



Universidad
Nacional
de Córdoba



FCM
Facultad de
Ciencias Médicas



EN
Escuela de
Nutrición | **FCM**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA LA LICENCIATURA EN NUTRICIÓN

**“Modificaciones químicas por tratamientos térmicos en el Aceite de Oliva Extra
Virgen”**

Alumnas

NORES SONZINI Carlota María

POMAR Macarena

Directora:

Licenciada CINGOLANI Miriam

-Septiembre 2017-



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

Se encuentra ubicada en la Biblioteca de la Escuela de Nutrición,
Fac. de Ciencias Médicas, U.N.C.

PÁGINA DE APROBACIÓN

TRABAJO DE INVESTIFACIÓN DE LICENCIATURA EN NUTRICIÓN

Autoras:

Nores Sonzini, Carlota María

Pomar, Macarena

Tribunal evaluador:

.....
Prof. Dra. Defagó María Daniela

.....
Dra. Albrecht Claudia

.....
Lic. Cingolani Miriam

Calificación Final:

Art. 28°: *Las opiniones expresadas por las autoras de este seminario final no representan necesariamente los criterios de la Escuela de Nutrición de la Facultad de Ciencias Médicas.*

Septiembre de 2017

Agradecimientos

En primer lugar, a quien nos ayudó desde un principio y nos acompañó a lo largo de todo el camino y sobre todo en este momento, nuestro papa del cielo Dios, al igual que nuestros padres, que sin ellos no estaríamos acá.

A nuestros hermanos, familiares y amigos que nos apoyaron desde un principio.

A nuestra directora Miriam por su tiempo y dedicación, como así también a Daniela y
Pola.

A Lili y Lidia nuestras mamás de la biblioteca, que nos recibieron todos los días con un especial cariño.

A Gustavo Pereyra que nos guía desde el primer día.

Al Dr. Celso Camusso por asesorarnos en este trabajo.

Charlie y Maki.

Resumen

“Modificaciones químicas por tratamientos térmicos en el Aceite de Oliva Extra Virgen”

Área temática de investigación: Tecnología de los alimentos

Autores: Nores Sonzini CM, Pomar M, Cingolini M.

Introducción: Al aceite de oliva extra virgen se le atribuyen innumerables beneficios para la prevención de enfermedades debido a su aporte de ácido oleico, polifenoles y vitamina E. Durante la cocción a nivel industrial o doméstica presenta diversas modificaciones de origen químico.

Objetivo: Analizar las modificaciones químicas por tratamientos térmicos del aceite de oliva extra virgen según actividad antioxidante, contenido de tocoferoles y presencia de peróxidos lipídicos.

Metodología: Se determinó en el aceite de oliva extra virgen en crudo y modificado por cocción, el contenido de tocoferoles y actividad antioxidante mediante espectrofotometría y peróxidos lipídicos a través de técnicas volumétricas. Los cambios en la composición fueron analizados utilizando la prueba de Kruskal Wallis ($p < 0,05$).

Resultados: El contenido de tocoferoles y la actividad antioxidante de las distintas muestras sometidas a tratamientos térmicos, horno y fritura, disminuyó con respecto a la muestra en crudo y a medida que aumentó el tiempo de exposición al calor, ($p = 0,05$) mientras que los peróxidos lipídicos aumentaron ($p > 0,05$).

Conclusión: La aplicación de diferentes tratamientos térmicos y métodos de cocción empleados, modifican el contenido de tocoferoles, actividad antioxidante y el índice de peróxidos lipídicos, afectando la calidad nutricional del aceite, por pérdida de nutrientes y alteración de los mismos.

Palabras claves: Aceite de oliva extra virgen - Tratamientos térmicos - Tocoferoles - Actividad antioxidante - Peróxidos lipídicos.

ÍNDICE:

Capítulo 1: Introducción.....	8
Capítulo 2: Planteamiento y delimitación del problema.....	10
Capítulo 3: Objetivos general y específicos.....	11
3.1 Objetivo general.....	11
3.2 Objetivos específicos.....	11
Capítulo 4: Marco teórico.....	12
4.1 El Olivo.....	12
4.2 Aceite de Oliva.....	12
4.3 Composición química del aceite de oliva.....	15
4.4 Antioxidantes.....	17
4.5 Deterioro de lípidos.....	19
4.6 Tratamientos térmicos.....	20
Capítulo 5: Hipótesis y variables.....	23
5.1 Hipótesis.....	23
5.2 Variables.....	23
Capítulo 6: Diseño metodológico.....	24
6.1 Tipo de estudio.....	24
6.2 Universo y muestra.....	24
6.3 Operacionalización de las variables.....	24
Capítulo 7: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
7.1 Aplicación de tratamientos térmicos.....	26
7.2 Determinaciones.....	26
Capítulo 8: Plan de tratamiento de datos.....	28

Capítulo 9: Resultados.....	29
Capítulo 10: Discusión.....	34
Capítulo 11: Conclusión.....	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39
ANEXOS.....	44
GLOSARIO.....	51

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla N°1: Distribución porcentual de Ácidos Grasos en el aceite de oliva.....15

Figura N° 1: Contenido promedio de tocoferoles en la muestra control y las modificadas por cocción..... 30

Tabla N°2: Contenido promedio de tocoferoles en la muestra control y las modificadas por cocción.....29

Figura N°2: Índice de peróxidos promedio de la muestra control y las modificadas por cocción..... 31

Tabla N°3: Índice de peróxidos promedio de la muestra control y las modificadas por cocción..... 31

Figura N°3: Porcentaje de la actividad antioxidante de la muestra control y las modificadas por cocción.....32

Tabla N°4: Porcentaje de la actividad antioxidante de la muestra control y las modificadas por cocción.....32

Tabla N°5: Resultados comparativos del contenido de tocoferoles, actividad antioxidante e índice de peróxidos lipídicos de las muestras analizadas..... 33

1. INTRODUCCIÓN:

A lo largo de los siglos cada cultura se ha caracterizado por los alimentos que elige y los modos de preparación a los que los somete, recibiendo los beneficios de sus hábitos saludables o los perjuicios de sus errores alimentarios.

Los avances científicos en nutrición y ciencia de los alimentos han permitido que las orientaciones dietéticas actuales tengan una base sólida que permita establecer las reglas de la alimentación saludable con las respectivas ingestas recomendadas, más allá de su cultura alimentaria de origen.

La dieta mediterránea es una propuesta saludable y preventiva que se caracteriza por la abundancia de alimentos saludables, como pan, pasta, arroz, verduras, hortalizas, legumbres, frutas, y frutos secos; un consumo moderado de pescado, marisco, aves de corral, productos lácteos (yogures, quesos) y huevos; el consumo en pequeñas cantidades de carnes rojas, aportes diarios de vino y el empleo de aceite de oliva como fuente principal de grasa (1), que en nuestro país la tendencia de consumo va en aumento (2).

La actual globalización que ha inducido a eliminar grandes diferencias en las costumbres alimenticias y la rápida difusión en el mundo de la llamada dieta mediterránea, en general, han contribuido en los últimos años a crear nuevos mercados para el aceite de oliva (1).

Al aceite de oliva se le atribuyen innumerables beneficios para la prevención de enfermedades debido a su aporte de ácido oleico y polifenoles, como también el de vitamina E (3). Sin embargo, los aceites sufren diversas modificaciones de origen químico, y el aceite de oliva no es la excepción. En el procesado y cocción de alimentos a nivel industrial o doméstico, se produce deterioro del mismo que se manifiesta por el desarrollo de sabores indeseables, cambios de color y olor debido a reacciones oxidativas. El análisis de parámetros básicos como la formación de peróxidos, cambios en el pH, aumento del índice de acidez y el índice de refracción son indicadores del comportamiento del aceite con la temperatura.

El calentamiento del aceite provoca ruptura de las cadenas cortas de los ácidos grasos oxidados, éstos son un producto de la oxidación secundaria de los lípidos y la formación de los hidroperóxidos que pueden provocar deterioro en la salud (4).

Los alfa-tocoferoles preservan al aceite de oliva de la oxidación (3). Son formidables agentes antioxidantes naturales y confieren estabilidad a la grasa o aceite que los posee. Reaccionan con los radicales peróxidos de los ácidos grasos y detienen la alteración en las primeras etapas (5). No obstante, los tocoferoles son sensibles al oxígeno y la luz. Esto

significa que existe pérdida de estos durante procesos tales como degerminado de granos y refinado e hidrogenación de aceites y demás condiciones que deriven en oxidación de grasas provocarán pérdida de actividad de vitamina E (6). Por lo tanto cuando ocurre esta reacción por aplicación de temperatura, se obtiene una pérdida de esta vitamina. Esto sucede también con la mayoría de los antioxidantes naturales de los aceites, la pérdida ocurre de acuerdo al tiempo de exposición al calor (7).

Como futuras Licenciadas en nutrición realizar este tipo de investigación nos permitirá analizar cómo influyen los procesos a los que se somete el aceite de oliva extra virgen, su composición química y valor nutricional, a fin de establecer futuras recomendaciones sobre su uso.

2. PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Cómo se modifica el perfil químico en término de tocoferoles, antioxidantes y peróxidos lipídicos, del aceite de oliva extra virgen por la aplicación de tratamientos térmicos, en la ciudad de Córdoba, año 2017?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Analizar las modificaciones químicas por tratamientos térmicos del aceite de oliva extra virgen según actividad antioxidante, contenido de tocoferoles y presencia de peróxidos lipídicos.

3.2 Objetivos específicos

_ Determinar el contenido de tocoferoles y actividad antioxidante del aceite de oliva extra virgen sometido a los diferentes tratamientos térmicos, calor seco por radiación confinado (al horno) y calor seco por convección (fritura).

_ Identificar la presencia de peróxidos lipídicos en el aceite oliva extra virgen sometido a los diferentes tratamientos térmicos.

_ Comparar el contenido de tocoferoles, actividad antioxidante y la presencia de peróxidos lipídicos del aceite de oliva extra virgen en su estado crudo y luego de la aplicación de diferentes tratamientos térmicos.

4. MARCO TEORICO:

4.1 El olivo

Olea europea L., pertenece a la familia botánica oleaceae que comprende especies distribuidas por las regiones tropicales y templadas del mundo. Las plantas de esta familia son mayormente árboles y arbustos. Su cultivo es uno de los más antiguos, cuyos orígenes son de unos 3000-4000 años antes de Cristo en la zona de Palestina (8).

