



**LICENCIATURA EN BROMATOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**



**Tesina de grado para acceder al título de Licenciado en
Bromatología**

***“Diferencias en el perfil lipídico de alimentos fritos
con distintos tipos de aceites para la buena
recomendación nutricional de las frituras”***

Tesista: Brom. Nicolas Damián Acosta Manrique

Director: Dra. Ing. Qca. Emilia Raimondo

Febrero 2014

Contenido	Pág.
I- Introducción.....	4
I.1- Aspectos generales	4
I.2- Prólogo.....	5
II- Hipótesis y Objetivos	7
II.1- Hipótesis	7
II.2- Objetivos generales	7
II.3- Objetivos específicos.....	7
III- Justificación.....	7
IV- Marco teórico	9
IV.1- Grasas y aceites	9
IV.1.1- Introducción	9
IV.1.2- Origen de las grasas	9
IV.1.3- Estructura de las grasas	10
IV.2- La fritura.....	13
IV.2.1- Cambios que ocurren en el aceite durante la fritura.....	14
IV.2.2- Proceso de fritura	15
IV.2.3- El aceite y la fritura.....	17
IV.2.4- Freidoras.....	21
IV.2.5- Buenas prácticas de fritura	21
IV.3- Salud en relación con la alimentación	22
V- Marco Experimental	25
V.1- Equipamiento.	25
V.2- Metodología	29
V.2.1 - Frituras por inmersión	34
V.2.2 - Fritura en superficie.....	37
V.2.3- Frituras reiteradas en un mismo aceite	38
VI- Resultados.....	41
VI.1- Humedad y contenido de grasa de panceta	41
VI.2- Humedad y contenido de grasa papas fritas congeladas.....	42

VI.3- Humedad y contenido de grasa para papas cruda (alimento no graso) ..	43
VI.4- Determinación de perfil de ácidos grasos en alimentos.	44
VI.5- Perfil de ácidos grasos de los aceites para las diferentes tipos de frituras y alimentos.	49
VI.6- Comparación del aceite de oliva y aceite de girasol para todos los tipos de frituras.	53
VI.7- Frituras reiteradas por inmersión, utilizando aceite de girasol	56
VII- Conclusiones	59
VIII- Anexos.....	62
VIII.1- Humedad	62
VIII.2- Grasa total.....	63
VIII.3- Perfil de ácidos grasos.....	64
IX- Bibliografía	67

I- Introducción

I.1- Aspectos generales

El presente trabajo de tesis trata de las diferencias entre los perfiles lipídicos de un alimento según el aceite con el cual se fríe. Para llevar a cabo dicho trabajo se usaron dos tipos de aceites, aceite de oliva virgen extra y aceite de girasol; y tres tipos de alimentos distintos en su porcentaje de grasa, alimento graso (panceta), alimento semi-graso (papas pre fritas congeladas) y alimento no graso (papa). Esto se realizó para determinar si estos alimentos modifican su perfil lipídico original al freírse con los aceites antes mencionados y como varía su perfil lipídico si la fritura se realiza de forma superficial o por inmersión.

Las razones que motivaron la realización de este trabajo fueron el hecho de establecer una justificación del porque en España, que es un lugar donde se consume gran cantidad de alimentos fritos, hay menor porcentaje de accidentes cardiovasculares que en Argentina. De esta manera se determinó la factibilidad de que alimentos con un alto porcentaje de grasas saturadas, como la panceta, se transformen en alimentos saludables al modificar su perfil lipídico primitivo.

Además es importante observar si un alimento incrementa o no su valor energético al someterlo a tratamientos de fritura, y si se modifica el perfil lipídico de un alimento según el proceso de fritura utilizado, por inmersión o superficial.

También es importante conocer como se modifica el perfil lipídico del aceite utilizado para freír los distintos alimentos (graso, semi-graso y no graso), y de esta manera saber que tan recomendable son las frituras reiteradas para un mismo aceite.

I.2- Prólogo

Este trabajo comienza con una reseña sobre los tipos de lípidos existentes, tanto por su estructura química como por su comportamiento físico.

Luego de establecer que es un lípido, se profundiza sobre los aceites donde se detalla la importancia de estos en la elaboración de productos alimenticios, centrándose en los tipos de frituras y las maquinarias utilizadas. Finalmente se tiene en cuenta que legisla el Código Alimentario Argentino, sobre los aceites de consumo.

En la parte de metodología se realizaron una serie de frituras (con dos aceites distintos) con diferentes tipos de alimentos (tres tipos), teniendo en cuenta su conformación lipídica y el método de fritura empleado. A los diferentes alimentos fritos y a los aceites empleados se les analizó perfil lipídico, contenido de humedad y contenido total de grasas. A partir del análisis de estos datos se pudo inferir que se cumplió la hipótesis planteada para alimentos no grasos y semigrasos, pudiendo recomendar la frituras de este tipo de alimentos para aportar ácidos grasos monoinsaturados y/o esenciales. Esto no se cumplió en el caso de un alimento graso como la panceta.

Hipótesis y Objetivos

II- Hipótesis y Objetivos

II.1- Hipótesis

- ❖ Un alimento (graso, semi-graso y no graso) al freírlo adquiere el perfil lipídico que posee el aceite utilizado.

II.2- Objetivos generales

- ❖ Identificar variaciones del perfil lipídico al freír un alimento con distintos tipos aceites (oliva virgen extra y girasol) y por distintos procesos de fritura (inmersión y superficie).

II.3- Objetivos específicos

- ❖ Determinar el perfil lipídico en el caso de alimentos grasos, semi grasos y no grasos, al freírlos en aceite de oliva y de girasol.
- ❖ Determinar las variaciones del perfil lipídico del aceite utilizado.
- ❖ Determinar el perfil lipídico en alimentos freídos por inmersión.
- ❖ Determinar el perfil lipídico de alimentos freídos por superficie.
- ❖ Determinar si existen mejoras en el perfil lipídico de los alimentos estudiados, al freírlos con aceite de oliva.
- ❖ Determinar el incremento del valor energético de los alimentos estudiados, al someterlo al proceso de fritura.

III- Justificación

En Argentina se consumen un alto porcentaje de omega 6, un bajo porcentaje de omega 9 y un muy bajo porcentaje de omega 3 (Encuesta Nacional de Nutrición y Salud, 2005).

En España, se consumen una elevada cantidad de alimentos fritos en aceite de oliva sin embargo, el colesterol en sangre es bajo, la cantidad de accidentes cerebrovasculares y ataques cardíacos es muy inferior a la que se registra en Argentina (Ortega Rosa M., 2008).

El tema elegido en esta tesis sería un importante aporte a la comunidad desde el punto de vista nutricional y bromatológico. Si se logra demostrar la hipótesis planteada, se puede recomendar el consumo de alimentos fritos, los cuales serían saludables para el consumidor, aportando ácidos grasos monoinsaturados y esenciales, dependiendo del aceite utilizado en la fritura.

Marco Teórico

IV- Marco teórico

IV.1- Grasas y aceites

IV.1.1- Introducción

Las grasas o lípidos son fundamentales para mantener un cuerpo sano, ya que constituyen una fuente de energía y aportan nutrientes esenciales. Además, tienen un importante papel en la producción y elaboración de alimentos, ya que gracias a ellas la comida tiene mejor palatabilidad. Para gozar de una buena salud, la ingesta total de grasa debe cubrir el 30% del aporte calórico total diario, debiendo consumirse preferentemente ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Se sabe que un consumo excesivo de grasas en general, y de grasas saturadas en particular, es un factor importante que influye en el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, como son la dislipidemia, la enfermedad coronaria y la obesidad (López & Suárez, 2002).

IV.1.2- Origen de las grasas

Las grasas de los alimentos tienen diferentes orígenes:

a) Origen animal

Las principales fuentes de grasas animales son la carne y los productos cárnicos, los huevos y los productos lácteos, como la manteca, el queso, la leche y la crema de leche (Badui Dergal S. 2006).

b) Origen vegetal

Las grasas de origen vegetal se pueden encontrar en las semillas de plantas (p.ej. colza, girasol, maíz), las frutas (p.ej. aceituna, palta) y los frutos secos (p.ej. maní, almendras). Para obtener el aceite se lavan y trituran las semillas, frutas o frutos secos, después se someten a procesos de calentamiento y se extrae el aceite por medio de solventes. Posteriormente, se destila y el aceite se refina para eliminar impurezas, sabores, olores o colores no deseados. Algunos aceites, como el de oliva virgen extra provienen del prensado directo de la fruta, sin que se realice ningún proceso de refinamiento (Badui Dergal S. 2006).

Las grasas pueden estar presentes de forma natural en los alimentos, como en la carne vacuna, de pollo o de pescados grasos, la yema de huevo, algunos tipos de quesos, la leche entera o semidescremada; o se pueden añadir durante su preparación, ya sea en forma casera o industrial, por ejemplo para la elaboración de tartas, galletas, pasteles, aperitivos salados, productos cárnicos o aderezos tipo mayonesa. Los aceites y las grasas pueden ser claramente visibles en los alimentos (p. ej. el aceite, las mantecas, las margarinas, la crema de leche, y la grasa visible de la carne), o pueden estar mezclados con otros componentes alimenticios, con lo cual resultan menos obvios para el consumidor. Aproximadamente un 70% de la ingesta media de grasa proviene de estas grasas llamadas "ocultas". Tener un mayor conocimiento sobre las grasas y leer las

etiquetas de los alimentos puede ayudar en gran medida a llevar una dieta sana y equilibrada (Brownsell, Griffith & Jones, 1993).

IV.1.3- Estructura de las grasas

Al tener más conocimientos sobre las propiedades químicas de las grasas, se puede comprender mejor cuál es su importancia en la salud humana y en la tecnología alimentaria. Más del 90% de las grasas o lípidos ingeridos en la dieta, y presentes en el organismo, se encuentran en forma de triglicéridos y el resto está formado por colesterol, ceras y fosfolípidos (Jiménez & Herrera de Zelarayán, 2003).

a) Triglicéridos

Todos los triglicéridos están constituidos por un glicerol unido por unión éster a tres ácidos grasos, que pueden ser iguales o distintos.



Figura 1: Estructura de un triglicérido.

b) Ácidos grasos

Los ácidos grasos se diferencian por la longitud de su cadena de átomos de carbono (entre 4 y 22) y el número de dobles enlaces que contienen. Por ejemplo, el ácido butírico (C4:0), el ácido palmítico (C16:0) y el ácido araquídico (C20:0) contienen respectivamente en su cadena 4, 16 y 20 átomos de carbono. La gran mayoría de los ácidos grasos, tanto de la dieta como del organismo, contienen 16-18 átomos de carbono.

Los ácidos grasos se clasifican según el número de dobles enlaces que poseen. Las grasas saturadas no contienen dobles enlaces, las monoinsaturadas contienen uno y las poliinsaturadas dos o más.



Figura 2: Tipo de ácidos grasos según cantidad de dobles enlaces

c) **Los ácidos grasos omega-6 y omega-3**

Los ácidos grasos poliinsaturados se clasifican además en dos familias, según la posición del primer doble enlace.

- **Los ácidos grasos omega-6** tienen el primer doble enlace en el sexto átomo de carbono de la cadena, cuando se cuentan los carbonos a partir del metilo terminal. Si el doble enlace se cuenta desde el ácido terminal en lugar de denominarse omega se llaman n-6. Derivan principalmente del ácido linoleico.
- **Los ácidos grasos omega-3** tienen el primer doble enlace en el tercer átomo de carbono de la cadena, cuando se cuentan los carbonos a partir del metilo terminal. Si el doble enlace se cuenta desde el ácido terminal en lugar de denominarse omega se llaman n-3. Derivan principalmente del ácido alfa-linolénico.

Además de su propio nombre, a menudo se utiliza una nomenclatura numérica abreviada para referirse a los ácidos grasos, que se basa en el número de átomos de carbono, el número de dobles enlaces y la clase omega a la que pertenecen. Por ejemplo, el ácido linoleico se denomina C18:2 ω -6, lo cual indica que cuenta con 18 átomos de carbono, dos dobles enlaces y forma parte de la familia omega 6. El ácido alfa-linoleico se denomina C18:3 ω -3, lo cual indica que cuenta con 18 átomos de carbono, tres dobles enlaces y forma parte de la familia omega 3 (Antonio Blanco, 2004).

d) **Ácidos grasos cis y trans**

Los ácidos grasos insaturados también se pueden clasificar, según la estructura de su molécula, en "cis" (forma curvada) o "trans" (en línea recta). La mayoría de los ácidos grasos insaturados de la dieta tienen generalmente la forma cis pero, por ejemplo, la carne y la leche de los rumiantes, como bovinos y ovejas, y los productos que contienen aceites endurecidos de forma industrial, por hidrogenación parcial, contienen algunos ácidos grasos insaturados en forma de trans. La diferencia fundamental es que los ácidos grasos trans "naturales" son benéficos para la salud, mientras que los que provienen de hidrogenación parcial son altamente perjudiciales (Brownsell, Griffith & Jones, 1993).

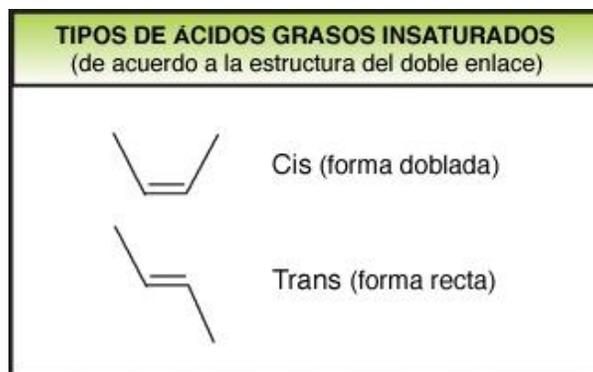


Figura 3: Tipo de ácidos grasos insaturados

e) *Tipos de grasas en los alimentos*

Si bien todas las grasas están formadas por una combinación de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, generalmente predomina uno de ellos. Algunos alimentos tienen relativamente más grasas saturadas, como los lácteos y algunas carnes, mientras que otros, como la mayoría de los aceites vegetales y los pescados grasos, contienen más grasas insaturadas. (Brownsell, Griffith & Jones, 1993).

El ácido graso que predomina determina las características físicas de la grasa. Las grasas que contienen una alta proporción de ácidos grasos saturados, como la manteca o la grasa de cerdo, poseen una temperatura de fusión relativamente elevada y tienden a ser sólidas a temperatura ambiente. La mayoría de los aceites vegetales, que contienen mayores niveles de grasas monoinsaturadas o poliinsaturadas, son líquido a temperatura ambiente (Brownsell, Griffith & Jones, 1993).

Cuando los aceites se calientan, los ácidos grasos insaturados son sensibles a la degradación, pudiendo incluso dar compuestos cíclicos tóxicos. Los aceites ricos en monoinsaturados, como el aceite de oliva o de maní, son más estables y se pueden reutilizar en mayor medida que los aceites ricos en poliinsaturados, como el aceite de girasol, maíz o de soja. Cuando se fríen los alimentos, es importante no calentar en exceso el aceite y cambiarlo con frecuencia (Brownsell, Griffith & Jones, 1993). En las freidoras industriales es común que se usen aceites parcialmente hidrogenados, que resultan más estables en las mismas, con el consiguiente perjuicio para la salud por el contenido de ácidos grasos trans que poseen. Dado la campaña Argentina libre de trans para 2014, estos aceites están siendo reemplazados por el aceite de girasol alto esteárico, que posee las mismas ventajas tecnológicas, que los hidrogenados, pero es más saludable que estos (Melgarejo Martha, 2013)

Cuadro 1: Fuentes de ácidos grasos saturados e insaturados.

