Lázaro, M. *ALTERACIONES DE LOS ACEITES VEGETALES DURANTE LA FRITURA*; 2018.
- (25) Arévalo Flores, S. *CAMBIOS BIOQUÍMICOS EN EL DE ACEITES Y GRASAS*; Perú, 2013. <https://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/2489/Cambios%20bioquimicos%20en%20el%20procesamiento%20de%20aceites%20y%20grasas..pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accessed 2023-01-28).
- (26) Arispe, I.; Tapia, M. S. Inocuidad y Calidad: Requisitos Indispensables Para La Protección de La Salud de Los Consumidores. *Agroalimentaria* **2007**, 12 (24), 105–118.
- (27) INEN. *REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 232 “GRASAS Y ACEITES UTILIZADOS DURANTE LOS PROCESOS DE FRITURAS”*; 2014. www.normalizacion.gob.ec.
- (28) ARCSA. *RESOLUCIÓN ARCSA-DE-067-2015-GGG*; 2015.
- (29) Marchesino M; López P; Guerberoff G; Olmedo R. *LOS PROCESOS DE FRITURA Y SU RELACIÓN CON LOS VALORES NUTRICIONALES Y LA: UNA VISIÓN INTEGRAL DESDE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA*; Argentina, 2020.
- (30) Arispe, I.; Tapia, M. Inocuidad y Calidad: Requisitos Indispensables Para La Protección de La Salud de Los Consumidores. **2007**, 12, 105–118.

8. ANEXOS

Ilustración 3 Oxidación de ácidos grasos insaturados



Fuente: 17