Las hojas del olivo son persistentes y normalmente sobreviven dos o tres años, son opuestas y cruzadas, de brotes enteros y tienen coloración verde oscura. Presenta flores de tono blanco en racimos. La aceituna, fruto del olivo, es una drupa elipsoidal, compuesto por endocarpo (20-30%), el hueso leñoso en cuyo interior se encuentra una sola semilla, mesocarpo (68-86%), la pulpa o carne y exocarpo (1-2%), la piel o capa exterior (9).

El componente mayoritario de la aceituna es el agua (50%), que depende del contenido de aceite (22%). En su composición hay también azúcares (19%), por transformación del almidón inicial, celulosa (6%) y proteínas (1,6%). Otros compuestos como elementos minerales (1,6%), vitaminas o compuestos fenólicos están presentes en menor proporción (9).

La maduración de la oliva depende de diversos factores, como la edad del olivo, variedad, estado del árbol, las técnicas de cultivo y factores ecológicos, como el contenido de humedad y la luz (8, 9).

4.2 Aceite de oliva

Según el Artículo 535 del Código Alimentario Argentino se entiende por Aceite de oliva, al obtenido de los frutos de *Olea europaea L* (10). Las distintas calidades de aceituna, los distintos métodos de recolección, el transporte y la elaboración más o menos cuidadosa dan lugar a distintas denominaciones y tipos de aceites de oliva:

Denominación:

Los aceites de oliva vírgenes son los obtenidos a partir del fruto del olivo exclusivamente por procedimientos mecánicos y técnicos adecuados, o por otros medios físicos en condiciones especialmente térmicas, que no produzcan la alteración del aceite, y que no haya tenido más que tratamiento de lavado, sedimentación, filtración y/o centrifugación (excluida la extracción por disolventes) (10).

4.2.1. Clasificación del aceite de oliva:

Aceite de oliva virgen extra: es el aceite de oliva virgen cuya acidez libre máxima expresada en ácido oleico es 0,8 g cada 100 g y sus características físicas, químicas y organolépticas son de máxima calidad. Existen 3 subtipos:

Monovarietal: Obtenido a partir de una sola variedad de aceituna.

Coupage: Producido a partir de diversas variedades.

Denominación de origen: Generado a partir de aceitunas procedentes de una determinada área geográfica, donde se la elabora y se la embotella (1, 9, 10).

Aceite de oliva virgen: es el aceite de oliva virgen cuya acidez libre máxima expresada en ácido oleico es 2 g cada 100 g y sus características físicas, químicas y organolépticas siguen los mismos parámetros que el aceite de oliva extra (1, 9, 10).

Aceite de oliva virgen corriente: es el aceite de oliva virgen cuya acidez libre máxima expresada en ácido oleico es 3,3 g cada 100 g y sus características físicas, químicas y organolépticas corresponden a las establecidas en la denominación de aceites de oliva vírgenes (10).

Aceite de oliva refinado: es el aceite de oliva obtenido de aceites de oliva vírgenes mediante procesos de refinación que no provoquen ninguna modificación de la estructura glicerídica inicial. La acidez libre máxima expresada en ácido oleico es 0,3 g cada 100 g (1, 9, 10).

Aceite de oliva: es el aceite de oliva compuesto por aceite de oliva refinado y por aceite de oliva virgen apto para el consumo humano, y cuya acidez libre máxima, expresada en ácido oleico, es 1,0 g por 100 g; no se llama “virgen” debido a la utilización de procesos químicos o térmicos de limpieza de aromas, sabores y colores (1, 9, 10).

Aceite de oliva lampante: es el aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico es superior a 3,3 g cada 100 g. Este tipo de aceite de oliva virgen no es apto para el consumo humano. Se lo destinará en su totalidad a la industria del refinado de oliva (1, 10).

4.2.2 Proceso de obtención del aceite de oliva:

Los sistemas de extracción de aceite tradicionales realizaban el proceso cumpliendo tres etapas: molienda, prensado y decantación; en la actualidad con la utilización de nuevas tecnologías se puede dividir en las siguientes etapas (11):

Recolección: Comienza con la preparación del terreno, recogida de frutos caídos de forma natural, derribo del fruto del árbol y recolección de los mismos. La recogida de la aceituna puede ser manual (por vareo o por ordeño) o mecanizada (con vibradores) (9).

Lavado: Las aceitunas que llegan a las almazaras llevan un porcentaje variable de materias extrañas de diversa índole. Son eliminados con limpiadores que utilizan el aire para la separación de los objetos menos pesados que la aceituna y con lavadoras que utilizan el agua como medio de solubilización y eliminación de los cuerpos más pesados (8).

Molienda: La aceituna limpia y lavada, no debe permanecer más de 48 horas sin moler porque podría fermentar. Esta parte del proceso tiene por objeto romper la pulpa y con ello las células del parénquima que contienen las vacuolas con minúsculas gotas de aceite, formando una pasta sin emulsionar en el líquido. Se realizan con molinos mecánicos (de martillos, de discos dentados o de cilindros estriados) (8, 9).

Batido de la pasta: La masa o pasta de aceituna obtenida se bate con objeto de favorecer la salida del aceite. Las gotas de aceite se van aglutinando para formar una fase oleosa más grande y más fácilmente separable de la fase acuosa (alpechín) y de la fase sólida u orujo (piel + pulpa + huesos rotos). La temperatura de batido no debe sobrepasar los 30°C para que no se pierdan los compuestos aromáticos y no se aceleren los procesos de oxidación (9).

Separación/ Extracción: Consiste en la separación de las fases sólidas y líquidas de la pasta batida. Este proceso puede realizarse mediante presión o centrifugación, obteniéndose una fase sólida constituida por los restos de pulpa, huesos y piel, y una emulsión oleosa que contiene el aceite y el alpechín (12).

Actualmente se utiliza la extracción continua por centrifugación; la pasta, se centrifuga sin añadir químicos, ni calor, gracias a las distintas densidades de los líquidos. (1)

Almacenamiento: Los depósitos de aceite son construidos por materiales totalmente impermeables y resistentes para que este no penetre ni reaccione con su superficie, ya que el aceite absorbido que no pueda retirarse con la limpieza se altera. La bodega debe mantenerse a una temperatura casi constante, alrededor de los 15 a 18°C, evitando cambios térmicos. En la actualidad los depósitos que mejor cumplen todas estas condiciones son los llamados “trujales” o “depósitos subterráneos tradicionales” (8).

4.2.3 Producción y consumo del aceite de oliva

Este cultivo se introdujo desde los colonizadores españoles, trajeron consigo estacas de olivos que plantaron en los valles secos andinos, en donde encontraron las condiciones ideales para su cultivo (1).

Actualmente, la revaluación de la dieta mediterránea, aumentó la demanda en nuestro país. En Argentina gracias a la ley nacional 22021 de promoción agrícola, ha conducido a una rápida expansión de los cultivos de olivo, especialmente en las provincias del noroeste. La mayor parte de plantaciones se ubican en las provincias: Mendoza, al sur, hasta Catamarca en el norte, pasando por San Juan, La Rioja, y Córdoba. También existen olivares en la provincia de Buenos Aires, Neuquén, y Río Negro (1).

Argentina tiene hoy más de 31000 hectáreas de olivares modernos destinadas a la extracción de aceite y elabora aceites de excelente calidad de bajo costo, perfilándose como uno de los próximos protagonistas del mercado mundial (1).

4.3 Composición química del aceite de oliva

El aceite de oliva es un alimento altamente energético, aporta 9 kcal/g provenientes de sus ácidos grasos, de los cuales el ácido oleico representa el 68-81%, siendo por ello el aceite considerado una grasa monoinsaturada (5).

Podemos dividir los componentes químicos en dos grandes grupos; uno de ellos, el mayoritario, es la llamada fracción saponificable (99%) y el otro, constituye la llamada fracción insaponificable (1%) (8).

4.3.1 Fracción Saponificable

Triglicéridos (97%) y ácidos grasos (3%): los triglicéridos están formados por una molécula de glicerol esterificada con ácidos grasos y sus propiedades biológicas vendrán definidas por el tipo de ácido graso que contenga en su composición (12).

Los ácidos grasos son compuestos hidrocarbonados con un grupo metilo terminal y un grupo carboxilo (12).

Los ácidos grasos presentes en el aceite de oliva son: mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), heptadecanoico (C17:0), heptadecenoico (C17:1), esteárico (C18:0), oléico (C18:1-n9), linoléico (C18:2-n6), linolénico (C18:3-n3), araquidónico (C20:0), eicosenoico (C20:1-n9), behénico (C22:0) y lignocérico (C24:0) (5).

Tabla N° 1: Distribución porcentual de Ácidos Grasos en el aceite de oliva.

Ácidos Grasos	%	Ácidos Grasos	%
16:0	12.8	18:1 n-9	71.9
18:0	2.7	18:2 n-6	5.6
Otros	6.3	Ácidos grasos saturados	16.3
Ácidos grasos mono insaturados	77.5	Ácidos grasos poliinsaturados	6.4

Fuente: El aceite de oliva virgen: Tesoro de Andalucía (5).

La composición en ácidos grasos difiere de una muestra a otra, dependiendo de la zona de producción del aceite de oliva. Los factores principales que afectan son: latitud, condiciones climáticas, variedad y grado de madurez de las aceitunas recogidas (5).

4.3.2 Fracción Insaponificable

Esta fracción se divide en dos grupos: un primer grupo de sustancias derivadas de ácidos grasos como ceras, ésteres de esteroides, fosfátidos, monoglicéridos y diglicéridos, y el segundo grupo son: hidrocarburos, alcoholes alifáticos, esteroides, tocoferoles, carotenoides, clorofilas y compuestos fenólicos (12).

Dentro de los hidrocarburos se encuentran los terpenos y dentro de este el escualeno, precursor del cicloartenol, sustancia a partir de la cual se sintetizan los fitoesteroides. Los carotenos otros hidrocarburos tetraterpénicos, constituyen el factor pro vitamina A, siendo responsables, junto con la clorofila de la coloración verde-amarillenta del aceite (1, 12).

El contenido de alfa tocoferol representa el 90-95% de los tocoferoles totales y el más activo por su acción como vitamina E. Entre los esteroides destaca el beta-sitosterol que representa el 93%, variando de acuerdo al grado de maduración de las aceitunas. Otros componentes del aceite de oliva son los compuestos fenólicos, que influyen en su calidad, especialmente en la estabilidad frente a la auto oxidación y en sus propiedades organolépticas (1).