ALIMENTOS RICOS EN LOS DISTINTOS TIPOS DE ÁCIDOS GRASOS	
Tipo de grasa	Fuentes
Saturada	Manteca, queso, carne, productos cárnicos (salchichas, hamburguesas), leche y yogur enteros, tartas y masas, manteca, grasa de vaca, margarinas duras y grasas para pastelería, aceite de coco y aceite de palma.
Monoinsaturada	Olivas, frutos secos (pistachos, almendras, avellanas, nueces), maní, palta y sus aceites.
Poliinsaturada	<p><u>Grasas poliinsaturadas omega-3:</u> salmón, caballa, arenque, trucha (especialmente ricos en ácidos grasos omega-3 de cadena larga, EPA o ácido eicosapentanoico y DHA o ácido docosahexanoico). Nueces, semillas de colza libre de ácido erúsico, semillas de soja, semillas de lino y sus aceites (especialmente ricos en ácido alfa-linolénico).</p> <p><u>Grasas poliinsaturadas omega-6:</u> Semillas de girasol, germen de trigo, sésamo, nueces, soja, maíz y sus aceites. Algunas margarinas (consultar etiquetas).</p>
Ácidos grasos trans	Algunas grasas para fritura y pastelería (p. ej. aceites vegetales hidrogenados) utilizadas en galletas, productos de pastelería Si bien los productos lácteos, carne grasa de ternera y oveja, poseen ácidos grasos trans, estos no afectarían a la salud como lo hacen los industriales.

Fuente: www.eufic.org/article/es/expid/basics-grasas (2006).

IV.2- La fritura

La fritura es una de las técnicas más antiguas de preparación de alimentos. En la actualidad, los alimentos fritos gozan de una popularidad cada vez mayor en el mundo y son aceptados por personas de todas las edades. La preparación de estos productos es fácil y rápida, y su aspecto y sabor se corresponden con los deseados por el consumidor. (Suaterna Hurtado, 2008)

Esta situación ha conllevado a que la fritura se haya generalizado en los establecimientos de alimentos rápidos ("fast foods"), en la restauración, en la propia industria alimenticia, por ejemplo los llamados "snacks", también en los hogares, etc.

Precisamente, la fritura es el uso principal de los aceites y las grasas en la cocina. En esta forma de procesar los alimentos a altas temperaturas, el medio de transferencia de calor es el aceite, el que imparte sabor, apariencia y textura al producto.

Para freír pueden utilizarse aceites, grasas o los denominados shortenings (generalmente aceites vegetales hidrogenados, semisólidos, plásticos). Tradicionalmente los términos aceite y grasa están determinados por el punto de fusión del producto lipídico, aceite cuando el mismo es líquido a la temperatura ambiente y grasa cuando tiene determinado grado de solidez a dicha temperatura. De hecho, el criterio que define estos términos es bastante ambiguo.

No obstante, en el proceso en cuestión cualquiera de ellos siempre se somete a temperaturas superiores a su punto de fusión, es decir, son líquidos durante su uso, es por esto que generalmente todos suelen ser llamados como aceite en la fritura.

Cocinar mediante la fritura es más eficiente que por medio del calor seco de un horno y más rápido que con el uso de agua hirviendo. Las altas temperaturas que se alcanzan al freír, logran una penetración más rápida y uniforme del calor hacia el interior del alimento que se está cocinando, ventaja de esta técnica que influye en su popularidad.

IV.2.1- Cambios que ocurren en el aceite durante la fritura

Saturación: es necesario definir el término ya que puede provocar confusiones. La saturación química de un ácido graso implica la ruptura de la doble ligadura, incorporando hidrógeno, convirtiendo el ácido graso insaturado en uno saturado. **Esto no es lo que ocurre durante el calentamiento de un aceite en la fritura.** Lo que en realidad sucede son los siguientes fenómenos:

- Oxidación: Los ácidos grasos insaturados son los más susceptibles a la oxidación, y por lo tanto son los primeros que desaparecen. La velocidad de degradación es geoméricamente proporcional a la insaturación de los ácidos grasos individuales. En consecuencia, la composición porcentual de los ácidos grasos se hace más rica en ácidos grasos saturados en forma relativa. (Molinos Rio de la Plata; nutrición y salud; 1997)
- Absorción: Algunos autores afirman que la absorción del aceite se realiza en forma selectiva, o sea que el aceite que penetró en un alimento es diferente del que permanece en el receptáculo de la fritura (Hussain, S.S. and Morton, I.D.; 1974). Los ácidos grasos mono y poliinsaturados penetran en las papas en las primeras frituras y son reemplazadas por los más saturados en las últimas (Figuroa Lalinde, B.; 1984)
- Intercambio: El aceite se intercambia con la grasa del alimento. Si un alimento con alto contenido de grasa saturada se fríe con un aceite de alto contenido de mono y poliinsaturados, al final de la cocción las grasas saturadas pasaran parcialmente al aceite, enriqueciéndolo en la misma. El alimento a su vez se enriquece en insaturados.

IV.2.2- Proceso de fritura

La fritura es un proceso físico-químico complejo, en el cual el producto a freír (papas, carne, pescado, productos empanados, etc.) se introduce crudo o cocido en el aceite durante determinado tiempo a temperaturas entre 175-195 °C, para favorecer una rápida coagulación de las proteínas de la superficie del producto y provocar una casi impermeabilización del mismo, la que controla la pérdida de agua desde su interior, convirtiéndose en vapor (Yagüe, María Ángeles, 2003).

Esta situación facilita la cocción interna del producto, el cual queda más jugoso y permite la conservación de muchas de las características propias del alimento, mejorando en la mayoría de los casos, su sabor, textura, aspecto y color. Así es posible obtener un producto más apetecible, lo cual sin lugar a dudas contribuye al éxito del consumo de los productos fritos (Bognár, A., 1998).

El producto frito posee una estructura distintiva. Su parte externa es una superficie que contribuye al impacto visual inicial debido a su tostado, presentando un color entre dorado y pardo, resultante de las reacciones de las proteínas y los azúcares por acción del calor, el pardeamiento no enzimático (Reacción de Maillard) y de los azúcares al sufrir la caramelización, dando lugar a un producto con aspecto agradable. El grado de oscurecimiento del alimento frito depende más del tiempo y la temperatura de freído en combinación con la composición química del producto, que de la composición del aceite utilizado en la fritura. Los procesos que ocurren también producen los sabores deseados y dan lugar a una capa crujiente superficial como consecuencia de la deshidratación del alimento durante el freído. El calor reduce el contenido de humedad de esta capa hasta 3% o menos y la humedad desprendida es la causante del vapor generado durante el proceso.

El espacio libre que deja el agua que escapa es ocupado por el aceite. La cantidad de aceite absorbido por un alimento depende en gran medida de su contenido de humedad, porosidad y superficie expuesta al aceite de fritura. Esta cantidad es aproximadamente entre el 20 y 40% en base al peso del alimento frito. Freír alimentos a temperaturas demasiado bajas provoca que los mismos atrapen más cantidad de grasa en su interior.

El aceite absorbido le imparte al alimento olor, sabor y color y además favorece la palatabilidad. Por esto, si el aceite tiene sabor u olor extraño, el alimento frito lo tendrá.

Por experiencias prácticas se conoce que no se deben freír alimentos en un aceite donde fue frito otro producto de sabor totalmente incompatible, por ejemplo, no se freirán papas con un aceite que previamente fue utilizado para freír pescado.

Los cambios físicos y químicos que ocurren durante el proceso de fritura, tanto en el alimento como en el aceite, están determinados por:

- Tipo, características y calidad del aceite a utilizar.
- Tipo y características del alimento a freír.
- Condiciones del proceso de fritura:
 - Temperatura
 - Tiempo
 - Presencia de metales
 - Presencia de oxígeno
 - Presencia de luz
 - Presencia de antioxidantes
 - Características de la freidora
 - Grado y velocidad de renovación del aceite en el transcurso del proceso (Descarte del aceite)

Dichos cambios generalmente conllevan al deterioro del aceite por la ocurrencia de procesos de hidrólisis, oxidación y polimerización. En el caso de los alimentos pueden ser cambios deseables, de hecho son los que se persiguen con la fritura, como la mejora en la calidad sensorial (la formación de compuestos aromáticos y colores atractivos, entre otros), la típica de los alimentos fritos, y también una mayor conservación, pero por otra parte, pueden ocurrir cambios indeseables que provocarán afectaciones de los atributos sensoriales y de la calidad sanitaria del producto (pueden aparecer compuestos sulfurados y derivados de la pirazina en el alimento a partir de interacciones entre este y el aceite, etc.).

Las condiciones del proceso deben decidirse sobre la base de obtener un producto frito de calidad, un buen aprovechamiento del aceite y una rentabilidad adecuada de la línea de producción.

El proceso de fritura puede realizarse de dos formas:

- Superficial ("Shallow frying"): Se sumerge en el aceite la superficie del alimento que se desea freír, se realiza normalmente en sartenes o recipientes de poca profundidad y con bajo nivel de aceite, el producto no queda totalmente cubierto por éste. La parte del alimento sumergida se fríe y la que no está en contacto con el aceite se cuece debido al vapor intenso que se va desprendiendo del mismo producto al calentarse.
- Total ("Deep frying"): Se sumerge el alimento totalmente en el aceite, se lleva a cabo en freidoras caseras o industriales o en recipiente que contiene un alto nivel de aceite, en todos los casos el producto está totalmente cubierto por el aceite y la fritura ocurre uniformemente sobre toda la superficie (BDN, S. L., 1993).

IV.2.3- El aceite y la fritura

Dentro de la gran variedad de aplicaciones que tienen los aceites y las grasas comestibles, la fritura es la aplicación en la que se somete a estos productos a las condiciones más severas.

Para lograr un proceso de fritura adecuado es necesario sumergir el alimento en un medio líquido que pueda mantener una temperatura constante y alta, sin que se pierdan las características nutricionales del mismo por efecto del calentamiento (Valenzuela, Alfonso, 2008).

El agua, por ejemplo, no sirve para estos fines ya que cambia de fase líquida a fase vapor a 100 °C, temperatura que es insuficiente para modificar la superficie de los alimentos de origen proteico o con alto contenido de hidratos de carbono. Las grasas y aceites, ya sea de origen animal o vegetal, si son adecuados para estos fines porque pueden ser sometidos a temperaturas mucho más altas sin inconvenientes de inestabilidad, dependiendo, de su composición en ácidos grasos.

Como ya se expresó anteriormente, la función del aceite durante el proceso es ser el medio transmisor del calor y a su vez aportar sabor y textura a los alimentos. El aceite se convierte en un ingrediente del alimento frito al ser absorbido por éste, por tanto la estabilidad del aceite y su grado de alteración influirán directamente en la calidad y la duración del producto frito. También es importante tener en cuenta el sabor característico de ciertas grasas, fundamentalmente de origen animal, las que pueden afectar la calidad del producto frito (Castellón, A., 2004).

La transferencia del calor al alimento por el aceite está dada por la presencia de surfactantes. Altos niveles de especies surfactantes en el aceite pueden producir un contacto excesivo entre el aceite y el alimento, lo que deriva en un producto cocido inapropiadamente, de color oscuro y excesivamente aceitoso.

El incremento de la temperatura acelera los procesos químicos y también se favorecen los procesos enzimáticos, por lo tanto las grasas o los aceites calentados tienden a degradarse con bastante rapidez, en especial si en ellos hay sustancias o residuos que actúan como catalizadores o potenciadores de las alteraciones o si inciden otros factores que las facilitan, relacionados con las condiciones de la fritura (Álvarez, A., 2004).

Entre los factores que favorecen las alteraciones del aceite durante el proceso de fritura se encuentran:

- Altas temperaturas.
- Exposición al oxígeno del aire.
- Mayor superficie de contacto aceite-aire.
- Presencia de agua desprendida por el alimento.
- Largo tiempo de proceso.

- Presencia de contaminantes metálicos.
- Acción de la luz.
- Presencia de partículas quemadas en el medio.
- Contaminación por especies químicas provenientes del alimento.

Los procesos y alteraciones que sufre el aceite durante la fritura son:

1. Hidrólisis:

Es determinada fundamentalmente por la humedad que tenga el aceite en el momento de su calentamiento o enfriamiento y durante su almacenamiento, es decir, cuando pueden existir temperaturas menores de 100°C el agua no se evapora. Durante la fritura la hidrólisis tiene poca incidencia por las altas temperaturas que la caracterizan. Hay también incidencia del agua del alimento, pero en menor grado, debido a las temperaturas existentes durante el proceso ésta se elimina como vapor.

Como consecuencia de la hidrólisis hay un incremento de ácidos grasos libres por lo que se favorece la autoxidación del aceite. Además ocurre formación de metilcetonas y lactonas en cantidades reducidas y ocurre disminución del punto de humo del aceite. Los mono y diglicéridos, consecuencia de la propia hidrólisis, son emulsionantes y por tanto promueven el proceso.

Un aceite recalentado o pirolizado da lugar a la formación de acroleína, sustancia muy irritante que puede hacer el ambiente de trabajo bastante incómodo. Se obtiene a partir de la glicerina resultante de la hidrólisis de los acilglicéridos. (Álvarez, M., 2005).

2. Oxidación:

Ocurre por la presencia del oxígeno del aire, mientras que la oxidación enzimática no tiene gran incidencia. Hay formación de hidroperóxidos y en las reacciones posteriores aparecen, hidrocarburos, lactonas, alcoholes, compuestos carbonilos, ácidos, epóxidos, etc. La presencia de estas sustancias provoca cambios sensoriales, alteraciones del olor y el sabor, conocidos como rancios, también el oscurecimiento del producto y la afectación de su palatabilidad. El sabor rancio se debe a la presencia de ácidos orgánicos de cadena corta como fórmico, acético y propiónico. Los productos de la oxidación estarán determinados por las composiciones del aceite y del alimento, y también por las condiciones del proceso.

Se sabe de la incidencia de los lípidos en el pardeamiento no enzimático de alimentos a partir de estudios realizados mayoritariamente en sistemas modelos de las reacciones proteína/lípido oxidado en comparación con otras reacciones donde ocurre también este oscurecimiento, por ejemplo la reacción de Maillard, el pardeamiento producido por el ácido ascórbico, y las reacciones de las quinonas con los grupos amino. El papel de los lípidos en las reacciones investigadas no parece ser muy diferente del papel de los

carbohidratos en Maillard o de los fenoles en el pardeamiento enzimático (Salvador Badui Dergal, 2006).

La administración de una concentración elevada de grasas oxidadas a animales de laboratorio provocó problemas en el hígado, o hepatomegalia, conjuntamente con diarreas y pérdida de peso y del apetito y en caso de consumo prolongado se observó cáncer y la muerte. En la transformación de las grasas y los aceites se generan compuestos aromáticos policíclicos derivados del antraceno, todos cancerígenos reconocidos (Álvarez, M., 2005).