Los alcoholes, cetonas, ésteres, son compuestos volátiles responsables del aroma especial que tiene el aceite de oliva (1).

Los procesos de refinado reducen considerablemente la cantidad de materia insaponificable, por lo que, si bien no altera su contenido energético, si altera notablemente su valor biológico y calidad nutritiva (12).

Los efectos del aceite de oliva beneficiosos para la salud se atribuyen, al contenido de ácidos grasos monoinsaturados y también, a su contenido en antioxidantes, tanto vitamina E, carotenoides como polifenoles (9).

4.4 Antioxidantes

Un antioxidante se define como una sustancia, que en concentraciones bajas, en relación con el sustrato oxidable, puede retrasar o evitar la oxidación del sustrato (9). Los efectos dañinos de los radicales libres, están controlados en el organismo mediante un amplio espectro de antioxidantes de origen endógeno, o exógeno a través de la dieta. Según mecanismos de acción se clasifican en:

-Primarios: Impiden la formación de radicales libres, frenan la reacción en cadena de los mismos, como es el caso de la vitamina E, C, polifenoles ó las enzimas antioxidantes, con lo que indirectamente reducen el daño en el ADN y en las membranas (9).

-Secundarios: Interrumpen la reacción de propagación de los radicales libres, ó desplazan las especies reactivas del oxígeno, como el ácido ascórbico, carotenoides, glutatión y la mayoría de las enzimas antioxidantes (9).

-Terciarios: Reparar el daño causado a las moléculas por los radicales libres ó eliminan aquellas que se han estropeado, como la vitamina C, polifenoles, selenio ó N-acetilcisteína. Pueden tener un efecto positivo mejorando la eficiencia de la reparación del DNA (9).

4.4.1 Antioxidantes en el aceite de oliva extra virgen:

4.4.2 Compuestos fenólicos:

Los polifenoles del aceite de oliva virgen constituyen una fracción muy compleja, formada por un número muy elevado de compuestos y no están en ningún otro aceite vegetal (9). Abarca un elevado número de sustancias, como ácido gálico, ácido cumárico, ácido vainíllico, ácido caféico, ácido cinámico, ácido elenólico, tirosol, e hidroxitirosol (12).

Aproximadamente el aceite de oliva contiene 50 a 800 mg/kg de polifenoles totales, expresados en forma de ácido caféico. Su concentración varía en función de factores como la variedad, grado de maduración de la aceituna y el sistema de elaboración. Debido algunos de estos son compuestos hidrosolubles, pueden perderse con facilidad (12). Como así también cuando son sometidos a tratamientos térmicos (7).

Los aceites de oliva ricos en polifenoles presentan un grado de estabilidad mayor, y unas propiedades organolépticas características con un sabor “picante” y fuerte que es indicador de alta calidad (9).

4.4.3 Vitamina E y tocoferoles.

Con el término vitamina E se denominan todos los derivados del tocol y tocotrienol, los cuales tienen una actividad biológica cualitativa de alfa tocoferol, y su actividad está condicionada a diferentes tocoferoles y tocotrienoles presentes en los alimentos (14).

El principal homólogo de las formas de la vitamina E presente en el aceite de oliva es el alfa tocoferol y representa aproximadamente el 90-95% de los tocoferoles totales, las formas beta y gamma, se encuentran por debajo del 10%, y la forma delta en proporciones muy bajas (5).

Los tocoferoles contribuyen a la estabilidad del aceite y desempeñan un papel beneficioso en la salud por su actividad antioxidante, como se mencionó anteriormente. La concentración de tocoferoles varía de forma significativa, en función a factores como la variedad de la aceituna, grado de madurez en la recolección y duración del almacenamiento. Por lo tanto el contenido de este varía entre 150-200 mg/kg (12).

Función como antioxidante del tocoferol: El papel principal es la inhibición de los procesos de oxidación de lípidos, actuando como captador de radicales libres, de manera que rompe la reacción en cadena, generalmente por donación de un hidrógeno al radical peroxilo (9).

Existe pérdida de esta vitamina durante procesos tales como degerminado de granos y refinado e hidrogenación de aceites. Por otra parte, condiciones que deriven en oxidación de grasas provocarán pérdida de actividad de vitamina E (6). Aumentaran dicha oxidación los tratamientos térmicos (7).

4.5 Deterioro de lípidos

La rancidez oxidativa o auto oxidación de lípidos es uno de los procesos que más deteriora los alimentos que contienen estos componentes o algunos de sus derivados (15).

Es el deterioro más común de las grasas y aceites y se refiere a la oxidación de los ácidos grasos insaturados, pero también se presenta con otros compuestos de interés biológico, como la vitamina A y los carotenoides. La oxidación ocurre cuando un átomo cede un electrón a otro átomo distinto mediante el proceso de reducción (16).

A partir de los lípidos, en la oxidación pueden formarse moléculas volátiles de bajo peso molecular y también moléculas de alto peso molecular como polímeros. En general, la oxidación se define como la reacción de cualquier material con el oxígeno (16).

La remoción de iones hidrógeno de los ácidos grasos poliinsaturados causada por los radicales libres inicia una reacción catalítica en cadena (auto oxidación), que puede generar más de 60 productos finales, muchos de los cuales son tóxicos (17).

El radical libre resultante actúa como iniciador de una cadena de reacciones que generan más radicales libres, que al entrar en contacto con el oxígeno atmosférico dan lugar a compuestos indicadores de la oxidación primaria: peróxidos, que contribuyen a la separación de un hidrógeno alílico de las cadenas de otros ácidos grasos insaturados, lo que fomenta la formación de hidroperóxidos (fase de propagación) hasta que dos radicales de cualquier tipo se combinan para formar un producto no radicalario; sin embargo, esto está limitado inicialmente por el pequeño número de radicales presentes en el sistema (fase de finalización) (17).

Los hidroperóxidos sufren finalmente una ruptura en la que se generan los compuestos secundarios de la oxidación lipídica, como aldehídos, cetonas, alcoholes y polímeros, además de tener acción citotóxica, son los responsables de sabores y olores anormales en el aceite y los alimentos que mantienen contacto con el mismo. También, ocasionan una disminución del contenido de ácidos grasos, principalmente insaturados (17).

Una vez iniciada la cadena de oxidación, la formación de compuestos oxidados continúa, hasta que los ácidos grasos ya no están disponibles o hasta que se presente la adición de antioxidantes, los cuales previenen la oxidación porque se combinan preferencialmente con los radicales libres para formar moléculas menos reactivas en lugar de los ácidos grasos. Es importante mencionar que los antioxidantes no revierten los efectos una vez que los productos de la oxidación se han formado (17).

Por este tipo de reacciones es posible que la mayor parte de ácidos grasos insaturados que son ingeridos mediante la dieta no cumplan con su función principal; por lo tanto, más que realizar una función que se cree benéfica al cuerpo humano, es perjudicial al mismo, y pueden ocasionarse problemas cardiovasculares por la acumulación masiva de lipoproteínas tanto de alta como de baja densidad (HDL *High Density Lipoprotein* y LDL *Low Density Lipoprotein*) (17).

La exposición a temperaturas altas es promotora de esta auto oxidación, (16) como también la humedad, presencia de iones metálicos oxidantes e incidencia directa de luz (17).

4.6 Tratamientos térmicos

Son los procesos culinarios que implican una aplicación de calor que generalmente se conoce por cocción. Se define como la operación que transforma físicamente y químicamente el aspecto, la textura, el sabor, el peso, volumen, la composición y el valor nutricional de los alimentos, como así también la eliminación de bacterias y microorganismos patógenos, por acción del calor, transfiriéndolo de un cuerpo caliente a otro frío, que es el alimento. Hay dos tipos de cocción: por calor húmedo y calor seco (18, 19).

4.6.1 Calor seco:

Son aquellos métodos de cocción en los cuales el calor es transferido sin humedad, puede ser por aire caliente, metal caliente o grasa caliente. Por lo general se clasifica estos métodos en dos categorías: cocción con grasa y cocción sin grasa (20).

La transferencia calórica puede hacerse de tres maneras: por corriente de convección, por corriente de conducción o por radiación (18).

4.6.2 Por corriente de convección:

Se utiliza un fluido caloportador para transferir el calor desde la fuente de energía hasta el alimento. Este fluido puede ser aire, agua, productos de combustión, vapor o aceite. El movimiento del fluido puede ser natural, es decir, ocasionado por las diferencias de densidades entre un medio frío (más denso) y uno más caliente (21).

En los sistemas de convección la capa limite resulta un importante factor de control para la velocidad de transferencia de calor desde la superficie de un alimento. Se trata de una

capa, en contacto con la superficie, en donde el fluido permanece estacionario o bien se mueve de modo muy lento. Antes de penetrar en el alimento, el calor debe atravesar esta capa que resulta tanto más resistente cuanto más espesa es. Su grosor viene determinado por el tipo y la velocidad del flujo del fluido sobre la superficie del alimento. Una velocidad elevada da lugar a capas delgadas, que se traduce en tiempos de cocción más reducidos (21).

Método de cocción: Fritura.

Freír es cocer un alimento en abundante grasa a temperatura entre 150 y 180°C (22).

Es un proceso fisicoquímico complejo, en el cual el producto a freír se somete a una temperatura alta con el propósito de modificar la superficie del mismo, impermeabilizándolo de alguna manera y evitando la pérdida de agua de su interior. De esta forma, es posible conservar muchas de las características propias del alimento, al mejorar en la mayoría de los casos el sabor, la textura, el aspecto y el color (17).

Una de las formas de llevar a cabo el proceso de fritura es sumergiendo el producto en un medio líquido, tal como ocurre en el aceite, que es capaz de alcanzar temperaturas altas y constantes, por encima de 180°C. Los aceites presentan desventajas por su inestabilidad, ya que a mayor grado de insaturación son menos estables al efecto de la temperatura. Los que poseen alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) son ideales para el uso en fritura, tanto industrial como hogareña (17).

Utensilio de cocina utilizado: Sartén de Teflón:

La mayoría de las sartenes anti-adherentes están recubiertas internamente por una película de un polímero inerte, de poly tetrafluoroetileno ó PTFE, que se conoce con nombres registrados como teflón. Esta capa de PTFE no reacciona químicamente con las proteínas y evita que los alimentos se peguen (elevada anti adhesividad) (23).

Además, presenta las siguientes características: elevada resistencia térmica (no existe descomposición apreciable a 260°C), elevadas características dieléctricas, bajo coeficiente de fricción y es sanitario. El coeficiente de conductibilidad térmica es relativamente bajo, por lo que puede considerarse un buen aislante (24).

4.5.3 Por corriente de radiación:

Es una forma indirecta de transmisión calórica, por intermedio de una capa de aire caliente; (no hay contacto entre la fuente de calor y el alimento).

El transporte calórico se hace independientemente de la materia, y se transmite aun en el vacío. Se hace siguiendo las leyes de la transmisión de la luz. El calor radiante es una forma de energía similar a la de la luz, con la diferencia en la longitud de onda o período de vibración, que es más largo en el calor radiante. El aire caliente que rodea al alimento a cocer puede ser libre (en el caso de la parrilla, o asador), o confinado (al horno) (18,19).

Método de cocción: Confinado (Horno)

El horneado hace uso de aire caliente para modificar las características de los alimentos. El calor pasa al alimento por radiación desde las paredes, por convección del aire circulante y por conducción a través de la bandeja sobre la que descansa. La cocción en el horno consiste en colocar en una placa o molde engrasado el alimento a cocer a una temperatura entre 140° y 250°C (20).

El horneado por radiación representa uno de los métodos más utilizados para la producción de alimentos. Durante su aplicación, especialmente en la corteza de los productos, se producen pérdida de proteínas por reacciones de Maillard y de vitaminas termolábiles, pero también la desnaturalización de proteínas aumenta su digestibilidad (25).

Utensilio de cocina utilizado: Fuente de vidrio Pyrex ®

Es una marca comercial de vidrio borosilicato con contenido bajo de álcalis. Resiste altas temperaturas, no se deforma debajo de 550°C. Es confiable, versátil, durable, no retiene manchas, sabores ni olores (26).

5. HIPÓTESIS Y VARIABLES

5.1 HIPOTESIS

El aceite de oliva extra virgen modificado por cocción, presenta una disminución de su actividad antioxidante y cantidad de tocoferoles, con presencia de peróxidos lipídicos, en comparación al estado crudo.

5.2 VARIABLES

Variables independientes:

Métodos de cocción, tiempo y temperaturas:

- Calor seco por radiación confinado (Horno): Fuente de vidrio (pyrex ®)
Tratamiento térmico a 230°C
 - 30 minutos
 - 45 minutos
 - 60 minutos
 - Sin temperatura
- Calor seco por convección (Fritura): Sartén de teflón
Tratamiento térmico a 230°C
 - 30 minutos
 - 45 minutos
 - 60 minutos
 - Sin temperatura

Variables dependientes:

- Contenido de tocoferoles
- Actividad antioxidante
- Grado de peroxidación lipídica

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 TIPO DE ESTUDIO

Por su carácter: Experimental, descriptivo de corte transversal (27).

Por su naturaleza: Empírico porque la obtención de datos se realiza por medio de la experimentación y la observación (27).

Por su secuencia temporal: Transversal ya que se estudiarán las variables seleccionadas tal como se presenten en el momento de la investigación (27).

6.2 UNIVERSO Y MUESTRA

Universo: Aceite La Puerta Premium® extra virgen con un grado de acidez de 0,3° obtenido de un muestreo aleatorio de distintos lotes presentes en diferentes puntos de venta de la Ciudad de Córdoba.

Muestra: Se tomaron 9 muestras para cada análisis químico, de 100 mL cada una.

6.3 OPERALIZACION DE LAS VARIABLES

6.3.1 Calor seco por radiación confinado (Horno): Forma indirecta de transmisión calórica, por intermedio de una capa de aire caliente a una temperatura de 230°C en diferentes tiempos de cocción, utilizando una fuente de vidrio pyrex® (18).

Variable	Indicador
Calor seco por radiación confinado Horno a 230°C	- 30 minutos - 45 minutos - 60 minutos

6.3.2 Calor seco por convección (fritura): Se transfiere el calor a través de un fluido caloportador desde la fuente de energía hasta el alimento a una temperatura de 230°C en diferentes tiempos de cocción, utilizando una sartén de teflón (21).

Variable	Indicador
Calor seco por convección fritura a 230°C	- 30 minutos - 45 minutos - 60 minutos

6.3.3 Contenido de Tocoferoles: Vitámeros de la vitamina E, derivada de una estructura denominada tocol, y de acuerdo al número y a la posición de los grupos metilos que poseen se los denomina alfa, beta y gama; analizados luego de haber sido sometido a los tratamientos térmicos horno y fritura a 230°C a diferentes tiempos, y en su estado crudo (28).

Variable	Indicador
Contenido de tocoferoles	Microgramos/Gramo de Aceite

6.3.4 Capacidad Antioxidante: Es la capacidad que poseen los compuestos antioxidantes de eliminar o anular radicales libres debido a que poseen la capacidad de donar hidrógenos a un radical libre; luego de haber sido sometido a los diferentes tratamientos descriptos, y en su estado crudo (29).

Variable	Indicador
Actividad Antioxidante	% de Actividad Antioxidante (con respecto al antioxidante testigo)

6.3.5 Grado de Peroxidación Lipídica: Se define como los mEq (miliequivalentes) de peróxido por cada kilogramo de muestra. Es una determinación volumétrica y mide un producto transitorio de la oxidación, es decir después de formarse, los peróxidos se degradan para formar otros; luego de haber sido sometido a los diferentes tratamientos térmicos y en su estado crudo (30).

Variable	Indicador
Grado de Peroxidación Lipídica	mEq de Oxígeno/Kg de aceite

7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se determinó en el aceite de oliva extra virgen el contenido de tocoferoles, la actividad antioxidante y el grado de peroxidación lipídica en su estado crudo y en las muestras sometidas a tratamientos térmicos.

7.1 Aplicación de tratamientos térmicos:

Se realizó en el Laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba bajo condiciones ambientales estandarizadas, con presencia de oxígeno y en ausencia de cualquier alimento. A través de las siguientes técnicas:

-Cocción en sartén de teflón durante 30, 45 y 60 minutos a 230°C (**Tratamiento 1**).

-Cocción en horno en bandeja de vidrio pírex ® durante 30, 45 y 60 minutos a 230°C (**Tratamiento 2**).

-En estado crudo (**Sin tratamiento**).

Se colocó el aceite de oliva extra virgen, en los utensilios de cocina a utilizar; en el caso de la sartén introduciendo el termómetro en cada recipiente, y luego se llevó al mechero durante 30, 45 y 60 minutos. En el caso del horno, con termómetro incorporado, se colocó en 3 fuentes de vidrio diferentes, retirándolos en los diferentes tiempos. Esta cantidad de minutos de exposición al calor es debido a que son los tiempos promedios a los que se somete un alimento en cocción.

Luego se dejaron enfriar a temperatura ambiente en vasos precipitados estériles previamente sellados y etiquetados para su análisis químico, junto con las muestras de aceite de oliva extra virgen en su estado crudo.

7.2 Determinaciones:

Técnica de tocoferoles: se evaluó por espectrofotometría, y la determinación se basó en la reducción del Fe (III) a Fe (II) por los tocoferoles y la reacción de hierro reducido con 2,2'-bipiridilo que forma un intenso complejo coloreado rojo. Realizando una curva patrón con concentraciones conocidas de acetato alfa-tocoferol (31).

Técnica de peroxidación lipídica: los peróxidos presentes oxidan el Fe (II) a Fe (III) y con el agregado de solución de Tiocianato de Amonio se forma un complejo color rojo

que se determina colorimétricamente. Se realizó la curva patrón con concentraciones conocidas de Fe (III) (32).

Actividad antioxidante: se basó en la decoloración del β -caroteno debido a su reacción con los radicales libres formados por la oxidación del ácido linoleico. Para el ensayo, se agregó una emulsión que contiene β -caroteno y ácido linoleico a sendos tubos con diferentes concentraciones de estándar BHT o BHA y tubos con el extracto del aceite bajo ensayo. Se leyó en espectrofotómetro a 470 nm. Se informa como porcentaje de decoloración del β -caroteno (33).

8. PLAN DE TRATAMIENTO DE DATOS

Para comenzar con el tratamiento estadístico, se organizaron los datos recabados mediante el programa Microsoft Excel y posteriormente se tabularon los mismos.

Las variables a estudiar de tipo cuantitativo, se expresaron como media \pm desvío estándar (DE).

A continuación para evaluar si existían diferencias entre los diferentes parámetros evaluados en las muestras control y las muestras sometidas a los tratamientos térmicos, se empleó el test de Kruskal Wallis. Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat 2016.

9. RESULTADOS

Se trabajó con el aceite de oliva extra virgen La Puerta Premium con un índice de acidez de 0,3%. Previamente se habían tomado muestras de 2 aceites de oliva extra virgen de marcas reconocidas que al realizar el análisis de índice de peróxidos en su estado crudo estos reportaron un valor elevado, y al efectuarlo en una de las muestras modificadas por cocción, los mismos habían disminuido casi en su totalidad. Estos aceites al demostrar esta rancidez oxidativa, fueron descartados y se decidió utilizar el aceite de oliva La Puerta®.

A partir de las determinaciones analíticas realizadas en el Laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba se obtuvieron los siguientes resultados:

Contenido de tocoferoles

Tratamiento	Tiempo inicial	30 minutos	45 minutos	60 minutos
Control	330 +/- 4,24 mg/kg			
Horno (230°C)		181,5 +/- 2,12 mg/kg	71 +/-1,41 mg/kg	51 +/-1,41 mg/kg
Fritura(230°C)		121 +/-1,41 mg/kg	42 +/-0 mg/kg	33,5 +/-0,7 mg/kg

Tabla N°2: Contenido promedio de tocoferoles en la muestra control y las modificadas por cocción.