La formación de los compuestos dañinos depende de las condiciones en que se efectúe el proceso. Debe aclararse que los estudios toxicológicos se realizan suministrando dietas con grandes cantidades de grasa oxidada y con grados de oxidación que pudieran no ser los que el hombre consume normalmente, por tanto no puede hacerse una total extrapolación a los humanos de los resultados obtenidos con animales.

En el proceso de fritura se dan todas las condiciones para que el aceite se oxide. Atendiendo a los factores que favorecen la oxidación existirán altas temperaturas, presencia de oxígeno del aire, elevadas cantidades de ácidos grasos insaturados (oleico, linoleico, linoléico, etc.), puede haber presencia de luz y posibilidad de existencia de metales aportados por el equipamiento utilizado. (Álvarez, M., 2005)

3. Polimerización:

Da lugar a la formación de monómeros y dímeros, muchos de ellos tóxicos, además oscurecen el aceite. Los polímeros favorecen la formación de espuma y por tanto se incrementa el proceso oxidativo. Hay aumento de la viscosidad y un mayor arrastre de aceite por el producto frito. Aparece una capa de polímeros adherida a las paredes de la freidora e inclusive en la superficie del aceite que es difícil de eliminar. Existen polímeros de origen oxidativo y de origen térmico. (Álvarez, M., 2005).

Se han expresado criterios con relación a que los polímeros de alta masa molar no son digeribles, por lo que tienen poca importancia en cuanto a la nutrición y la salud de los consumidores, además se ha observado que las grasas usuales en condiciones normales de fritura industrial solo producen una cantidad reducida de estos compuestos. Los monómeros y dímeros, polímeros de baja masa molar, si son absorbidos por la pared intestinal y muchas de estas sustancias están reconocidas como tóxicas o potencialmente cancerígenas, por ejemplo el benzopireno producido por la ciclación del colesterol. (Salvador Badui Dergal, 2006).

Estos procesos deteriorantes pueden ocurrir en las grasas y aceites visibles, así como también en los lípidos no visibles que forman parte de los alimentos, inclusive a concentraciones menores al 1% (Álvarez, M., 2005).

Los principales criterios para la selección del aceite de fritura son:

- Estabilidad frente al calentamiento, al almacenamiento y a las condiciones reales de uso según la infraestructura con que se cuente.
- Punto de fusión; es muy importante dado que determina la apariencia de la superficie del producto y la palatabilidad de la grasa presente, dependiendo de la temperatura a la que se consuma el mismo, ya que por debajo del punto de fusión de la grasa se produce una sensación desagradable al paladar.
- Precio y disponibilidad.

El uso de grasas o de aceites vegetales hidrogenados se excluye de toda recomendación nutricional, debido al riesgo potencial para la salud que significa el consumo de ácidos grasos saturados y con isomería trans. Por ello se debe evitar o restringir su uso en el proceso de fritura.

Los aceites en los que predominan los ácidos grasos insaturados son mucho más adecuados desde el punto de vista nutricional, pero presentan desventajas en cuanto a su estabilidad. A mayor grado de insaturaciones, el aceite va a ser menos estable frente a las temperaturas que se alcanzan durante el proceso de fritura. Las elevadas temperaturas, superiores al punto de humo del aceite, pueden deteriorar seriamente la composición química del mismo, si este es muy insaturado, lo que incide en la salud del consumidor y en la calidad sensorial del producto frito (Álvarez, M., 2005).

La importancia del aceite utilizado en la fritura es determinante, tanto en cuanto a la calidad sensorial y nutricional de la fritura resultante, como desde un punto de vista del rendimiento y del costo.

Estos aspectos están muy relacionados con la composición en ácidos grasos de los aceites utilizados. Idealmente el mejor aceite para fritura debería ser un producto de consistencia líquida a temperatura ambiente, que no sea deteriorado por el calor aplicado en forma continua o intermitente, que no imparta mal sabor u olor al producto que se fríe, que no presente los efectos negativos atribuidos a los ácidos grasos saturados e hidrogenados, y con un costo razonable.

Algunos componentes, naturales, minoritarios de los aceites, son:

- Los tocoferoles, con acción antioxidante.
- Determinados esteroides que pueden retardar la polimerización a temperaturas similares a las de fritura.
- El escualeno y los fosfogliceridos que favorecen la reducción de la velocidad de degradación de los ácidos grasos insaturados.

Pueden afectarse por las temperaturas del proceso y la presencia del oxígeno.

IV.2.4- Freidoras

Las freidoras deben cumplir con una serie de requisitos para garantizar resultados satisfactorios con su utilización, entre los que se encuentran: (Gurutze, Castrillo Sáenz 2009).

1. No presentar zonas o esquinas muertas que dificulten la renovación del aceite.
2. No aportar trazas de metales al aceite. Preferentemente deben estar construidas de acero inoxidable.
3. Superficie de contacto aceite-aire, la menor posible.
4. Poseer tapa para evitar que la luz incida sobre el aceite. La misma debe permitir la instalación de un sistema de extracción de humos, recogerá y canalizará el vapor, las sustancias volátiles y las pequeñas gotas de aceite arrastradas. Es importante que la posible condensación de estos humos no gotee dentro de la freidora. Una aspiración muy intensa puede producir el enfriamiento del aceite.
5. Ubicación de la fuente de calentamiento del aceite que permita que el mismo alcance la temperatura adecuada, sin necesidad de elevar excesivamente la temperatura en ese punto para compensar las pérdidas ocasionadas por el recorrido. Se requiere además la presencia de un termostato para garantizar la temperatura mínima necesaria y evitar variaciones bruscas en la misma.
6. En aquellas freidoras con cinta o estera, su velocidad debe ser variable para permitir fijar la mejor relación tiempo/temperatura de fritura y garantizar la calidad del producto.
7. Ubicación de un filtro, en la propia freidora o cerca del intercambiador de calor, que elimine las partículas de producto que se requeman y carbonizan en el aceite
8. Facilidad de limpieza.

IV.2.5- Buenas prácticas de fritura

Obtener alimentos fritos con calidad sanitaria requerida y calidad sensorial característica, que el aceite se mantenga dentro de los límites de calidad adecuados y que además la frituras sea lo más rentable posible requieren de la aplicación de las buenas prácticas durante el proceso de fritura (INTI, 2011).

Entre las buenas prácticas del proceso de fritura se encuentran:

- Aceite de buena calidad y estabilidad frente al calentamiento, a las temperaturas requeridas por el proceso.
- Alimento con las condiciones para el proceso.

- Temperaturas lo más bajas posible, compatibles con productos fritos de buena calidad (175-185 °C).
- Proporción correcta entre aceite y alimento.
- Freidora apropiada.
- Filtrado frecuente del aceite.
- Vaciado y limpieza frecuente del equipo.
- Recambio del aceite en el momento justo.
- Análisis frecuente del aceite durante su uso.
- Conservación-reutilización adecuada del aceite.
- Posible uso de antioxidantes.
- Preparación y educación adecuada del personal involucrado.

Se recomienda no efectuar la fritura a temperaturas mayores de 180 °C con largos periodos de calentamiento y sin adición de aceite fresco. La fritura será tapada y el recipiente no debe desprender metales, hay que garantizar la salida del vapor para eliminar los compuestos volátiles. Otro aspecto es mantener el aceite a baja temperatura mientras no se utilice, además de emplear aceites de elevada estabilidad térmica (Álvarez, M., 2005).

Existen diferencias sustanciales entre la fritura industrial y la hogareña, de restaurantes y de alimentos rápidos. Mientras que en la primera predominan los procesos continuos, reponiéndose aceite fresco a medida que este es consumido por el alimento y prácticamente no se descarta aceite, generalmente hay adición constante de aceite fresco, en las otras los procesos son discontinuos. En restaurantes y alimentos rápidos es crítica la posibilidad de reutilizar el aceite y establecer criterios objetivos para determinar el momento de descarte por pérdida de calidades sensorial y nutricional.

En los hogares, donde los aceites se usan normalmente durante periodos de tiempo mucho más cortos y se desechan después de haberse utilizado una o dos veces, los problemas de estabilidad del aceite tienen una menor importancia. Por otra parte, en las operaciones de servicios de comidas preparadas, donde el calentamiento es intermitente y los aceites pueden usarse durante prolongados periodos de tiempo, su estabilidad es determinante.

IV.3- Salud en relación con la alimentación

El consumo excesivo de grasas, ácidos grasos saturados y colesterol se asocia con algunos tipos de cáncer, obesidad y enfermedades cardiovasculares, lo que constituye una de las principales causas de mortalidad en todo el mundo (Marta Gisbert Viquer, 2010).

Para mejorar el perfil lipídico de los alimentos existen diferentes estrategias, tales como la reducción de grasa y la sustitución de grasa animal por grasa vegetal o de pescado y fibras, entre otros.

Los hábitos alimentarios son los principales aspectos no genéticos relacionados con la salud, que presentan un importante papel en la prevención de enfermedades (OMS, 2003). Consecuentemente, el conocimiento de la influencia que tiene la dieta en la salud y la identificación de ingredientes, procesos y desarrollos de aquellos alimentos que permitan maximizar los beneficios de la alimentación en la salud humana, resulta fundamental a fin de ofrecer productos alimentarios más saludables.

Los niveles elevados de colesterol sérico y de lipoproteínas de baja densidad (LDL) constituyen factores de alto riesgo de aterosclerosis y de enfermedades coronarias. El grado de riesgo de éstos y otros factores puede variar, entre otros, según: el tipo y nivel de consumo de ácidos grasos, el porcentaje de energía que aporta el total de las grasas, el colesterol presente en los alimentos, los niveles de lipoproteínas, el consumo de antioxidantes y de fibra, los niveles de actividad y el estado de salud (Marta Gisbert Viquer, 2010).

Es por ello que existe una gran cantidad de estudios relativos a la modificación del perfil lipídico. Para ello, se han llevado a cabo diferentes estrategias, como la sustitución parcial o total de la grasa animal por aceite vegetal o de pescado, empleo de frutos secos en la formulación y adición de fibra vegetal, entre otros.

Sin embargo, sumado a las dificultades tecnológicas que ello implica, uno de los potenciales problemas de la sustitución de grasa animal por otros tipos de grasas es la aceleración de los procesos oxidativos, debido a un incremento de los ácidos grasos insaturados. Por otra parte, los cambios en la composición de los productos conllevan modificaciones en las características sensoriales del producto, lo que generalmente disminuye la aceptabilidad del consumidor.

Marco Experimental

V- Marco Experimental

Los materiales y equipamientos utilizados durante la elaboración de los alimentos fritos, así también como para las determinaciones analíticas realizadas, detallando las técnicas analíticas empleadas.

V.1- Equipamiento.

Equipamiento para la fritura

1. Freidora casera con termostato.



Figura 4: Freidora por inmersión.

2. Cuchillo grande.

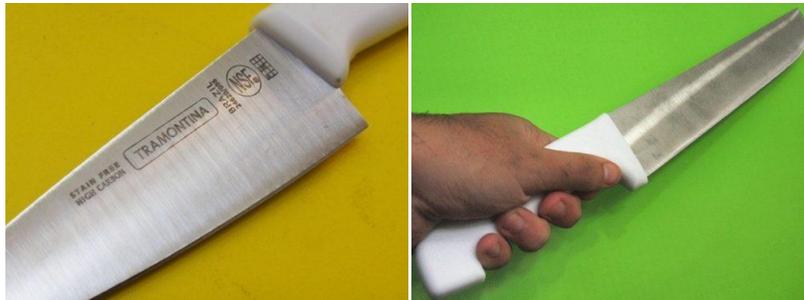


Figura 5: Cuchillo grande.

3. Sartén clásico.



Figura 6: Sartén clásico.

4. Frascos de vidrio tapa metálica a rosca, capacidad: 390g.



Figura 7: Frascos de Vidrio grandes.

5. Frasco de vidrio tapa metálica a rosca, capacidad: 30ml.



Figura 8: Frascos de Vidrio chicos.

6. Pela papa.



Figura 9: Pela Papa.

7. Cucharon sopero.



Figura 10: Cucharon metálico.

8. Tabla de madera para cortar.



Figura 11: Tabla de madera.

9. Fuentes de acero inoxidable.



Figura 12: Fuentes de Acero Inoxidable.

10. Cocina con horno a gas.



Figura 13: Cocina con horno a gas doméstica.

Condiciones operativas:

1. La relación aceite-alimento en la fritura por inmersión fue de 1:1 para cada tipo de alimento. Para la fritura superficial fue de 1:10 (1 de aceite: 10 de alimento).
2. Para la fritura por inmersión se utilizó una temperatura en 180°C (indicada a partir del termostato) tanto para la fritura con aceite de oliva como para la fritura con aceite de girasol. Para la fritura superficial se usó una temperatura de 180°C \pm 10°C debido a que se controló con una termocupla la temperatura y se aumentaba o disminuía la llama.

3. Cuando se realizaron las frituras por repetición (inmersión), no se cambió el aceite de la freidora, si se fue colocando alimento nuevo simulando lo que se realiza en forma habitual en los locales de comidas.

Equipamiento de laboratorio utilizado

1. Balanza analítica de precisión mínima 0,0001 g, marca Shimadzu: Utilizada para pesar muestras.
2. Estufa: Para determinar humedad de las muestras.
3. Heladera: las muestras se conservaron refrigeradas.
4. Vasos de precipitado: Utilizados en la etapa de preparación inicial de la muestra.
5. Equipo de destilación soxhlet. Incluye material de vidrio y focos de 60 watts.
6. Mortero de cerámica: Usado para preparar las muestras para extracción de lípidos por método soxhlet.
7. Cuchara metálica: Utilizado para pesar en la balanza la cantidad de muestra necesaria para determinar humedad y grasas.
8. Desecador de vidrio: Para dejar enfriar las muestras luego de determinar su humedad.
9. Crisol de vidrio: Utilizado para determinar humedad.
10. Pinza metálica: Su finalidad es el traslado de material de vidrio u otro cuando está caliente.
11. Mufla: Utilizada para determinación de cenizas.
12. Crisol de porcelana: Usado para determinar cenizas

Equipamiento cromatográfico (perteneciente a INTI)

- a) Ácidos Grasos determinados por cromatografía gaseosa, por el método de la Norma ISO 5508 – 90, siendo esta la técnica oficial del COI (Consejo Oleícola Internacional).

Drogas y reactivos

Solventes y soluciones de trabajo:

Éter etílico: utilizado para la extracción de grasas en el método soxhlet y para la extracción de grasas en el método cromatográfico.

V.2- Metodología

1.1. Evaluación del contenido de grasas totales de las materias primas utilizadas

Para determinar la variación de la composición de los alimentos/aceites empleados en las diferentes frituras, se procedió a determinarles contenido total de grasas y perfil de ácidos grasos.

Una vez caracterizada la materia prima se procedió a realizar las diferentes frituras.

1.2. Proceso de Fritura

Para analizar el comportamiento de los dos aceites en cuestión (aceite de oliva virgen extra y aceite de girasol) se realizaron distintas frituras experimentales de tres alimentos distintos entre sí:

1. Papas (alimento no graso), las cuales fueron cortadas con un corta papas en bastones de 10 mm alto x 10 mm sección x 10 cm de largo.



Figura 14: Papas crudas.

2. Papas pre-fritas (alimento semi graso) congeladas, marca: Farm Frites, las cuales venían en bastones de 0,8 mm x 0,8 mm x 12 cm.



Figura 15: Papas Congeladas crudas.

3. Panceta (alimento graso): en este caso el alimento se cortó en tiras de 5 cm de largo x 2 cm de ancho x 3 cm de alto, con cuchillo.



Figura 16: Panceta Cruda.

Fritura por Inmersión

Las frituras se realizaron en una freidora eléctrica con termostato bajo las siguientes condiciones descritas en el cuadro 2:

Cuadro 2: Fritura por inmersión.

Temperatura del Aceite	180 °C
Cantidad de Aceite total	15 L fraccionado en tres, 5 L por cada alimento
Cantidad de Alimento	200 g por fritura. Se tomó esta cantidad para que fuera similar a la empleada en la fritura superficial.
N° de frituras	4 por cada alimento

Fritura por Superficie

Las frituras se realizaron en una sartén de uso doméstico bajo las siguientes condiciones presentes en el cuadro 3:

Cuadro 3: Fritura por superficie.

Temperatura del Aceite	180 °C-190 °C
Cantidad de Aceite total	3 L fraccionado en tres, 1L por cada alimento
Cantidad de Alimento	100 g por fritura. Se tomó esta cantidad por el tamaño de la sartén.
N° de frituras	4 por cada alimento

Fritura por repetición

Cuando se realizaron las frituras por repetición, no se cambió el aceite de la freidora, y en cada fritura se fue colocando alimento crudo (panceta) simulando lo que se realiza en forma habitual en los locales de comidas. Esto se llevó a cabo en la freidora eléctrica por inmersión. Por cada fritura se fue extrayendo muestras de aceites para observar como este fue evolucionando a medida que se recalienta, y a medida que aumentan las cantidades de frituras a las que estuvo expuesto.

Esta fritura se realizó solamente con panceta debido a que es un alimento con gran cantidad de grasas saturadas, siendo este tipo de alimento el que más modificaría al aceite empleado en las repeticiones.

También es necesario aclarar que en esta fritura solo se trabajó con aceite de girasol, debido a que en los locales de comidas rápidas es el aceite más utilizado, simulando de esta manera las condiciones operativas de los restaurantes para este trabajo, las condiciones se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4: Fritura por repetición.

Temperatura del Aceite	180°C
Cantidad de Aceite total	5 Litros
Cantidad de Alimento	200 g por fritura
N° de frituras	10 en total

Tiempos

- Para la fritura por inmersión los alimentos se frieron durante 5 minutos, dejando 5 minutos de tiempo entre cada una de las frituras para permitir que se alcance nuevamente la temperatura de 180°C.
- Para la fritura en superficie los alimentos se frieron durante 10 minutos, una vez terminada la fritura se colocaba nuevamente aceite y se controlaba la temperatura con un termómetro hasta llegar a los 180°C y recién ahí se volvía a colocar el alimento para ser freído.

Las muestras de los distintos tipos de alimentos se tomaron de la siguiente manera:

Se tomó muestra de los aceites crudos, tanto del aceite de oliva como del aceite de girasol. Los cuales se colocaron en frascos de vidrio para su posterior análisis (Tres repeticiones).



Figura 17: Aceites Crudos en Frascos.

Se tomaron muestras de los alimentos sin freír: -Papa cruda, -Papa pre-frita y -Panceta. Los que se colocaron en frascos de vidrio para su posterior análisis (Tres repeticiones).



Figura 18: Papas Crudas en Frascos.

Al finalizar la fritura por inmersión de los alimentos se extrajo el alimento frito y se lo colocó en un frasco de vidrio para su posterior análisis (Cuatro repeticiones por alimento y tipo de aceite).



Figura 19: Papas Fritas sacadas de la Freidora por inmersión.

Al mismo tiempo que se finalizó la fritura de cada alimento por inmersión se extrajo una muestra del aceite que se utilizó y se colocó en frasco de 30ml de vidrio para su posterior análisis (Cuatro repeticiones por alimento y tipo de aceite).



Figura 20: Extracción de aceite en frascos chicos.

Una vez acabada la fritura por superficie de los alimentos se extrajo el alimento frito y se lo colocó en un frasco de vidrio para su posterior análisis se trabajó con papa cruda y con panceta (Cuatro repeticiones por alimento).



Figura 21: Papa y Panceta Fritas en Sartén.

Al término de la fritura por superficie de los alimentos se extrajo, además una muestra del aceite que se utilizó y se colocó en un frasco de vidrio de 30 ml para su posterior análisis, se trabajó solo con aceite de girasol.

En la fritura reiterada lo que se hizo fue lo siguiente: Por cada fritura que se realizaba se tomaba una muestra de aceite terminada la misma y se la colocaba en frascos de vidrio de 30 ml para su posterior análisis. Se realizaron 10 repeticiones de fritura en el mismo aceite. Se utilizó solo aceite de girasol y todas las frituras se hicieron con panceta, dado que por su contenido graso la panceta sería el alimento que más afectaría al aceite empleado. Las muestras fueron extraídas por triplicado.



Figura 22: Extracción de aceite re frito y colocación en frascos chicos.

Las muestras que se obtuvieron fueron las siguientes:

- Para la papa (alimento no graso):
 - Papa cruda.
 - Papa frita en aceite de oliva por inmersión.
 - Papa frita en aceite de girasol por inmersión.
 - Papa frita en aceite de girasol en superficie.
- Para la papa pre-frita (alimento semi-graso):
 - Papa pre-frita cruda.
 - Papa pre-frita frita en aceite de oliva por inmersión.
 - Papa pre-frita frita en aceite de girasol por inmersión.
- Para la panceta (alimento graso):
 - Panceta cruda.
 - Panceta frita en aceite de oliva por inmersión.
 - Panceta frita en aceite de girasol por inmersión.
 - Panceta frita en aceite de girasol en superficie.
- Para el aceite de oliva:
 - Aceite de oliva crudo.
 - Aceite de oliva extraído de la fritura de papa cruda por inmersión.
 - Aceite de oliva extraído de la fritura de papa pre-frita por inmersión.
 - Aceite de oliva extraído de la fritura de panceta por inmersión.
- Para el aceite de girasol:
 - Aceite de girasol crudo.
 - Aceite de girasol extraído de la fritura de papa cruda por inmersión.
 - Aceite de girasol extraído de la fritura de papa pre-frita por inmersión.

- Aceite de girasol extraído de la fritura de panceta por inmersión
- Aceite de girasol extraído de la fritura de papa cruda en superficie.
- Aceite de girasol extraído de la fritura de panceta en superficie.
- Aceite de girasol en la fritura reiterada:
 - Aceite utilizado dos veces.
 - Aceite utilizado tres veces
 - Aceite utilizado cuatro veces.
 - Aceite utilizado cinco veces
 - Aceite utilizado seis veces.
 - Aceite utilizado siete veces
 - Aceite utilizado ocho veces.
 - Aceite utilizado nueve veces.
 - Aceite utilizado diez veces.

V.2.1 - Frituras por inmersión

La fritura por inmersión se realizó en una freidora eléctrica, la misma antes de ser usada fue controlada en los siguientes puntos:

- Se controló que el termostato funcionara de manera correcta, a partir de controlar la temperatura digitada por el termostato con un termómetro termocupla. Además se controló la oscilación de la temperatura la cual fue de +/- 0,5 °C.
- Se realizó un cambio de filtro a la freidora.



Figura 23: Cambio de filtro en la freidora ATMA.

- Se limpió previamente a su uso con aceite de girasol calentado en la misma para favorecer el desprendimiento de aceite anterior quemado.
- Se controló el buen cierre de la freidora, evitando contacto del exterior con el interior de la misma.
- Al momento de llevar a cabo las frituras se volvía a controlar las temperaturas antes del agregado de alimento a freír.

Metodología en la fritura por inmersión:

- 1) Antes del encendido de la freidora se agrega el aceite a utilizar en una relación aceite-alimento de 1:1 para cada tipo de alimento.



Figura 24: Agregado de Aceite en la Freidora ATMA.

- 2) Luego se conecta la freidora a la fuente de energía eléctrica y se le indica la temperatura a la que se quiere llegar a partir del termostato.
- 3) Antes de agregar el alimento se controla la temperatura del aceite con el termómetro termocupla.



Figura 25: Control de Termostato.

- 4) Se agrega el alimento a freír (no graso, graso o semi-graso).



Figura 26: Fritura de Alimento no graso (Papa).

- 5) Se cierra la tapa del equipo y se deja freír durante un periodo de 5 minutos, el cual se controla por cronómetro.

- 6) Pasado los 5 minutos se retira el alimento frito con una espumadera y se deja enfriar en un plato con una servilleta de papel, la cual absorbía el exceso de aceite.



Figura 27: Extracción de papa con la espumadera de la freidora y enfriado de papas fritas.

- 7) Una vez frío el alimento se coloca en frascos de vidrio y se lleva a heladera para su mejor conservación.



Figura 28: Extracción de aceite de la freidora y colocación en frascos chicos.

- 8) Mientras se realizan los pasos 6 y 7 la freidora se estabiliza nuevamente hasta llegar a los 180°C (temperatura a la que fue configurada).
- 9) Nuevamente se realiza un control de la temperatura.
- 10) Una vez terminada la fritura se realiza una extracción de muestra de aceite en caliente y se la coloca en frascos de vidrio tal como se indicó antes.
- 11) Se deja enfriar el frasco, luego se lo envuelve en diario y se lo lleva a heladera para su mejor conservación.



Figura 29: Enfriado de frascos chicos y envolvimiento en diario.

Todos estos pasos fueron repetidos, en cada una de las frituras por inmersión realizadas.

V.2.2 - Fritura en superficie

La fritura en superficie se realizó en una sartén de 30 cm de diámetro. Los puntos a tener en cuenta en esta sartén fueron:

- 1) Se controló que la sartén no estuviese deformada, evitando de esta manera acumulación de aceite en algunas zonas de la misma y escases de aceites en otras. Si la sartén estuviese deformada provocaría, además de lo dicho en la oración anterior, zonas en donde la temperatura superaría los 180 °C a la cual quiere llegarse.
- 2) Se observó el estado higiénico sanitario de la fuente, realizándose una limpieza previa a su utilización con aceite de girasol en caliente.
- 3) Se estableció el tamaño de llama de la hornalla para mantener la temperatura de 180°C lo más estable posible. Esto se logro con un termómetro termocupla e indicando en la cocina la posición que debía tener la perilla para mantener la temperaturas lo más homogénea posible. La oscilación de la temperatura en este caso fue de $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

En cada frituras se controlaba la temperatura.

Metodología en la fritura superficial:

- 1) Antes de colocar la sartén en la hornalla se agrega el aceite en una relación de 1:10 (1 de aceite: 10 de alimento).



Figura 30: Agregado de aceite para la fritura por sartén.

- 2) Luego se coloca la sartén en la hornalla (encendida y con una llama previamente controlada) y se controla el aumento de la temperatura con un termómetro termocupla hasta llegar a la temperatura deseada.
- 3) Se agrega el alimento a freír (no graso o graso).
- 4) Se fríe durante un periodo de 10 minutos, el cual se controla por cronómetro.



Figura 31: Fritura de papas por sartén.

- 5) Pasado los 10 minutos se retira el alimento frito con una espumadera y se deja enfriar en un plato con una servilleta de papel, la cual absorbe el excedente de aceite.



Figura 32: Extracción de papas fritas con espumadera.

- 6) Una vez frío el alimento se coloca en frascos y se lleva a heladera para su mejor conservación.
- 7) Mientras se realizan los pasos 5 y 6 se retira el aceite de la sartén y se coloca en frascos. Nuevamente se agrega aceite a la sartén y se deja calentar hasta que la temperatura llegue a los 180°C deseados, repitiendo todos los pasos.



Figura 33: Extracción de aceite y colocación en frascos grandes.

Todos estos pasos fueron repetidos, en cada una de las frituras por superficie realizadas.

V.2.3- Frituras reiteradas en un mismo aceite

Con esto se intenta simular lo que se realiza en restaurante y/o en casas de familia, en las cuales se realizan frituras sin cambiar el aceite empleado.

La fritura reiterada se realizó en la misma freidora eléctrica que se usó para la fritura por inmersión. Los puntos clave para tener en cuenta antes de usar la freidora fueron los mismos que los citados en la “fritura por inmersión”.

Se debe aclarar que la fritura por reiteración se realizó con un solo alimento, el cual fue panceta (graso), con un solo aceite (girasol) y con un solo método de fritura (inmersión).

Metodología en la fritura reiterada:

- 1) Antes del encendido de la freidora se agrega el aceite a utilizar en una relación aceite-alimento de 1:1 para la panceta.
- 2) Se enciende la freidora y se le programa la temperatura a 180 °C.
- 3) Antes de agregar el alimento se controla con el termómetro termocupla.
- 4) Se agrega el alimento a freír (panceta).
- 5) Se cierra la tapa del equipo y se frie durante un periodo de 5 minutos, el cual se controla por cronómetro.
- 6) Pasado los 5 minutos se retira el alimento frito con una espumadera.
- 7) A partir de la segunda fritura consecutiva se comienza a extraer las muestras de aceite con un cucharón y se coloca en frasco de vidrio, estos se dejan enfriar y se conservan en heladera.



Figura 34: Extracción de aceite de las frituras por repetición y colocación en frascos chicos.

- 8) Se deja que la freidora recupere la temperatura que ha perdido y se estabiliza nuevamente hasta llegar a los 180°C.
- 9) Nuevamente se realiza un control de la temperatura. Y se introduce panceta fresca.

Todos estos pasos fueron repetidos, sin cambiar el aceite, hasta llegar a una fritura reiterada en el mismo aceite de diez veces.

Resultados

VI- Resultados

VI.1- Humedad y contenido de grasa de panceta

Cuadro 5: Porcentaje de humedad y de grasa para panceta.

Muestras	H %	Grasas %
<i>Panceta Cruda</i>	48,03	50,40
<i>Panceta frita en sartén girasol</i>	19,34	61,39
<i>Panceta frita en girasol inmersión</i>	22,36	47,86
<i>Panceta frita en oliva inmersión</i>	24,85	46,60

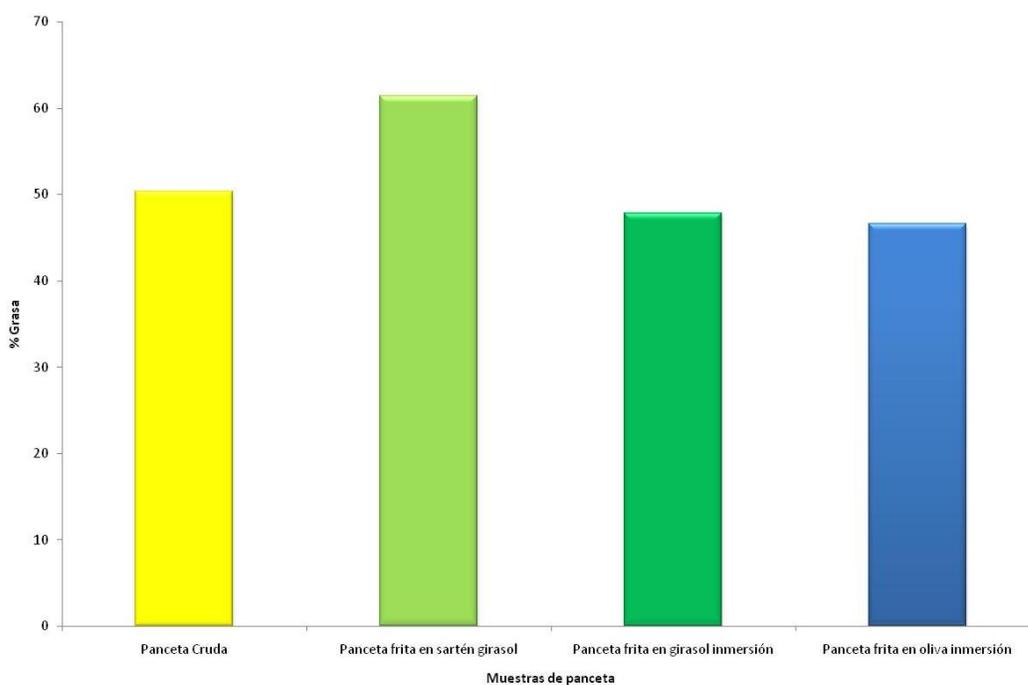


Figura 35: Porcentaje de grasa para la panceta.