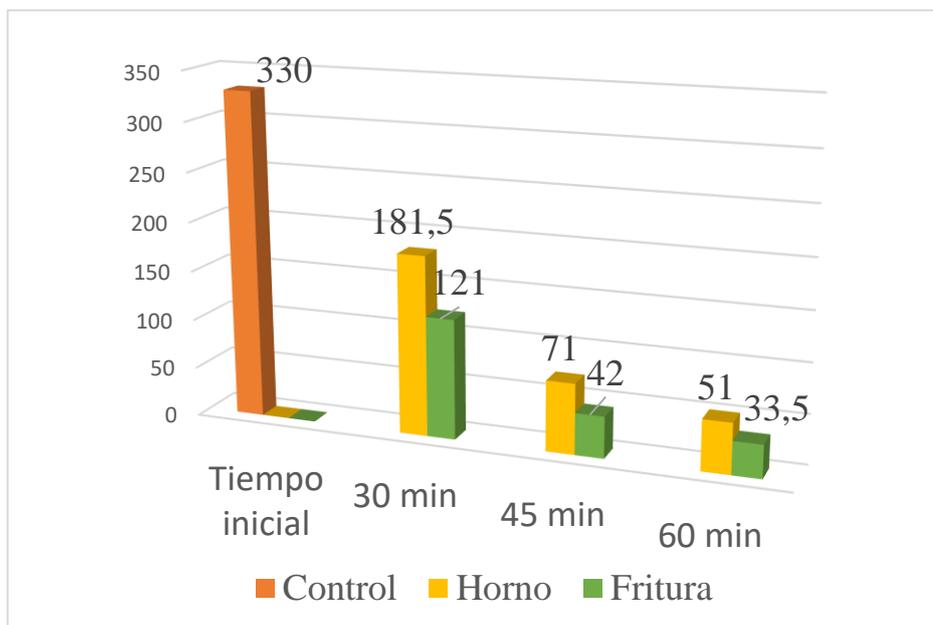


Figura N° 1: Contenido promedio de tocoferoles en la muestra control y las modificadas por cocción. Valores expresados en mg/kg.

Podemos observar en el gráfico un elevado contenido de tocoferoles totales del aceite de oliva extra virgen en su estado crudo; que luego al ser sometido a tratamientos térmicos, tanto por corriente de radiación confinado (horno) como por corriente de convección (fritura), este valor total de tocoferoles disminuyó significativamente, acentuándose aún más en la fritura.

Los valores muestran diferencias estadísticamente significativas según los distintos tratamientos con un valor de $p=0,05$.

Índice de peróxidos:

	Tiempo inicial	30 minutos	45 minutos	60 minutos
Control	5,3 +/-0,14 mEqO ₂ /Kg			
Horno (230°C)		5,85 +/-0,07 mEqO ₂ /Kg	6,75 +/-0,21 mEqO ₂ /Kg	6,3 +/-0,14 mEqO ₂ /Kg
Fritura (230°C)		6,3 +/-0,14 mEqO ₂ /Kg	6,95 +/-0,07 mEqO ₂ /Kg	7,95 +/-0,07 mEqO ₂ /Kg

Tabla N°3: Índice de peróxidos promedio de la muestra control y las modificadas por cocción.

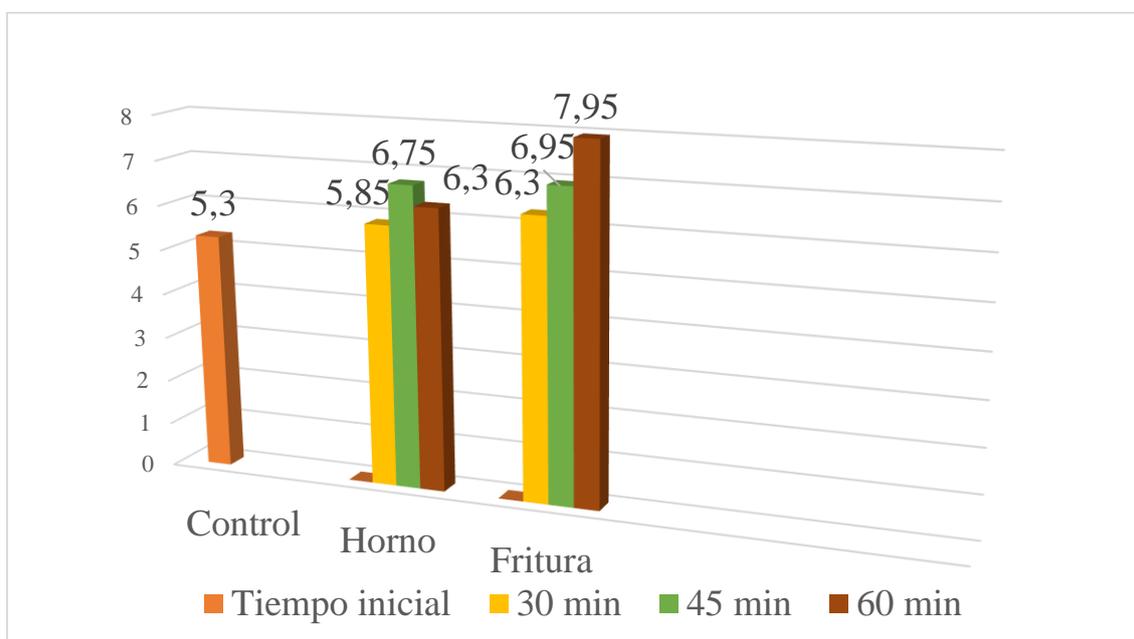


Figura N°2: Índice de peróxidos promedio de la muestra control y las modificadas por cocción. Valores expresados como mEqO₂/Kg.

Al aplicar los distintos tratamientos térmicos se observó un ascenso progresivo del índice de peróxidos, destacándose más en la fritura; no obstante, la muestra sometida al horno tiene un leve descenso a los 60 minutos de cocción.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras modificadas por los diferentes tratamientos térmicos, con un valor de $p=0,19$ y las diferencias entre la muestra control y las modificadas por cocción con una valor de $p=0,11$.

Actividad antioxidante

	Tiempo inicial	30 minutos	45 minutos	60 minutos
Control	0			
Horno (230°C)		-11 +/-1,41 %	-16,5 +/-2,12 %	-22,5 +/-0,7 %
Fritura (230°C)		-20 +/-1,41 %	-28 +/-2,0 %	-38,5 +/- 2,12 %

Tabla N°4: Porcentaje de la actividad antioxidante de la muestra control y las modificadas por cocción.

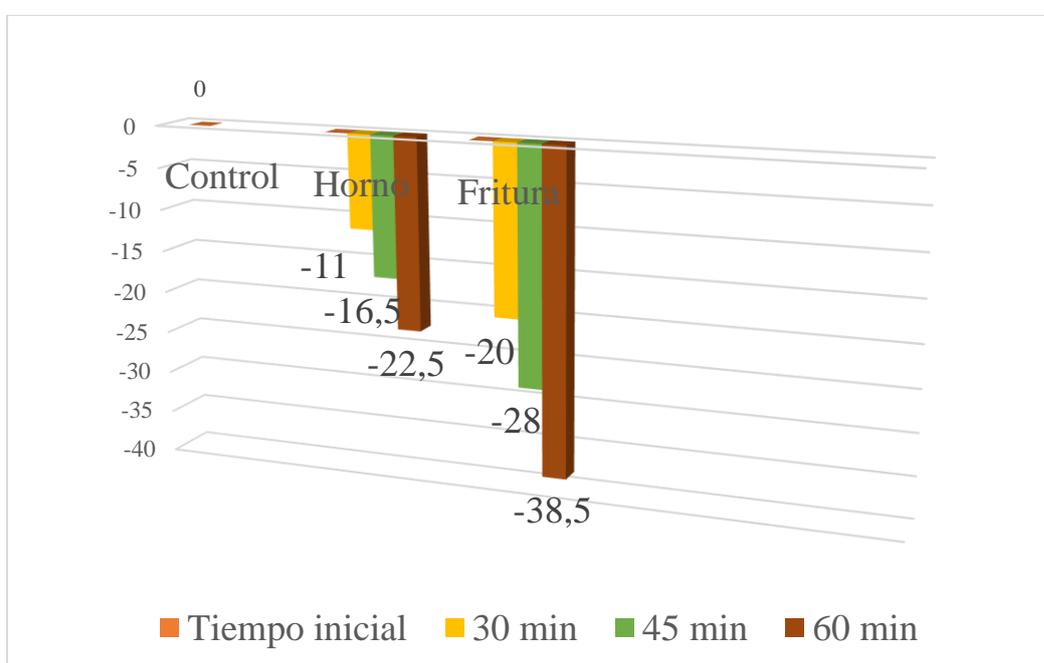


Figura N°3: Porcentaje de la actividad antioxidante de la muestra control y las modificadas por cocción. Valores expresados en %.

Teniendo en cuenta la actividad antioxidante al aplicar calor seco por radiación confinado (horno) y por convección (fritura), ésta disminuyó.

Estos valores muestran diferencias estadísticamente significativas con un valor de $p=0,05$.

Se observa que la fritura es el método en donde hay mayores modificaciones, sin embargo no se demuestran diferencias estadísticamente significativas con un valor de $p=0,06$.

Tratamiento	Tocoferoles mg/kg	Índice de peróxidos mEqO ₂ /Kg	Disminución de la actividad antioxidante %
Control	330	5,3	0
Horno 30 minutos	181,5	5,85	11
Horno 45 minutos	71	6,75	16,5
Horno 60 minutos	51	6,3	22,5
Fritura 30 minutos	121	6,3	20
Fritura 45 minutos	42	6,95	28
Fritura 60 minutos	33,5	7,95	38,5

Tabla N°5: Resultados comparativos del contenido de tocoferoles, actividad antioxidante e índice de peróxidos lipídicos de las muestras analizadas.

En esta tabla comparativa de todas las variables estudiadas se visualiza que el tratamiento de fritura posee los cambios más acentuados, en relación al tiempo de exposición al calor.

El contenido de tocoferoles disminuyó a medida que la actividad antioxidante se redujo con el tiempo de cocción.

10. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo analizar las modificaciones químicas del aceite de oliva extra virgen de una marca comercial luego de la aplicación de diferentes tratamientos térmicos, calor seco por radiación confinado (horno) y calor seco por convección (fritura) analizando actividad antioxidante, contenido de tocoferoles y detectando la presencia de peróxidos lipídicos.

Los resultados obtenidos a partir de los respectivos análisis revelaron que el contenido total de tocoferoles fue disminuyendo a medida que aumentaba el tiempo de exposición al calor con ambos tratamientos. No resultó igual en relación al índice de peróxidos lipídicos, éste fue aumentando de manera directa con el tiempo y por último la actividad antioxidante fue descendiendo con el tiempo de cocción. Con respecto a los tratamientos térmicos la fritura fue el método de cocción donde se intensificaron las modificaciones químicas.