Cuadro 6: interpretación de resultados para la Cuadro 5 y la figura 35.

Producto	Fritura con aceite de oliva	Fritura con aceite de girasol
Panceta frita por inmersión	Disminuye el contenido de grasa total	Disminuye el contenido de grasa total
Panceta frita en sartén	-----	Aumenta el contenido de grasa total

VI.2- Humedad y contenido de grasa papas fritas congeladas

Cuadro 7: Porcentaje de humedad y de grasa para papas congeladas.

Muestras	H %	Grasas %
<i>Papa frita congelada</i>	77,50	8,10
<i>Papa frita congelada frita en oliva inmersión</i>	58,76	20,30
<i>Papa frita congelada frita en girasol inmersión</i>	61,71	18,09

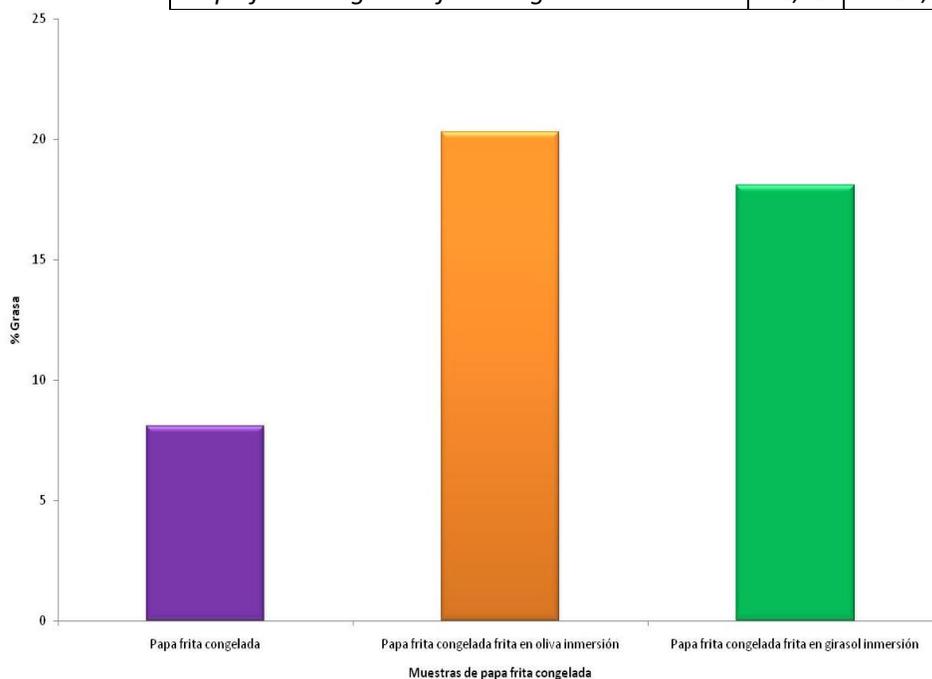


Figura 36: Porcentaje de grasa para la papa congelada.

Cuadro 8: Interpretación de resultados para la Cuadro 7 y la figura 36.

Producto	Fritura con aceite de oliva	Fritura con aceite de girasol
Papa congelada frita por inmersión	Aumenta el contenido de grasa total	Aumenta el contenido de grasa total

VI.3- Humedad y contenido de grasa para papas cruda (alimento no graso)

Cuadro 9: Porcentaje de humedad y de grasa para papas.

Muestras	H %	Grasas %
<i>Papa cruda</i>	85,02	0,07
<i>Papa frita en oliva por inmersión</i>	62,45	26,35
<i>Papa frita en oliva por sartén</i>	60,80	19,81
<i>Papa frita en girasol por inmersión</i>	58,10	18,09
<i>Papa frita en girasol por sartén</i>	57,75	14,30

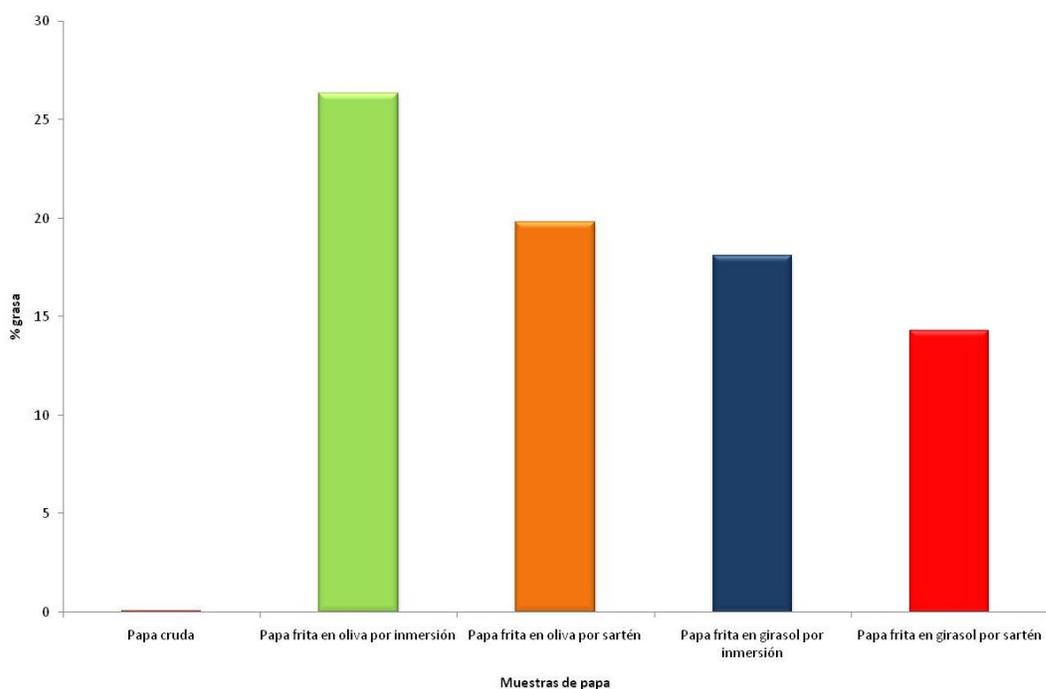


Figura 37: Porcentaje de grasa para la papa crudas.

Cuadro 10: Interpretación de resultados para la Cuadro 9 y la figura 37.

Producto	Fritura con aceite de oliva	Fritura con aceite de girasol
Papa frita por inmersión	Aumenta el contenido de grasa total	Aumenta el contenido de grasa total
Papa frita en sartén	Aumenta el contenido de grasa total	Aumenta el contenido de grasa total

VI.4- Determinación de perfil de ácidos grasos en alimentos.

Cuadro 11: Resultado de la cromatografía para las muestras de papas.

Cromatografía de Ácidos grasos; Porcentaje de ésteres metílicos	Papa sin freír g%g de grasa	Papa frita oliva Inmersión g%g de grasa	Papa frita girasol inmersión g%g de grasa	Papa frita girasol sartén g%g de grasa	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite de oliva g%g de grasa
Ácido Mirístico	-----	<0,01	0,08	0,13	0,08	<0,01
Palmitico	21,73	14,16	6,68	10,12	6,40	14,11
Palmitoleico	-----	1,42	0,13	0,22	0,12	1,43
Heptadecanoico	-----	0,08	0,05	0,06	0,04	0,08
Estearico	6,85	1,96	3,19	4,93	3,06	1,94
Oleico	41,32	69,90	34,28	42,57	33,29	69,91
Linoleico	21,99	10,67	54,12	24,79	55,20	10,64
Linolénico	8,11	0,80	0,12	-----	0,08	0,76
Araquídico	-----	0,35	0,27	0,34	0,27	0,34
Behénico	-----	<0,01	0,58	2,16	0,56	0,10

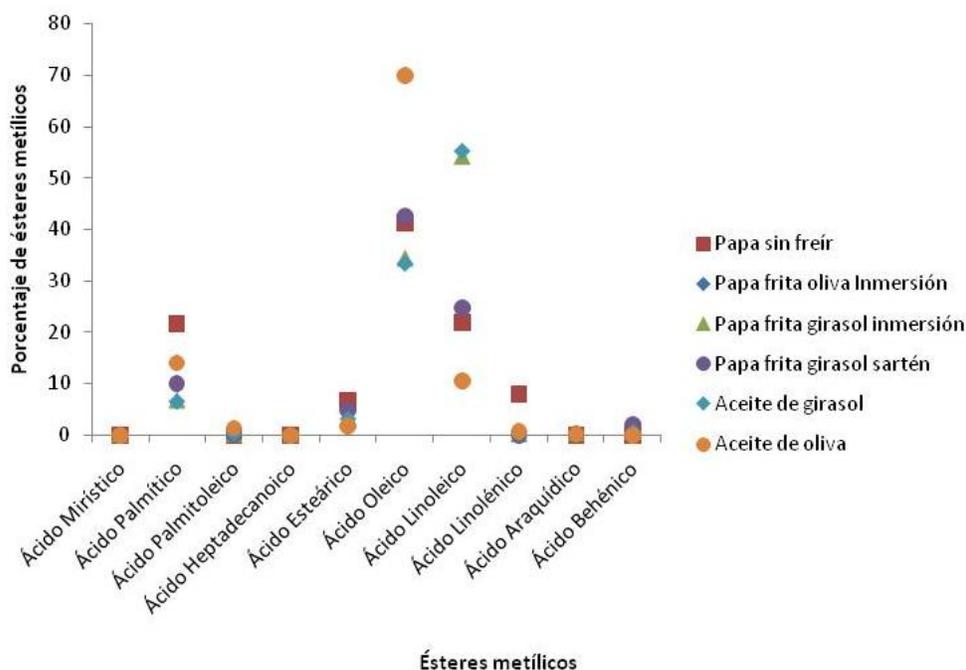


Figura 38: Cromatografía para las muestras de papa.

Cuadro 12: Interpretación de resultados para la Cuadro 11 y la figura 38.

Producto	Fritura con aceite de oliva	Fritura con aceite de girasol
Papa frita por inmersión	Adquiere el perfil lipídico del aceite	Adquiere el perfil lipídico del aceite
Papa frita en sartén	-----	Modifica su perfil lipídico disminuyendo el contenido de ácidos grasos poliinsaturados por rotura de dobles ligaduras y presencia de O ₂ .

Cuadro 13: Perfil de ácidos grasos considerando el contenido graso de las papas crudas.

Cromatografía de Ácidos grasos; Porcentaje de ésteres metílicos	Papa sin freír g%g de grasa	Papa frita oliva Inmersión g%g de grasa	Papa frita girasol inmersión g%g de grasa	Papa frita girasol sartén g%g de grasa	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite de oliva g%g de grasa
Ácido Mirístico	-----	<0,01	0,01	0,02	0,08	<0,01
Palmítico	0,02	3,73	1,21	1,45	6,40	14,11
Palmitoleico	-----	0,37	0,02	0,03	0,12	1,43
Heptadecanoico	-----	0,02	-----	-----	0,04	0,08
Esteárico	-----	0,52	0,58	0,69	3,06	1,94
Oleico	0,03	18,42	6,20	6,09	33,29	69,91
Linoleico	0,02	2,81	9,79	3,54	55,20	10,64
Linolénico	-----	0,21	0,02	-----	0,08	0,76
Araquídico	-----	0,09	0,05	0,05	0,27	0,34
Behénico	-----	<0,01	0,10	0,31	0,56	0,10

En el Cuadro 5 se observa el perfil real de ácidos grasos que ingeriríamos al consumir papas fritas, utilizando distintos aceites y tipos de frituras. Observando que la papa frita por inmersión en aceite de oliva posee un buen aporte de ácido oleico.

Cuadro 14: Resultado de la cromatografía para las muestras de papa Congelada (alimento semi-graso).

Cromatografía de Ácidos grasos; porcentaje ésteres metílicos	Papa congelada g%g de grasa	Papa congelada frita en oliva inmersión g%g de grasa	Papa congelada frita en girasol inmersión g%g de grasa	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite de oliva g%g de grasa
Ácido Mirístico	4,39	<0,01	0,04	0,08	<0,01
Palmitico	8,33	13,14	7,43	6,40	14,11
Palmitoleico	0,67	1,29	0,14	0,12	1,43
Heptadecanoico	0,11	0,07	0,06	0,04	0,08
Estearico	5,21	2,04	3,63	3,06	1,94
Oleico	28,12	70,93	42,10	33,29	69,91
Linoleico	2,40	10,64	40,18	55,20	10,64
Linolénico	0,19	0,70	0,06	0,08	0,76
Araquídico	0,43	0,34	0,30	0,27	0,34
Behénico	2,66	0,17	0,81	0,56	0,10

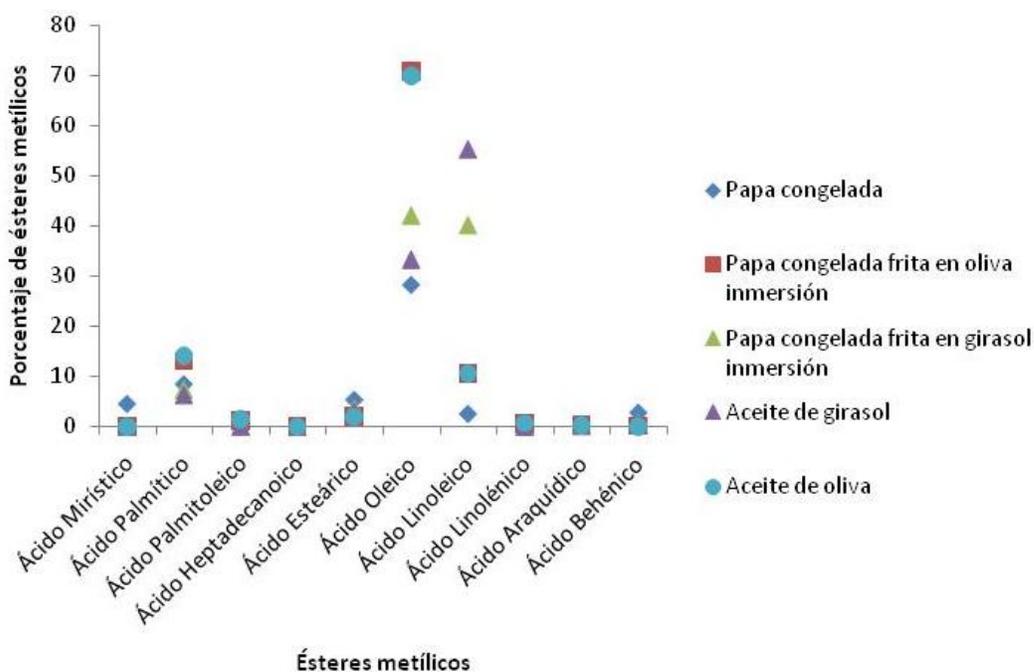


Figura 39: Cromatografía para las muestras de papa congeladas.

Cuadro 15: Interpretación de resultados para la Cuadro 14 y la figura 39.

Producto	Fritura con aceite de oliva	Fritura con aceite de girasol
Papa congelada frita por inmersión	Adquiere el perfil lipídico del aceite	Adquiere el perfil lipídico del aceite.

Cuadro 16: Resultado de la cromatografía para las muestras de panceta (graso)

Cromatografía de Ácidos grasos; porcentaje ésteres metílicos	Panceta cruda g%g de grasa	Panceta frita en sartén en girasol g%g de grasa	Panceta frita en oliva Inmersión g%g de grasa	Panceta frita en girasol inmersión g%g de grasa	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite de oliva g%g de grasa
Ácido Mirístico	1,50	1,33	1,07	1,40	0,08	<0,01
Palmítico	25,05	23,42	21,09	24,21	6,40	14,11
Palmitoleico	2,93	2,25	2,37	2,44	0,12	1,43
Heptadecanoico	0,31	0,39	0,30	0,32	0,04	0,08
Esteárico	12,98	11,17	8,88	11,63	3,06	1,94
Oleico	43,37	41,76	49,20	43,55	33,29	69,91
Linoleico	9,42	13,72	12,65	10,65	55,20	10,64
Linolénico	0,54	0,42	0,79	0,26	0,08	0,76
Araquídico	0,22	0,26	0,26	0,25	0,27	0,34
Behénico	<0,01	0,29	<0,01	0,60	0,56	0,10

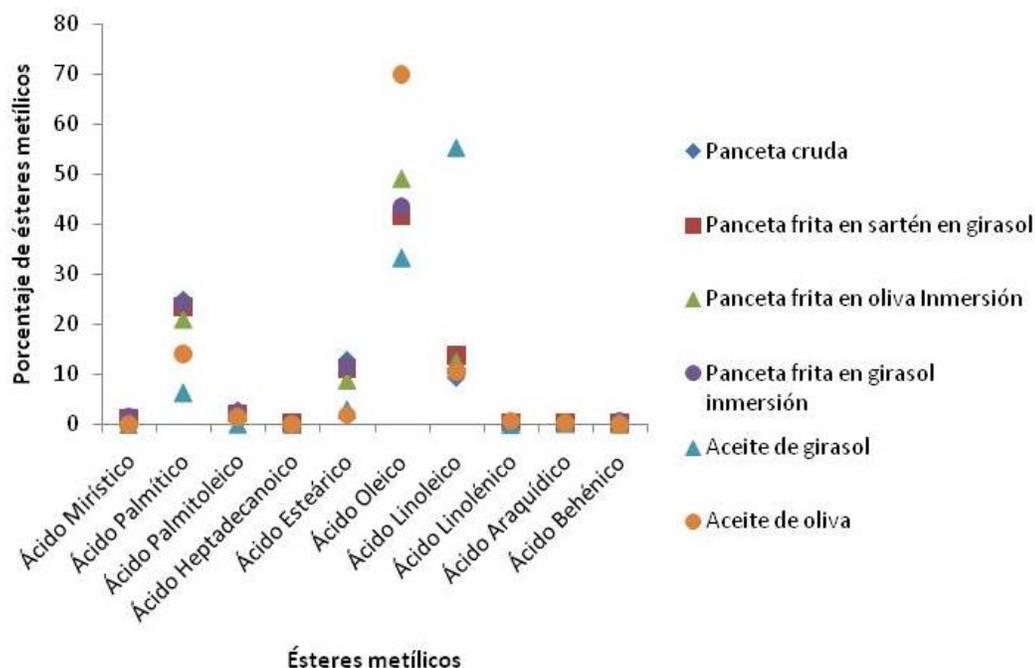


Figura 40: Cromatografía para las muestras de panceta.

Cuadro 17: Interpretación de resultados para la Cuadro 16 y la figura 40.

Producto	Fritura con aceite de oliva	Fritura con aceite de girasol
Panceta frita por inmersión	No adquiere el perfil lipídico del aceite. Mantiene el perfil lipídico de la panceta.	No adquiere el perfil lipídico del aceite. Mantiene el perfil lipídico de la panceta.
Panceta frita en sartén	-----	No adquiere el perfil lipídico del aceite. Mantiene el perfil lipídico de la panceta.

Cuadro 18: Perfil de ácidos grasos considerando el contenido graso de la panceta (graso).

Cromatografía de Ácidos grasos; porcentaje ésteres metílicos	Panceta cruda g%g de grasa	Panceta frita en sartén en girasol g%g de grasa	Panceta frita en oliva Inmersión g%g de grasa	Panceta frita en girasol inmersión g%g de grasa	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite de oliva g%g de grasa
Ácido Mirístico	0,76	0,82	0,50	0,67	0,08	<0,01
Palmítico	12,63	14,38	9,83	15,59	6,40	14,11
Palmitoleico	1,48	1,38	1,10	1,17	0,12	1,43
Heptadecanoico	0,16	0,24	0,14	0,15	0,04	0,08
Estearico	6,54	6,86	4,14	5,57	3,06	1,94
Oleico	21,86	25,64	22,93	20,84	33,29	69,91
Linoleico	4,75	8,42	5,89	5,10	55,20	10,64
Linolénico	0,27	0,26	0,37	0,12	0,08	0,76
Araquídico	0,11	0,16	0,12	0,12	0,27	0,34
Behénico	<0,01	0,18	<0,01	0,29	0,56	0,10

Al observar el contenido real de ácidos grasos que nos aporta la panceta, al ser frita en distintos aceites y por distintos métodos, se puede observar que en las frituras por inmersión el perfil es similar a la de la panceta cruda. El elevado contenido de oleico se debe a que se trata de grasa de cerdo que tiene un elevado contenido de este. Al observar el aceite frito en sartén si bien se observa un incremento en el contenido de ácidos grasos, como linoleico, oleico y palmítico, hay que considerar que el contenido de ácidos grasos es superior 61,39 g% para la panceta frita en sartén respecto a los 50,40 g% de la panceta cruda.

VI.5- Perfil de ácidos grasos de los aceites para las diferentes tipos de frituras y alimentos.

Cuadro 19: Resultados de la cromatografía para las muestras de aceite de panceta.

Cromatografía de Ácidos grasos; porcentaje ésteres metílicos	Aceite de panceta de sartén girasol g%g de grasa	Aceite de panceta girasol inmersión g%g de grasa	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite de panceta oliva inmersión g%g de grasa	Aceite de oliva g%g de grasa
Ácido Mirístico	0,18	0,12	0,08	0,05	<0,01
Palmitico	7,77	6,92	6,40	14,29	14,11
Palmitoleico	0,31	0,19	0,12	1,45	1,43
Heptadecanoico	0,07	0,05	0,04	0,08	0,08
Esteárico	3,67	3,30	3,06	2,20	1,94
Oleico	34,24	33,74	33,29	68,61	69,91
Linoleico	52,06	54,30	55,20	10,68	10,64
Linolénico	0,14	0,10	0,08	0,75	0,76
Araquídico	0,24	0,25	0,27	0,34	0,34
Behénico	0,55	0,59	0,56	0,09	0,10

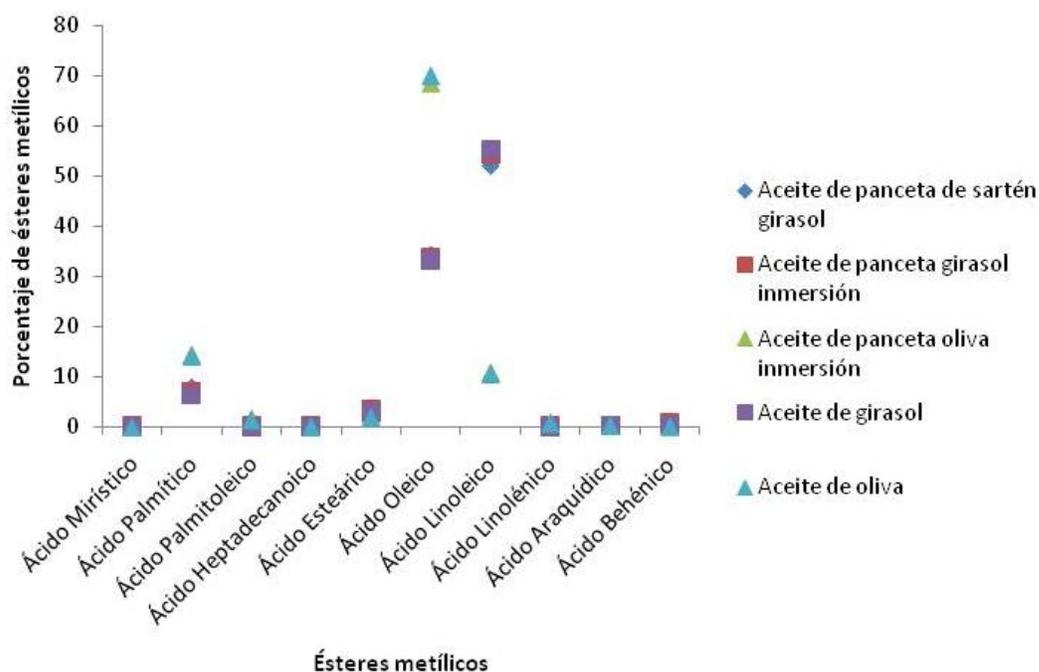


Figura 41: Cromatografía para las muestras de aceite extraído de la cocción con panceta.

Cuadro 20: Interpretación de resultados para la Cuadro 19 y la figura 41.

Producto	Fritura por inmersión	Fritura en sartén
Aceite de girasol extraído de la fritura de panceta.	No modifica su perfil lipídico primitivo.	Aumenta el porcentaje de ácidos grasos saturados.
Aceite de oliva extraído de la fritura de panceta.	No modifica su perfil lipídico primitivo.	-----

Cuadro 21: Resultados de la cromatografía para las muestras de aceite de papa.

Cromatografía de Ácidos grasos; porcentaje ésteres metílicos	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite de papa girasol inmersión g%g de grasa	Aceite de papa en sartén girasol g%g de grasa	Aceite de oliva g%g de grasa	Aceite de papa oliva inmersión g%g de grasa
Ácido Mirístico	0,08	0,07	0,07	<0,01	<0,01
Palmitico	6,40	6,45	6,45	14,11	15,89
Palmitoleico	0,12	0,12	0,13	1,43	1,37
Heptadecanoico	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08
Estearico	3,06	3,07	3,06	1,94	1,95
Oleico	33,29	33,50	33,42	69,91	67,83
Linoleico	55,20	55,38	55,00	10,64	10,12
Linolénico	0,08	0,08	0,08	0,76	0,72
Araquídico	0,27	0,24	0,25	0,34	0,52
Behénico	0,56	0,59	0,15	0,10	0,08

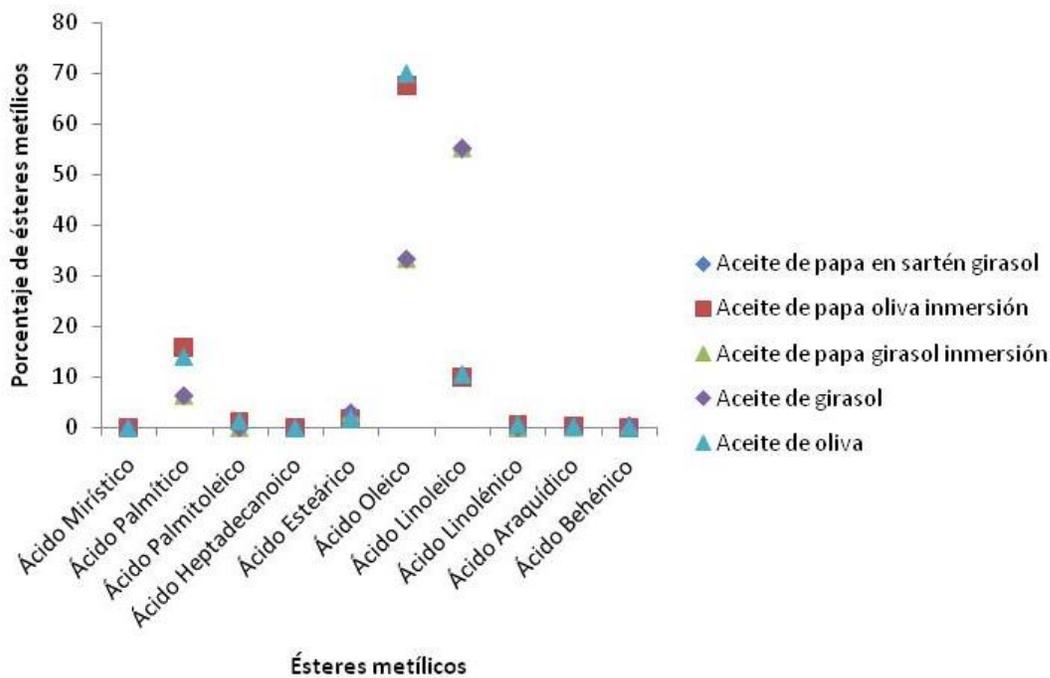


Figura 42: Cromatografía para las muestras de aceite extraído de la cocción con papa.

Cuadro 2: Interpretación de resultados para la Cuadro 21 y la figura 42.

Producto	Fritura por inmersión	Fritura en sartén
Aceite de girasol extraído de la fritura de papa.	No modifica su perfil lipídico original.	No modifica su perfil lipídico original.
Aceite de oliva extraído de la fritura de papa.	No modifica su perfil lipídico original.	-----

Cuadro 23: Resultados de la cromatografía para aceite de papa congelada.