El valor promedio del contenido de tocoferoles de la muestra en crudo del aceite de oliva extra virgen fue de 330 mg/kg siendo éste mayor en comparación a otros trabajos de investigación, en los que obtuvieron un valor de 158 mg/kg (34). Un estudio de Quiles y colaboradores reportó valores cercanos a los 300 mg/kg (35). No obstante, Olivares López resalta en su investigación que los tocoferoles de aceites de buena calidad varían entre 100 a 300 mg/kg (9).

Al aplicar los diferentes tratamientos térmicos a 230° C en esta muestra, se observaron cambios más importantes a los 60 minutos de cocción, obteniendo valores de tocoferoles de 51 mg/kg en el horno y 33,5 mg/kg para la fritura, demostrando una importante reducción en relación al estudio citado de Quiles y col. que declaró para el aceite de oliva extra virgen después de los 60 minutos a 180°C valores de 127 mg/kg. Asimismo, indicaron que los tocoferoles comenzaron a disminuir a partir de los 45 y 60 minutos, sin embargo no sucede lo mismo en la presente investigación ya que a partir de los 30 minutos comenzó la reducción de este vitámero (181,5 mg/kg Horno; 121 mg/kg Fritura) (35). Esta variabilidad puede ser explicada por varios factores, tales como la variedad de la aceituna, época de recolección, condiciones climáticas, el grado de maduración, el tiempo de procesamiento, los tiempos que se emplean en cada etapa de producción, la tecnología utilizada, entre otros (5, 35).

El valor del Índice de peróxidos anterior a los tratamientos térmicos fue de 5,3 mEqO₂/Kg que demuestra un valor inferior al compararlo con un estudio de Adrover Obrador y colaboradores con valores entre 16,1 y 10,6 mEqO₂/Kg en distintas variedades de aceite de oliva extra virgen (36); coincidiendo con valores similares (18,7 mEqO₂/Kg) a un estudio sobre auto-oxidación del aceite de oliva extra virgen de Pereyra Boué y colaboradores (37). En el Código Alimentario Argentino se indica que el valor máximo de índice de peróxidos para el aceite de oliva extra virgen es de 20 mEqO₂/Kg (10).

Al aplicar el calor seco por radiación confinado (horno) a 230° C se registró un aumento a 5,85 mEqO₂/Kg a los 30 minutos, 6,75 mEqO₂/Kg a los 45 minutos y una mínima disminución a los 60 minutos, 6,3 mEqO₂/Kg, equiparándose al trabajo de Adrover Obrador y colaboradores que en 3 de las 4 variedades analizadas de aceite de oliva extra virgen en el tratamiento de horno a 180° C, se elevan los valores de peróxidos y luego de transcurrida la exposición a los 15 minutos se reducen (36).

En el método de cocción fritura a 230°C los valores correspondientes de peróxidos lipídicos ascienden con el tiempo, siendo estos de 6,3 mEqO₂/Kg a los 30 minutos, 6,95 mEqO₂/Kg a los 45 minutos y de 7,95 mEqO₂/Kg a los 60 minutos. A diferencia, el trabajo de Adrover Obrador y colaboradores en este tratamiento térmico a 190° C expresa lo contrario, sus valores decrecen de 16,1 mEqO₂/Kg a 8,2 mEqO₂/Kg. Sin embargo, coincidimos con los autores en que la fritura es el método donde los índices se ven más afectados químicamente (36).

Los peróxidos lipídicos aumentan al aplicar tratamientos térmicos al aceite debido a la reacción de oxidación. Estos al saturar su oxidación comienzan a degradarse formando compuestos secundarios tales como hidroperóxidos, cetonas y aldehídos; es por ello que los niveles de peróxidos lipídicos disminuyeron a lo largo de la exposición al calor. Lo que demuestra la diferencia entre la presente investigación con la de Adrover Obrador y colaboradores son los valores iniciales de peróxidos lipídicos. El factor común entre ambas es la reacción de oxidación (36).

En otro estudio realizado por Ancín Azpilicueta y Martínez Ramirez que analizaron la variedad de aceite de oliva en tiempos de cocción más prolongados demostró que el índice aumenta para disminuir posteriormente, ya que conforme avanza la termo oxidación los peróxidos se transforman en otros compuestos como se mencionó previamente (38). Así ocurrió con marcas reconocidas analizadas previamente en el Laboratorio de Química

Orgánica de la Facultad de Agronomía de la UNC, donde los valores iniciales de peróxidos indicaron un aceite en estado de rancidez oxidativa.

En un estudio comparativo sobre modificaciones fisicoquímicas por calentamiento en el aceite de girasol y el aceite de oliva extra virgen de Cippiani y colaboradores, demuestran que los índices de peróxidos más elevados se dan en el aceite de girasol. La oxidación se favorece a medida que se incrementa la concentración de ácidos grasos insaturados, ya que este proceso es iniciado por el ataque del oxígeno molecular a los dobles enlaces de los mismos. Esto explicaría que el aceite de oliva, rico en ácidos grasos mono insaturados, sea más resistente a la oxidación que el aceite de girasol, rico en ácidos grasos poliinsaturados (39).

La actividad antioxidante decrece de manera uniforme cuando sometemos las muestras del aceite de oliva extra virgen a tratamientos térmicos con una temperatura de 230°C, tanto en el método de cocción al horno como en la fritura destacándose aún más en este último; con valores que van de una disminución del 11% para el horno a 30 minutos, 16,5% a los 45 minutos y 22,5% a los 60 minutos y para la fritura una disminución del 20% a los 30 minutos, 28% a los 45 minutos y 38,5% a los 60 minutos. En esta variable podemos ver la relación con la disminución del contenido de tocoferoles, debido a que son directamente proporcionales. Un trabajo de investigación de Suaterna y colaboradores demuestra esta correlación, indicando además la pérdida de compuestos fenólicos con el tiempo de fritura (7).

En el estudio de Quiles y colaboradores se encontró que el tiempo y el tipo de aceite afectan la actividad antioxidante. Los aceites con la máxima actividad antioxidante total antes y después de diferentes tiempos de fritura, fueron para este estudio el aceite de oliva extra virgen y el aceite de girasol, con aproximadamente dos veces más capacidad que el aceite de oliva. Es muy interesante observar que dos aceites (aceite de oliva extra virgen y aceite de girasol) con una composición de ácido graso muy diferente tuvieron prácticamente la misma respuesta a lo largo del tiempo. Sin embargo, el aceite de oliva extra virgen y el aceite de oliva, sin diferencia en ácidos grasos, mostraron respuestas diferentes en el ensayo. Probablemente se debe a la cantidad de tocoferoles y compuestos fenólicos, que muestran mayor resistencia a la oxidación (35). La vitamina E muchas veces es adicionada a diferentes aceites para protegerlos contra daños térmicos (7,35).

De todas maneras los tocoferoles del aceite de girasol en el estudio de Quiles y colaboradores tienen una pérdida mayor con respecto a los otros aceites, en donde concluyeron que la resistencia de los aceites a la oxidación depende de la interacción entre los antioxidantes y los ácidos grasos (35).

11. CONCLUSIÓN

Después de obtener los resultados de los análisis de las modificaciones químicas por tratamientos térmicos del aceite de oliva extra virgen, concluimos:

- Existe una gran diferencia entre el contenido de tocoferoles, índice de peróxidos lipídicos y actividad antioxidante del aceite en su estado crudo con el modificado por cocción.
- Al aplicar los tratamientos térmicos a las muestras, se observó que a mayor tiempo de exposición al calor, mayor eran las modificaciones químicas analizadas.
- Los parámetros químicos estudiados son afectados por la práctica culinaria utilizada, la fritura es donde estos se intensifican.
- El contenido de tocoferoles y la disminución de la actividad antioxidante tiene una relación directa en todas las muestras analizadas.
- Los tocoferoles tienen una relación inversa con el índice de peróxidos.
- La disminución de la actividad antioxidante tiene una relación directa con el índice de peróxidos.

De acuerdo a esta información se corrobora nuestra hipótesis.

Los distintos tratamientos térmicos aplicados en la cotidianeidad así sea para uso doméstico o industrial afectan la calidad nutricional del aceite, ya sea por pérdida de nutrientes o por alteración de los mismos.

El conocimiento de los métodos de cocción y sus efectos sobre los alimentos, colaborará a perfeccionar técnicas que fortalezcan los efectos positivos nutricionales.

Como futuras Licenciadas en Nutrición destacamos el rol promotor de la salud y la importancia de conocer los comportamientos de los alimentos frente a los distintos tratamientos térmico y métodos de cocción, con el fin de contribuir a mejorar la nutrición humana para el desarrollo y mantenimiento del más óptimo nivel de salud.

BIBLIOGRAFIA

1. Delfino R, Nores L. Alimento sano, vida sana: dieta mediterránea, de Europa al Mercosur. Delfino Consultores. 1ª ed. Córdoba. 2011.
2. FDMED: Fundación Dieta Mediterránea [Internet]. Barcelona: [27 feb 2017; 01 mar 2017] Disponible en: <http://dietamediterranea>
3. Mataix Verdú J. Nutrición y alimentación humana, nutrientes y alimentos. Ergón. 1ª ed. España. 2002.
4. Zambrano Zaragoza ML, Jiménez Vieyra ML, Marquez Nuño R. Degradación de aceites comestibles por tratamiento térmico. Humanid tecnol cienc Inst Politéc Nac. 2016; 15:1-5.
5. Sánchez JL, Segura Carretero A, Fernández Gutiérrez, A. Composición del aceite de oliva. En: Fernández Gutiérrez, A. Segura Carretero A. El aceite de oliva virgen: Tesoro de Andalucía. 1a ed. España: Servicio de Publicaciones de la Fundación Unicaja c/ San Juan de Dios; 2010. p. 197-224. [citado 03 de Mar 2017] Disponible en: <http://www.economiaandaluza.es/publicaciones/aceite-oliva-virgen-tesoro-andalucia>
6. King J, Saturnino P. Pérdida de vitaminas durante el procesamiento de los alimentos. Chil Nutr. 1987; 15:143-152.
7. Suaaterna Hurtado AC. La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. Perspect Nutr Humana. 2009; 11:39-53.