Cromatografía de Ácidos grasos; Porcentaje ésteres metílicos	Aceite de papa congelada oliva inmersión g%g de grasa	Aceite de oliva g%g de grasa	Aceite de papa congelada girasol inmersión g%g de grasa	Aceite de girasol g%g de grasa
Ácido Mirístico	<0,01	<0,01	0,08	0,08
Palmítico	16,01	14,11	6,38	6,40
Palmitoleico	1,35	1,43	0,12	0,12
Heptadecanoico	0,08	0,08	0,04	0,04
Estearico	1,96	1,94	3,05	3,06
Oleico	68,12	69,91	33,80	33,29
Linoleico	10,57	10,64	54,76	55,20
Linolénico	0,68	0,76	0,08	0,08
Araquídico	0,34	0,34	0,39	0,27
Behénico	0,09	0,10	0,60	0,56

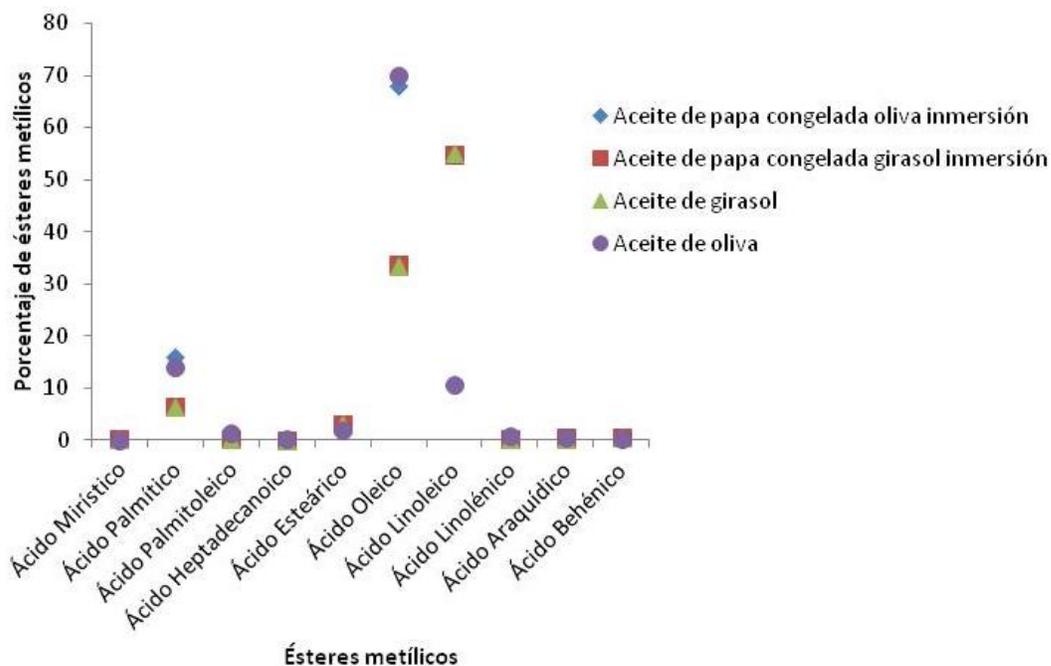


Figura 43: Cromatografía para las muestras de aceite extraído de la cocción con papa congelada.

Cuadro 24: Interpretación de resultados para la Cuadro 23 y la figura 43.

Producto	Fritura por inmersión
Aceite de girasol extraído de la fritura de papa congelada.	No modifica su perfil lipídico original.
Aceite de oliva extraído de la fritura de papa congelada.	No modifica su perfil lipídico original.

VI.6- Comparación del aceite de oliva y aceite de girasol para todos los tipos de frituras.

Cuadro 25: Resultados de la cromatografía para todos los aceite de oliva.

Cromatografía de Ácidos grasos; Porcentaje ésteres metílicos	Aceite de oliva g%g de grasa	Aceite de papa oliva inmersión g%g de grasa	Aceite de papa congelada oliva inmersión g%g de grasa	Aceite de panceta oliva Inmersión g%g de grasa
Ácido Mirístico	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Palmitico	14,11	15,89	16,01	14,29
Palmitoleico	1,43	1,37	1,35	1,45
Heptadecanoico	0,08	0,08	0,08	0,08
Estearico	1,94	1,95	1,96	2,20
Oleico	69,91	67,83	68,12	68,61
Linoleico	10,64	10,12	10,57	10,68
Linolénico	0,76	0,72	0,68	0,75
Araquídico	0,34	0,52	0,34	0,34
Behénico	0,10	0,08	0,09	0,09

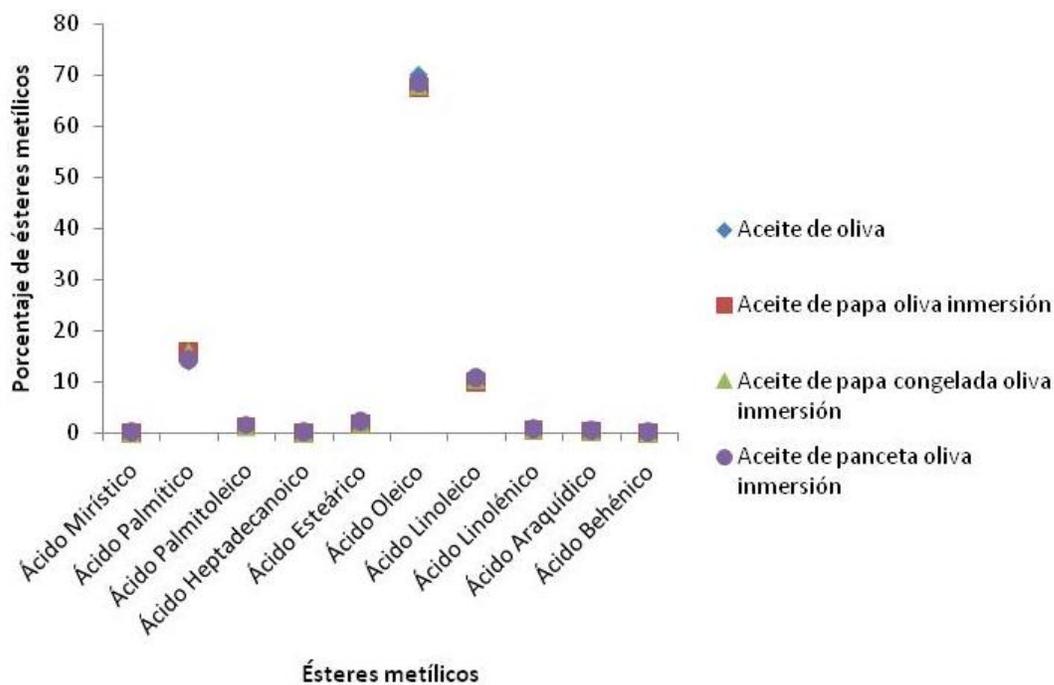


Figura 44: Cromatografía para todos los aceites de oliva.

Cuadro 26: Interpretación de resultados para la Cuadro 25 y la figura 44.

Producto	Fritura por inmersión
Aceite de oliva extraído de la fritura de papa.	No se modifica el perfil lipídico primitivo del aceite.
Aceite de oliva extraído de la fritura de papa congelada.	No se modifica el perfil lipídico primitivo del aceite.
Aceite de oliva extraído de la fritura de panceta.	No se modifica el perfil lipídico primitivo del aceite.

Cuadro 27: Resultados de la cromatografía para todos los aceite de girasol.

Cromatografía de Ácidos grasos; porcentaje ésteres metílicos	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite de panceta girasol inmersión g%g de grasa	Aceite de panceta de sartén girasol g%g de grasa	Aceite de papa en sartén girasol g%g de grasa	Aceite de papa girasol inmersión g%g de grasa	Aceite de papa congelada girasol inmersión g%g de grasa
Ácido Mirístico	0,08	0,12	0,18	0,07	0,07	0,08
Palmítico	6,40	6,92	7,77	6,45	6,45	6,38
Palmitoleico	0,12	0,19	0,31	0,13	0,12	0,12
Heptadecanoico	0,04	0,05	0,07	0,04	0,04	0,04
Esteárico	3,06	3,30	3,67	3,06	3,07	3,05
Oleico	33,29	33,74	34,24	33,42	33,50	33,80
Linoleico	55,20	54,30	52,06	55,00	55,38	54,76
Linolénico	0,08	0,10	0,14	0,08	0,08	0,08
Araquídico	0,27	0,25	0,24	0,25	0,24	0,39
Behénico	0,56	0,59	0,55	0,15	0,59	0,60

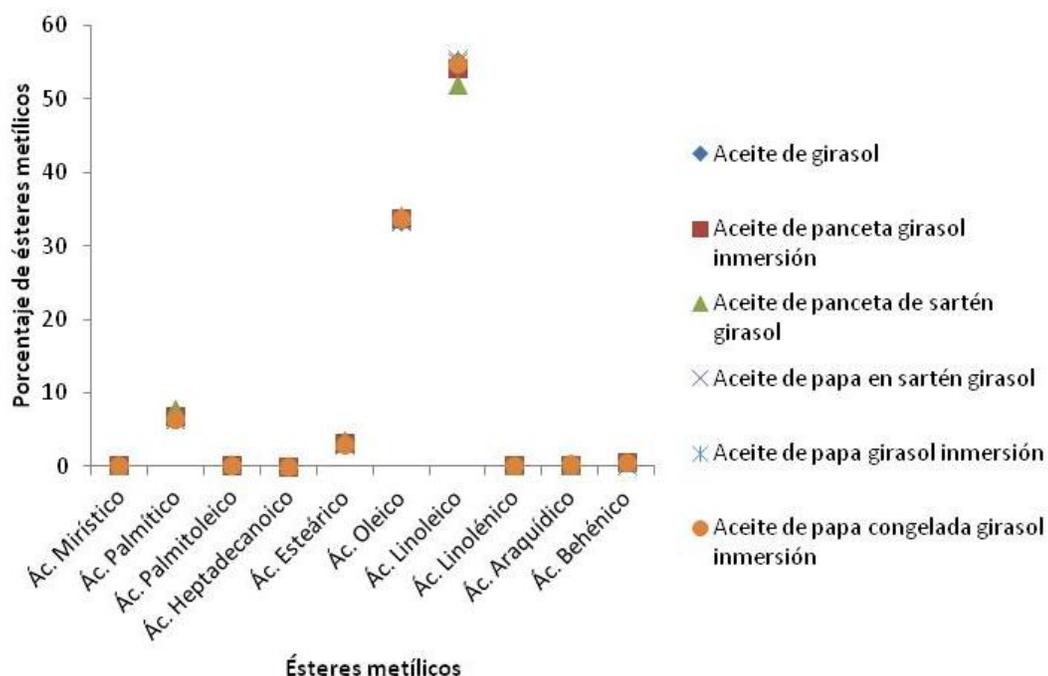


Figura 45: Cromatografía para todos los aceites de girasol.

Cuadro 28: Interpretación de resultados para la Cuadro 27 y la figura 45.

Producto	Fritura por inmersión	Fritura por sartén
Aceite de girasol extraído de la fritura de papa.	No se modifica el perfil lipídico primitivo del aceite.	No se modifica el perfil lipídico primitivo del aceite.
Aceite de girasol extraído de la fritura de papa congelada.	No se modifica el perfil lipídico primitivo del aceite.	-----
Aceite de girasol extraído de la fritura de panceta.	No se modifica el perfil lipídico primitivo del aceite.	Se modifica el perfil lipídico primitivo del aceite. Aumentando el de un valor de 10,14 a un valor de 12,24 el porcentaje de ácidos grasos saturados, debido a las saturaciones de los ácidos grasos insaturados

VI.7- Frituras reiteradas por inmersión, utilizando aceite de girasol

Cuadro 29: Resultados de la cromatografía para el aceite de girasol en frituras reiteradas.

Cromatografía de Ácidos grasos; porcentaje ésteres metílicos	Aceite de girasol g%g de grasa	Aceite n°2 g%g de grasa	Aceite n°3 g%g de grasa	Aceite n°4 g%g de grasa	Aceite n°5 g%g de grasa
Ácido Mirístico	0,08	0,12	0,14	0,15	0,17
Palmítico	6,40	6,92	7,22	7,35	7,52
Palmitoleico	0,12	0,19	0,24	0,25	0,28
Heptadecanoico	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07
Esteárico	3,06	3,30	3,40	3,47	3,55
Oleico	33,29	33,74	33,84	33,91	34,00
Linoleico	55,20	54,30	53,50	53,11	52,75
Linolénico	0,08	0,10	0,12	0,14	0,35
Araquídico	0,27	0,25	0,25	0,24	0,24
Behénico	0,56	0,59	0,60	0,56	0,55

Cromatografía de Ácidos grasos; porcentaje ésteres metílicos	Aceite n°6 g%g de grasa	Aceite n°7 g%g de grasa	Aceite n°8 g%g de grasa	Aceite n°9 g%g de grasa	Aceite n°10 g%g de grasa
Ácido Mirístico	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20
Palmítico	7,62	7,74	7,80	7,86	7,92
Palmitoleico	0,29	0,30	0,31	0,32	0,36
Heptadecanoico	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
Esteárico	3,59	3,65	3,67	3,70	3,71
Oleico	34,06	34,16	34,21	34,24	34,23
Linoleico	52,51	52,36	52,25	52,01	51,83
Linolénico	0,14	0,14	0,16	0,14	0,15
Araquídico	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24
Behénico	0,52	0,53	0,58	0,60	0,58

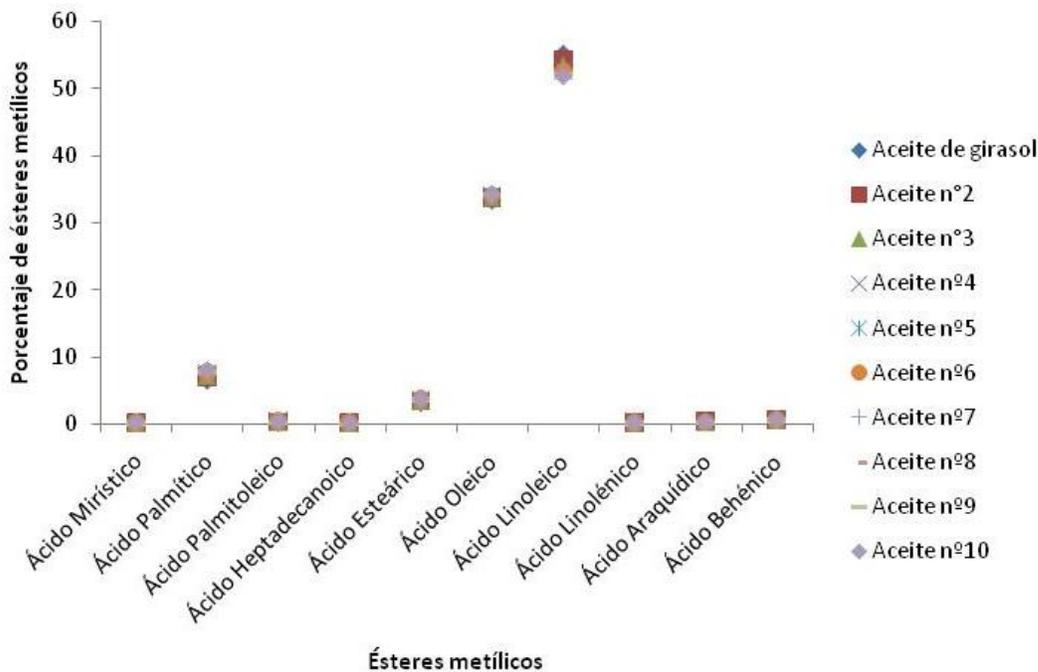


Figura 46: Cromatografía para el aceite de girasol en las frituras reiteradas.

Cuadro 30: Interpretación de resultados para la Cuadro 29 y la figura 46.

Producto	Repetición n°1	Repetición n°2	Repetición n°3	Repetición n°4	Repetición n°5
Aceite de girasol extraído de la fritura Reiterada por inmersión.	No se modifica el perfil lipídico del aceite.	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa

Producto	Repetición n°6	Repetición n°7	Repetición n°8	Repetición n°9	Repetición n°10
Aceite de girasol extraído de la fritura Reiterada por inmersión.	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa	Se modifica el perfil lipídico del aceite, pero no de manera significativa

Conclusiones

VII- Conclusiones

Con todos los resultados expuestos anteriormente se concluye que:

- 1) Un alimento **no graso**, como la papa cruda, o **semi-graso**, como es la papa pre-frita, al ser freídas en cualquier aceite adquiere el perfil lipídico del mismo.
 - Cuando se fríen en aceite de oliva se convierten en una buena fuente de ácidos grasos monoinsaturados.
 - El aceite de oliva tiene un mayor poder de penetración que el aceite de girasol.
 - La mejor forma de fritura, donde el aceite no se ve afectado, es por inmersión ya que mantiene sin variaciones el perfil lipídico del aceite, haciendo de esta manera que se pueda emplearse por mayor cantidad de tiempo (mayor vida útil).
 - La fritura para un alimento no graso como la papa mejora su valor energético ya que aumenta significativamente el contenido de grasa del alimento, pasando de un valor de 0,07% a 18-26% de grasas totales.
 - La fritura para un alimento semi- graso, como la papa prefrita, mejora su valor energético ya que aumenta significativamente el contenido de grasa del alimento, pasando de un valor de 8% a 18-20% de grasas totales.

- 2) En un alimento **graso**, panceta, se ve que al ser freída con cualquier aceite no adquiere el perfil lipídico del aceite utilizado para la fritura.
 - En la fritura por inmersión tanto el alimento como el aceite utilizado no sufren variaciones en el perfil lipídico.
 - En la fritura en superficie se ve que algunos ácidos grasos insaturados que constituyen al perfil lipídico del aceite sufrieron saturaciones.
 - El valor energético no aumenta en el caso de frituras por inmersión, ya que pasa de un valor de 50% de grasas a uno de 46-47% de grasas
 - En el caso de la fritura por superficie se aprecia un notable aumento en el contenido de grasa total pasando de un valor de 50% de grasas a uno de 61% debido a las pérdidas de humedad por parte del alimento en este tipo de fritura.

- 3) En las **frituras reiteradas** a medida que aumenta el número de frituras en un mismo aceite disminuye la cantidad de ácidos grasos insaturados y aumenta la cantidad de saturados debido a un proceso de roturas de dobles enlaces.

Para diez frituras por repetición y por inmersión se ve que no varía de manera significativa el perfil de ácidos grasos del aceite crudo con respecto al aceite utilizado, por lo cual se puede recomendar a los locales de comida y locales de comida rápida el uso de freidoras por inmersión y que a su vez sean cerradas obteniendo los siguientes beneficios:

- Mayor vida útil del aceite utilizado. Beneficiando al dueño del local, y en el caso de una fritura doméstica, mayor ahorro de aceite.
- Mejora la calidad del alimento, debido a que de esta manera se evitaría la fritura con aceites rancios que afecten tanto la calidad organoléptica e inocuidad del alimento.
- Mejora el perfil nutricional del alimento, dependiendo del aceite utilizado.

Por todo ello se dan por cumplido los objetivos antes enunciados.

Con respecto a la Hipótesis planteada en este trabajo:

“Un alimento al freírlo adquiere el perfil lipídico que posee el aceite utilizado”.

Con los resultados obtenidos esto sólo se cumple para alimentos no grasos y semi-grasos, los cuales al ser fritos en cualquiera de los aceites usados para este experimento (aceite de oliva y aceite de girasol) por los métodos de inmersión o por superficie adquieren su perfil lipídico.

Con respecto a un alimento graso se ve que esta hipótesis no se cumple, ya que al ser frito con cualquiera de los aceites y por cualquiera de los métodos no adquiere el perfil lipídico del aceite manteniendo su perfil lipídico original o en estado crudo.

Anejos

VIII- Anexos

VIII.1- Humedad

Determinación:

- Se coloca un pesafiltro en estufa a 105 °C durante 15 minutos, se retira y se lleva a desecador para enfriar. Tarar al miligramo.



Figura 32: Crisoles de vidrios utilizados para determinación de Humedad.

- Colocar en el pesafiltro 5g de la muestra.
- Llevar a estufa de aire forzado durante 4 a 6 horas a temperatura de 60-70 °C (hasta peso constante).
- Enfriar en desecador y pesar al miligramo.



Figura 33: Desecadores de vidrio.

Cálculo de la humedad:

$H \% = \frac{\text{Pesafiltro con muestra húmeda} - \text{Pesafiltro con muestra seca} \times 100}{\text{Peso en gramos de la muestra}}$

VIII.2- Grasa total

Determinación:

- Pesar 5 a 10 g de la muestra homogeneizada y seca, en un cartucho de extracción libre de grasa y cerrar con algodón.
- Secar el balón Soxhlet en estufa a 103 °C, retirar y tarar al miligramo.
- Colocar el cartucho con la muestra en el cuerpo del extractor y armar el extractor.
- Introducir el éter sulfúrico por el orificio libre del refrigerante en cantidad suficiente para humedecer la muestra, cuidando de no alcanzar el nivel de sifonamiento.
- Dejar en maceración hasta el día siguiente para que el éter penetre y disuelva las sustancias liposolubles.



Figura 34: Refrigerante del equipo Soxhlet .

- Agregar más éter hasta sifonar y luego incorporar un excedente que alcance la mitad de la altura del cartucho filtrante.
- Encender la lámpara dejando que funcione el aparato hasta completar la extracción, puede tardar de cuatro a seis horas. La extracción finaliza cuando el solvente queda incoloro.



Figura 35: Equipo Soxhlet y Balones de equipo.

- Recuperar el éter hasta secar el balón, llevarlo a estufa a 100 °C durante dos a tres horas para terminar de eliminar restos del solvente, enfriar en desecador y pesar.
- La diferencia de peso corresponde a las sustancias grasas extraídas.

Cálculo del contenido graso:

$$\text{Grasas \%} = (\text{tara balón} + \text{grasa}) - (\text{tara balón} \times 100) / \text{Peso muestra}.$$

VIII.3- Perfil de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos se determinó, en los laboratorios de Mendoza del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI Centro Frutas y Hortalizas), por cromatografía gaseosa (Método: Norma ISO 5508 – 1990).

1. Equipo: Cromatógrafo gaseoso de alta resolución con sistema de bombeo previsto para efectuar un gradiente de elución.
2. Horno con termostato, donde se coloca la columna cromatográfica manteniendo su temperatura constante.
3. Detector FID: Este equipo se acopla al HPLC a la salida de la columna analítica y es el que acusa la señal emitida por la presencia de los ácidos grasos a un tiempo determinado, permitiendo obtener un cromatograma que se utiliza para identificar y cuantificar el tipo de ácido graso.
4. Puerto de inyección automático, con un bucle de inyección de 2 µl.
5. Columna HP-INNO WAX (30 M): Se utiliza para la separación de los distintos ácidos grasos de otros componentes presentes en la matriz y se acopla al equipo HPLC.
6. Sistema de adquisición de datos (Soft): consiste en una computadora que procesa los datos provenientes del detector y los convierte en un dato que puede ser entendido por quien interpreta los resultados. Para esto se utilizó un Software que integra los resultados automáticamente dando como respuesta áreas bajo la curva.

Condiciones operativas del equipo (condiciones cromatográficas)

Cuadro 31: Condiciones operativas Cromatógrafo

Columnas	HP-INNO WAX (30 M)
Detector	FID
Carrier	N ₂
Flujo	1,10 ml/min
Temperatura Inyección	200°C
Temperatura Columna	Prog. 130 °C a 220 °C
Temperatura Detector	260 °C (FID).
Vol. Inyectado	2,00 µL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN F.C.A

ANÁLISIS:	Descripción:	Determinación de perfil de ácidos grasos
	Realizado:	23/10/12 al 06/11/12
MUESTRAS:	Descripción:	Veintiocho muestras
	Identificación:	Muestra Nº1: Papa sin freír. Muestra Nº2: Papa frita oliva. Muestra Nº3: Papa frita girasol. Muestra Nº4: Papa frita sartén girasol. Muestra Nº5: Papa congelada. Muestra Nº6: Papa congelada frita oliva. Muestra Nº7: Papa congelada frita girasol. Muestra Nº8: Panceta cruda. Muestra Nº9: Panceta frita en sartén. Muestra Nº10: Panceta frita en oliva. Muestra Nº11: Panceta frita en girasol. Muestra Nº12: Aceite de papa en sartén. Muestra Nº13: Aceite de panceta de sartén. Muestra Nº14: Aceite de oliva. Muestra Nº15: Aceite de girasol. Muestra Nº16: Aceite de papa oliva. Muestra Nº17: Aceite de papa G1. Muestra Nº18: Aceite de papa congelada oliva. Muestra Nº19: Aceite de papa congelada G1. Muestra Nº20: Aceite de panceta oliva. Muestra Nº21: Aceite de panceta G1. Muestra Nº22: Aceite nº4. Muestra Nº23: Aceite nº5. Muestra Nº24: Aceite nº6. Muestra Nº25: Aceite nº7. Muestra Nº26: Aceite nº8. Muestra Nº27: Aceite nº9. Muestra Nº28: Aceite nº10

RESULTADOS:

Ácidos Grasos por Cromatografía (Método: Norma ISO 5508 - 90):

Condiciones Cromatográficas:

Columnas: HP-INNO WAX (30 M)	Temp. Inyección: 200°C.
Detector: FID.	Temp. Columna: Prog. 130°C a 220°C
Carrier: N ₂	Temp. Detector: 260°C (FID).
Fujo: 1,10 ml/min	Vol. Inyectado: 2,00 µl.

Figura 36: Planilla de muestras entregada por el INTI.

Bibliografía

IX- Bibliografía

- 1) Álvarez, M.; 2005. La Fritura de los Alimentos.
<http://www.monografias.com/trabajos31/frituraalimentos/frituraalimentos.shtml.monosearch>.
- 2) Badui, Dergal S.; 2006. Química de los Alimentos. Tercera Edición. México: Longman de México Editores.
- 3) Badui, Salvador Dergal; 2006. Química de los alimentos. Cuarta Edición. Naucalpan de Juárez, México. Editorial: Pearson Educación (p 282).
- 4) BDN, S. L.; 1993. Aceites de fritura. Alimentación, Equipos y Tecnología, abril y mayo. Extraído en 2005 de <http://bdnhome.com/>
- 5) Blanco, Antonio; 2004. Química Biológica. Cuarta Edición. Buenos Aires Argentina. Editorial: El Ateneo (p 79).
- 6) Bognár, A.; 1998. Comparative Study of Frying to other Cooking Techniques Influence on the Nutritive Value. *Grasas y Aceites* 49 (3-4), 250-260.
- 7) Brownsell, Griffith & Jones; 1993. Ciencia Aplicada al Estudio de los Alimentos. Primera Edición. Del Valle, México. Editorial: Diana S.A. (p 60)
- 8) Castellón, A.; 2004. Aceites de fritura, alteración y control usando el sistema, <http://www.avhic.com/html/fritura/cas3.htm>.
- 9) Cheftel, Jean Claude and Henry, Cheftel; 1993. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Segunda Edición. Zaragoza, España. Editorial: Acribia.
- 10) Código Alimentario Argentino; 2013. Alimentos Grasos, Aceites Comestibles. Artículos 520 al 537.
- 11) Consulta FAO/OMS de expertos; 1997. Grasas y aceites en la nutrición humana. Italia: FAO.
- 12) Encuesta Nacional de Nutrición y Salud, Documento de Resultados 2005. Ministerio de Salud de la Nación.
- 13) EUFIC (European Food Information Council); Documentos Basicos, Grasas 2006. <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-grasas/>.
- 14) Fundación Hipercolesterolemia Familiar; 2007. Guía para Controlar su Colesterol; <https://www.colesterolfamiliar.org/formacion/guia.pdf>; (14/03/13).
- 15) Figueroa Lalinde, B.; 1984. Grasas Dietarias en Frituras Repetidas. Tesina, Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid, España.

- 16) Gisbert Viquer, Marta; 2010. Mejora del Perfil Lipídico de Alimentos Mediante el Empleo de Bacterias, ainia, Centro Tecnológico, Paterna Valencia, España.
- 17) Gurutze Castrillo, Sáenz; 2009. Chips de Vegetales.
http://www.catedu.es/ctamagazine/images/stories/articulo_del_mes/octubre2009/c_hips_vegetales.pdf (18/8/13).
- 18) Hussain, S.S. and Morton, I.D.; 1974. Absorption by food of frying oil. IV Congreso Internacional en Ciencia de los Alimentos y Tecnología. Madrid, España.
- 19) INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial; 2011. Buenas Prácticas de Fritura y Recolección de Aceite Vegetal Usado. Buenos Aires, Argentina.
- 20) Jiménez, M. J., & Herrera de Zelarayán, S. A.; 2003. Fundamentos para el manejo de los alimentos . Buenos Aires, Argentina. Editorial: Argentina: Cri sol. (p 67)
- 21) Kochhar, S. R.; 1998. Security in Industrial Frying Processes; pdf. Grasas y Aceites Vol.49; <http://grasasyaceites.revistas.csic.es>
- 22) López, L. B., & Suárez, M. M.; 2002. Fundamentos de Nutrición Normal. Buenos Aires, Argentina. Editorial: El Ateneo.
- 23) Mataix Verdú, J., & Carazo Marín, E.; 2005. Nutrición para educadores: Nutrición y Salud. España: Ediciones Díaz de Santos.
- 24) Melgarejo, Martha; 2013. Conferencia Grasas tras, marco regulatorio y sustitución en alimentos. XIX Congreso Argentino de Nutrición, Mar del Plata 9 noviembre de 2013.
- 25) Molinos Rio de la Plata; 1997. Nutrición y Salud; Edición nº14. Buenos Aires, Argentina.
- 26) OMS 2011. Perfiles de Países; <http://www.who.int/nmh/countries/es/>; (15/07/13).
- 27) Ortega, Rosa M.; 2008. Perjuicios y Verdades Sobre las Grasas y Otros Alimentos. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid, España.
- 28) Palomar, A.; 2004. La despensa de Hipócrates: los poderes curativos de los alimentos. España: Txalaparta.
- 29) Publio Viola-Mirella Audisio; 1987. El Aceite de Oliva y la Salud. Madrid, España; Consejo Oleícola Internacional.
- 30) Rossell, J. B.; 1998. Industrial Frying Process. Grasas y Aceites 49 (3-4), 282-295. (c). <http://grasasyaceites.revistas.csic.es>

- 31) Suaterna Hurtado, Rodolfo; A.C.; 2008. La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en los alimentos fritos. *Perspectivas en nutrición humana*, 10, 77-88.
- 32) Tortora-Derrickson; 2006. *Principios de Anatomía y Fisiología*. Onceava edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica: Panamericana. Capítulo 19, 20 y 21 El Aparato Circulatorio y Capítulo 25 Metabolismo y Nutrición.
- 33) Valenzuela, Alfonzo; 2008. Estudio Comparativo en la fritura de la estabilidad de diferentes aceites vegetales.
<http://www.nutrinfo.com/biblioteca/monografias/frituras.pdf>
- 34) Yagüe, María Ángeles; 2003. Utilización de Aceites para la Fritura en Establecimientos Alimentarios.
<http://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/mangeles-aylon-blog.pdf>.