8. Barranco D, Fernández Escobar R, Rall L. El cultivo del olivo. 6a ed. Madrid: Mundi-prensa. 2008.
9. Olivares López MJ. Calidad del aceite de oliva virgen extra. Antioxidantes y función bilógica [tesis doctoral en Farmacia]. Granada: Universidad de Granada. 2005; 291.
10. Administración nacional de medicamentos, alimentos y tecnología médica. Código alimentario argentino. Cap VII. Alimentos grasos, aceites alimenticios. Art. 535 (Res.conj 64y 165/2012. [En línea].Argentina. [Consultado 18 de abril de 2017] Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VII.pdf)
11. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Proceso de extracción de aceite de oliva [en línea]. Argentina; 5 de Julio de 2012 [citado 28 de Abril del 2017]. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/proceso-de-extraccion-de-aceite-de-oliva-1>.
12. Martínez Álvarez JR, Villarino Marín MA, Serrano Morago L, Lezcano Martín C, Urrialde de Andrés R, Sánchez Muñoz FJ. et. al. El aceite de oliva y la dieta mediterránea. 1ª ed. España: Nueva imprenta S.A. 2005; 1-93. [citado May 2017]. Disponible en: http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/aceite_de_oliva.pdf.
13. Porras Piedra A, Cabrera de la Colina J, Soriano Martin ML. Olivicultura y elaiotecnía. Estudios. 1a ed. Castilla-La Mancha. 1995.
14. Rodríguez MA, Sastre Gallego A. Tratado de nutrición. Madrid: Díaz de Santos. 1999; 189-190.
15. Fennema, O. Química de los alimentos. 2ª ed. Acribia S.A., Zaragoza. 2000.
16. Badui Dergal, S. Química de los alimentos. 4ª ed. Pearson Educación, México. 2006.

17. Esquivel Ramírez A, Castañeda Ovando A, Ramírez Godínez J. Cambios químicos de los aceites comestibles durante el proceso de fritura. Riesgos en la salud. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2014 [citado el 15 May 2017]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/e3.html>
18. Astiasarán I, Martínez Hernández JA. Alimentos composición y propiedades. 2ª ed. Madrid: Mc Graw Hill-Interamericana. 2003.
19. Crespo E, González N. Técnicas Culinarias. 1ª ed. Madrid: Paraninfo S.A. Ediciones. 2011.
20. Gamarra Hernández E. Técnicas de Cocción. Bases Culinarias. Caribe. 2009.
21. Bello Gutierrez J. Ciencia y Tecnología Culinaria. Vol 1. 1ª ed. España: Diaz de Santos. 1999.
22. Gil Martínez A. Técnicas Culinarias. 1ª ed. Madrid-España: Akal SA. 2010.
23. Barham P. La Cocina y la Ciencia. Apartado 466. España: Editorial Acribia S.A. 2003; 42:44:62.
24. Produflon S.R.L. Fabricación de productos de p.t.f.e (politetrafluoroetileno) y piezas plásticas. Buenos Aires-Argentina; Company with quality system certified by ISO 9001. 2008.
25. Gil A. Tratado de Nutrición, Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Vol 2. 2ª ed. Madrid: Medica Panamericana, D.L. 2010.
26. Ecu Red: Conocimientos con todos y para todos. [Internet]. Cuba: Joven Club de Computación y Electrónica JCCE; c2010. [citado 19 Mayo 2017]. Vidrio Pyrex. [aprox. 3 pantallas]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Vidrio_Pyrex.

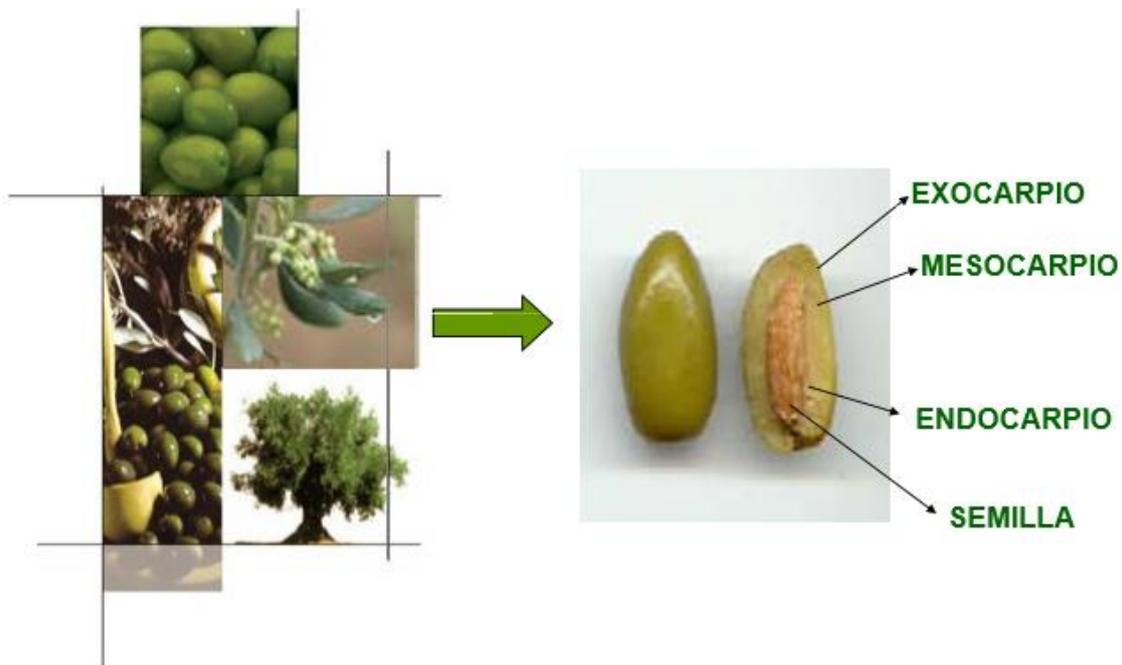
27. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la Investigación 4ª ed. México: Mc Graw Hill Interamericana. 2006.
28. Blanco A. Vitamina E. Micronutrientes Vitaminas y minerales. Buenos Aires: Ed.Promed. 2009; 65-78.
29. Valenzuela A, Sanhuesa J, Nieto S. Rancidez oxidativa en la industria de nutrición animal: el uso racional de los antioxidantes. Grasas y aceites. 2000; 201-214.
30. Nielsen SS. Análisis de los alimentos. 3ª ed. España: Editorial Acribia S.A. 2009; 279.
31. Horwitz W. Methods of Analysis of the AOAC [Internet] - AOAC Press, 1985 [citado 04 Marzo 2017] Disponible en: [https://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official Methods of Analysis/AOAC Member/Pubs/OMA/AOAC Official Methods of Analysis.aspx?hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48](https://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx?hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48)
32. Shattory IA, Saadia MA, Hamed SF, Schwarz K. Effect of different reversed phases on autooxidation and photooxidation of stripped corn oil. Grasas y aceites. 2003;54:24-29.
33. Qiuyun Z, Weiwei C, Jianhua Z, Wanpeng X. Functional constituents and antioxidant activities of eight Chinese native goji genotypes. Food Chem. 2016; 200:230-236.
34. Delgado CP. Valoración de la calidad nutricional de diferentes variedades de aceites de oliva [tesis de grado en Nutrición]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2015.
35. Quiles JL, Ramírez Tortosa MC, Gómez A, Huertas JR, Mataix J. Role of vitamin E and phenolic compounds in the antioxidant capacity, measured by ESR, of virgin olive, olive and sunflower oils after frying. Food Chem. 2002; 76:461-468.

-
36. Adrover Obrador S, Comas F, Dalmau M E, González Centeno MR, Rosselló C, Garau MC, Femenia A. Influencia de los tratamientos térmicos sobre las propiedades físicoquímicas del aceite de oliva virgen extra. VII Congreso Español de Ingeniería de Alimentos, Ciudad Real. Vol.85.2012.
 37. Pereyra Boué MM, Costamagna D, Rodríguez P, Speltini C, Coppo G. Autoxidación de aceites vegetales comerciales. *Rumb Technol.* 2009; 1: 53-63
 38. Ancin Azpilicueta MC, Martínez Remírez MT. Estudio de la degradación de los aceites de oliva sometidos a fritura I: Determinación estadística del parámetro que mejor cuantifica esta degradación. *Grasas y aceites.* 1991; 42:22-31.
 39. Cippiani MC, Gatti MB, Cabreriso MS, Chaín P. Modificaciones físicoquímicas y sensoriales producidas durante las frituras domésticas sobre aceite de girasol refinado y aceite de oliva virgen extra. *Invenio.* 2016; 37:153-165.

ANEXOS

Anexo N°1

Composición de la aceituna.

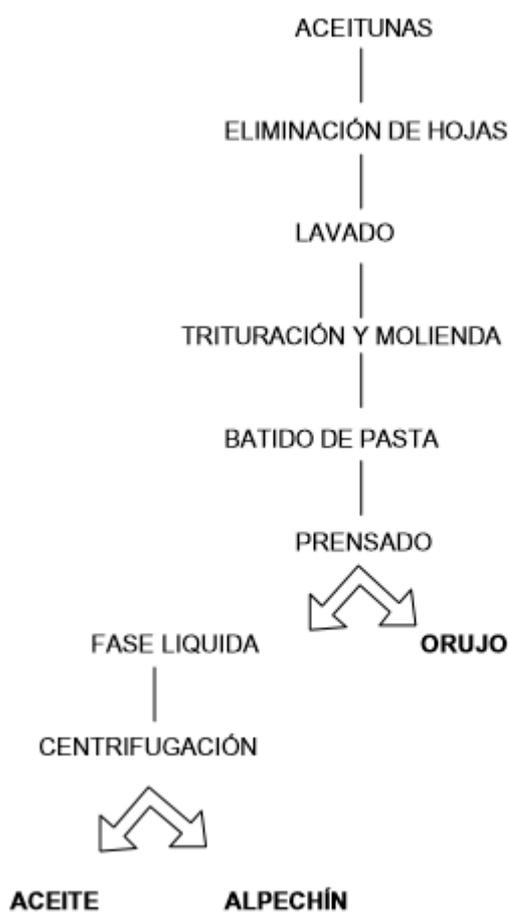


Fuente: El aceite de oliva virgen: Tesoro de Andalucía (5).

Anexo N°2:

Procedimiento general de obtención del aceite de oliva:

Procedimiento general de obtención



Fuente: Calidad del aceite de oliva virgen extra. Antioxidantes y función biológica (9).

Anexo N°3: Análisis de Laboratorio de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agropecuarias



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Avda. Valparaíso s./n C.C. 509 - 5000
Córdoba-Argentina
TE: (0351) 4334116/17 FAX (0351) 4334118



INFORME TECNICO

Comitente: Alumnos de la Escuela de Nutricion
Facultad de Ciencias Medicas -Cordoba-

A solicitud de los interesados y provisto por los mismos se procedió a realizar análisis químicos en muestra de aceite de oliva sometidas a distintos tratamientos.

Resultados:

Tocoferoles totales (en mg/kg)

	T=0	30min.	45 min.	60 min.
Horno (230°C)	330 +/- 4,24	181,5+/-2,12	71 +/-1,41	51+/-1,41
Fritura (230°C)		121 +/-1,41	42 +/- 0,2	33,5 +/-0,7

Técnica: involucra la reducción del Fe (III) a Fe(II) por los tocoferoles y la reacción con 2,2'-bipiridilo para formar un complejo coloreado de color rojo intenso.

La curva patron se realizó con concentraciones conocida de acetato de alfa-tocoferol.
W.Horwitz- Methods of Analysis of AOAC- AOAC Press, 1985.

Indice de peróxidos (mEq. O₂/Kg)

	0	30min.	45 min.	60 min.
Horno (230°C)	5,3 +/- 0,14	5,85+/- 0,07	6,75 +/-0,21	6,3 +/- 0,14
Fritura (230°C)		6,3 +/- 0,14	6,95 +/- 0,07	7,95 +/-0,07

Técnica: los peroxidos oxidan el Fe(II) a FE(III) y con el agregado de solución de Tiocianato de Amonio se forma un complejo color rojo que se determina colorimétricamente. La curva patron se realizo con concentraciones conocidas de Fe(III).

Y.A.El- Shattory, M.A.Saadia, S.F.Hamed y K.Schwarz- Effect of different reversed phases on autooxidation and photooxidation of stripped corn oil. - Grasas y Aceites, Vol 54, Fac. 1 (2003) p.24/29

Capacidad antioxidante (disminución de la capacidad antioxidante en %)

	0	30min.	45 min.	60 min.
Horno (230°C)	0%	11 +/-1,41	16,5+/-2,12	22,5 +/-0,7
Fritura (230°C)		20 +/-1,41	28 +/- 2,0	38,5 +/-2,12

Técnica: se utilizo una solución de beta-caroteno-acido linoleico que fue agregada a cantidades conocidas de BHT (butil hidroxi tolueno) para comparación. Se mide inmediatamente la absorbancia y luego a varios intervalos de tiempo. A medida que progresa el tiempo, el color amarillo del caroteno disminuye. Las muestras de aceite fueron extraídas con una mezcla de acetona-agua 80:20 y sometidas al mismo procedimiento (sin el agregado del antioxidante sintético).

Fereidoon Shahidi, Cyril Desilva y Ryszard Amarowicz - Antioxidant Activity of Extracts of Defatted Seeds of Niger (*Guizotia abyssinica*)- JAOCS, Vol.80, n° 5 (2003)

Córdoba, (FCA) , 01 de Agosto de 2017

Dr. Celso Camusso



Anexo N°4:

ANALISIS ESTADISTICO

Medidas resumen

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.
1,00*	Tocoferoles	2	330,00	4,24
1,00*	Peróxidos	2	5,30	0,14
1,00*	Actividad antioxidante	2	0,00	0,00
2,00*	Tocoferoles	2	181,50	2,12
2,00*	Peróxidos	2	5,85	0,07
2,00*	Actividad antioxidante	2	11,00	1,41
3,00*	Tocoferoles	2	71,00	1,41
3,00*	Peróxidos	2	6,75	0,21
3,00*	Actividad antioxidante	2	16,50	2,12
4,00*	Tocoferoles	2	51,00	1,41
4,00*	Peróxidos	2	6,30	0,14
4,00*	Actividad antioxidante	2	22,50	0,71
5,00*	Tocoferoles	2	121,00	1,41
5,00*	Peróxidos	2	6,30	0,14
5,00*	Actividad antioxidante	2	20,00	1,41
6,00*	Tocoferoles	2	42,00	0,00
6,00*	Peróxidos	2	6,95	0,07
6,00*	Actividad antioxidante	2	28,00	2,83
7,00*	Tocoferoles	2	33,50	0,71
7,00*	Peróxidos	2	6,95	1,34
7,00*	Actividad antioxidante	2	38,50	2,12

*Tratamiento 1,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen en estado crudo.

*Tratamiento 2,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 30 minutos.

*Tratamiento 3,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 45 minutos.

*Tratamiento 4,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 60 minutos.

*Tratamiento 5,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 30 minutos.

*Tratamiento 6,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 45 minutos.

*Tratamiento 7,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 60 minutos.

VARIABLE DE TOCOFEROLES

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Tocoferoles	1,00*	2	330,00	4,24	330,00	12,80	0,0458
Tocoferoles	2,00*	2	181,50	2,12	181,50		
Tocoferoles	3,00*	2	71,00	1,41	71,00		
Tocoferoles	4,00*	2	51,00	1,41	51,00		
Tocoferoles	5,00*	2	121,00	1,41	121,00		
Tocoferoles	6,00*	2	42,00	0,00	42,00		
Tocoferoles	7,00*	2	33,50	0,71	33,50		

VARIABLE DE ÍNDICE DE PERÓXIDOS

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peróxidos	1,00*	2	5,30	0,14	5,30	10,19	0,1144
Peróxidos	2,00*	2	5,85	0,07	5,85		
Peróxidos	3,00*	2	6,75	0,21	6,75		
Peróxidos	4,00*	2	6,30	0,14	6,30		
Peróxidos	5,00*	2	6,30	0,14	6,30		
Peróxidos	6,00*	2	6,95	0,07	6,95		
Peróxidos	7,00*	2	6,95	1,34	6,95		

VARIABLE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Act antiox	1,00*	2	0,00	0,00	0,00	12,80	0,0458
Act antiox	2,00*	2	11,00	1,41	11,00		
Act antiox	3,00*	2	16,50	2,12	16,50		
Act antiox	4,00*	2	22,50	0,71	22,50		
Act antiox	5,00*	2	20,00	1,41	20,00		
Act antiox	6,00*	2	28,00	2,83	28,00		
Act antiox	7,00*	2	38,50	2,12	38,50		

*Tratamiento 1,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen en estado crudo.

*Tratamiento 2,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 30 minutos.

*Tratamiento 3,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 45 minutos.

*Tratamiento 4,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 60 minutos.

*Tratamiento 5,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 30 minutos.

*Tratamiento 6,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 45 minutos.

*Tratamiento 7,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 60 minutos.

Análisis estadístico entre diferentes tratamientos térmicos:

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	p
Tocoferoles*	1,00	2	181,50	2,12	181,50	0,0553
Tocoferoles*	2,00	2	71,00	1,41	71,00	
Tocoferoles*	3,00	2	51,00	1,41	51,00	
Tocoferoles*	4,00	2	121,00	1,41	121,00	
Tocoferoles*	5,00	2	42,00	0,00	42,00	
Tocoferoles*	6,00	2	33,50	0,71	33,50	

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	p
Peroxidos*	1,00	2	5,85	0,07	5,85	0,1974
Peroxidos*	2,00	2	6,75	0,21	6,75	
Peroxidos*	3,00	2	6,30	0,14	6,30	
Peroxidos*	4,00	2	6,30	0,14	6,30	
Peroxidos*	5,00	2	6,95	0,07	6,95	
Peroxidos*	6,00	2	6,95	1,34	6,95	

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	p
Activ antioxid*	1,00	2	11,00	1,41	11,00	0,0562
Activ antioxid*	2,00	2	16,50	2,12	16,50	
Activ antioxid*	3,00	2	22,50	0,71	22,50	
Activ antioxid*	4,00	2	20,00	1,41	20,00	
Activ antioxid*	5,00	2	28,00	2,83	28,00	
Activ antioxid*	6,00	2	38,50	2,12	38,50	

*Tratamiento 1,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 30 minutos.

*Tratamiento 2,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 45 minutos.

*Tratamiento 3,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a horno 60 minutos.

*Tratamiento 4,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 30 minutos.

*Tratamiento 5,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 45 minutos.

*Tratamiento 6,00: Muestra de aceite de oliva extra virgen sometida a fritura 60 minutos.

Anexo N°5: Foto tomada del Aceite oliva extra virgen La Puerta



GLOSARIO

Código alimentario argentino: Reglamento técnico en permanente actualización que establece disposiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial que deben cumplir personas físicas o jurídicas, los establecimientos y los productos que se enmarcan en su órbita.

Composición química: se refiere a que sustancias están presentes en una determinada muestra y en qué cantidades.

Ácido graso: Un ácido graso es una biomolécula de naturaleza lipídica formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de diferente longitud o número de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo.

Triglicérido: Un triglicérido es un tipo de glicerol que pertenece a la familia de los lípidos. Este glicérido se forma por la esterificación de los tres grupos OH de los gliceroles por diferentes o igual tipo de ácidos grasos

Hidrocarburos: Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. Los hidrocarburos son los compuestos básicos que estudia la química orgánica. Las cadenas de átomos de carbono pueden ser lineales o ramificadas, y abiertas o cerradas.

Radicales libres: Son átomos o grupos de átomos que tienen un electrón (e-) desapareado en capacidad de aparearse, por lo que son muy reactivos. Estos radicales recorren nuestro organismo intentando robar un electrón de las moléculas estables, con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica

Enzimas: Una enzima es una molécula que se encuentra conformada principalmente por proteína que producen las células vivas, siendo su función destacada la de actuar como catalizador y regulador en los procesos químicos del organismo, es decir, cataliza las reacciones bioquímicas del metabolismo.

Polifenoles: Son compuestos bio-sintetizados por las plantas. La principal característica estructural de los polifenoles es poseer uno o más grupos hidroxilo (-OH) unidos a uno o más anillos bencénicos. Aunque son primariamente conocidos por sus propiedades antioxidantes, la mayor parte de los polifenoles exhibe, además, otras actividades biológicas potencialmente beneficiosas para la salud.

Oxidación: La oxidación se da cuando un elemento o compuesto pierde uno o más electrones. Generalmente, cuando una sustancia se oxida (pierde electrones), otra sustancia recibe o capta dichos electrones reduciéndose. Este es el mecanismo básico que promueve las reacciones de óxido-reducción o redox.

Calor: Energía que se manifiesta por un aumento de temperatura y procede de la transformación de otras energías; es originada por los movimientos vibratorios de los átomos y las moléculas que forman los cuerpos.

Fluido: Se denomina fluido a un tipo de medio continuo formado por alguna sustancia entre cuyas moléculas sólo hay una fuerza de atracción débil.