

LOS PROCESOS DE FRITURA Y SU RELACIÓN CON LOS VALORES NUTRICIONALES Y LA INOCUIDAD: UNA VISIÓN INTEGRAL DESDE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Marchesino, M. A.¹; López, P. L.^{1,3}; Guerberoff, G. K.²; Olmedo, R. H.^{1,3}

¹Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Laboratorio de Tecnología de Alimentos (LabTA) / Química Biológica. Córdoba. Argentina.

²Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Laboratorio de Tecnología de Alimentos (LabTA) / Química Orgánica. Córdoba. Argentina.

³CONICET. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Córdoba (ICYTAC). Córdoba. Argentina.

seguridadalimentaria@agro.unc.edu.ar

RESUMEN

Durante la cocción de los alimentos, ocurre gran número de reacciones físico-químicas, las cuales tienen impacto tanto en sus propiedades sensoriales como nutricionales. Debido a la creciente utilización de la fritura como método de cocción, resultan de interés entender las modificaciones que ocurren en los alimentos y en las grasas y aceites de fritura durante el proceso de termo-oxidación, y los efectos nutricionales y toxicológicos asociados al consumo de productos fritos. A su vez, en la actualidad se están evaluando distintos métodos que minimicen estos riesgos. El grupo de Seguridad Alimentaria del Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba lleva adelante actividades de investigación, extensión y formación con el fin de divulgar y concientizar sobre la relación entre los procesos de fritura y el deterioro de calidad nutricional y de inocuidad.

Palabras clave: Aceites, Grasas, Alimentos fritos, Acrilamidas, Calorías, Toxicidad

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en comunicación y el proceso de globalización sucedidos desde el siglo pasado han ido modificando drásticamente los patrones alimentarios, con la inclusión de alimentos no tradicionales y prácticas poco saludables, afectando directamente el perfil epidemiológico en la salud (Marchiori, 2017). Hoy en día, los alimentos fritos son la elección principal en nuestra dieta y son bien recibidos por los consumidores de diferentes edades debido a sus atributos organolépticos únicos, incluyendo sabor, color, textura y aroma (Zhang, 2020); además, de la rapidez que caracteriza a este método de cocción. El proceso de fritura se aplica tanto a nivel industrial como doméstico. Para este proceso se utilizan grasas y aceites de diversos orígenes, que somete a los alimentos a altas temperaturas durante un cierto período de tiempo; estas variables dependerán del tipo de fritura que se quiera aplicar. A pesar de ser alimentos muy requeridos por los adquirentes, la fritura produce alimentos con aporte energético elevado debido a la absorción de aceite, y también ocasiona la alteración de nutrientes (Zhang, 2020); por lo cual, el control de los procesos y del producto generado juegan un papel importante en la inocuidad alimentaria. Durante este proceso de cocción, ampliamente utilizado a nivel

mundial, ocurren una serie de reacciones químicas donde se generan infinidad de productos que le otorgan al alimento esas características tan buscadas por los consumidores. Sin embargo, las altas temperaturas sumadas a la presencia de aire, así como el agua proveniente del alimento a freír, causan muchas reacciones de deterioro, tales como hidrólisis y oxidación, polimerización y degradación térmica de ácidos grasos insaturados, lo cual provoca la formación de una variedad compleja de derivados oxidados volátiles y no volátiles, dímeros, polímeros y/o compuestos cíclicos (Habibi-Nodeh 2019) (**Figura 1**).

PROCESO DE FRITURA

Tipos de frituras

La fritura es un método común para preparar alimentos como papas fritas, snacks, algunos productos farináceos, carnes y vegetales rebozados. El aceite actúa como medio de transferencia de calor a temperaturas de entre 160 y 180 °C o más (Banerjee, 2017 en: Zhang, 2020). Durante la fritura, se forma una corteza y se produce una transferencia de aceite desde el medio hacia los alimentos, y una transferencia de humedad, grasa u otros componentes desde los alimentos hacia el aceite (Antonova, 2002). Además, con la transferencia de

componentes desde el alimento, se acelera la degradación y se limita la vida operativa del aceite. Los métodos de fritura que se usan más comúnmente (Bognár, 1998) son:

En profundidad: los alimentos se sumergen en el baño de materia grasa caliente.

Salteado: se emplea una pequeña cantidad de grasa o aceite en un sartén.

Rostizado: cocción de alimentos ricos en proteína en horno o plancha con agregado mínimo de materia grasa.

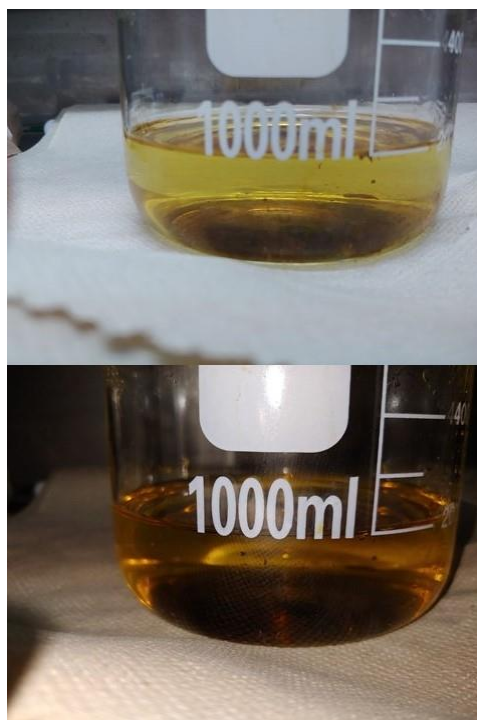


Figura 1: Imágenes de aceite de girasol después del proceso de fritura de papas fritas en investigaciones del LabTA-FCA-UNC. Imagen superior después de 1 hora de uso. Imagen inferior después de 8 horas de uso.

Aceites para fritura

El aceite elegido para llevar a cabo la fritura es clave para la inocuidad del alimento final, ya que dependiendo de su composición se generarán diversas sustancias químicas. Es muy importante que el aceite utilizado sea lo más estable posible a las altas temperaturas aplicadas en este proceso y que cumpla con las recomendaciones de calidad, como por ejemplo el punto de humo de 200 °C, índice de peróxido máximo 0,4 meq O₂/kg y un máximo de ácido linoléico del 2%. Hay que tener en cuenta su contenido de ácidos grasos, cuanto mayor sea el contenido de ácidos grasos saturados o menor contenido de ácidos grasos insaturados, el aceite tendrá mayor estabilidad frente al deterioro por las temperaturas aplicadas; así, un aceite con mayor contenido de ácido oleico (monoinsaturado) será más estable a la hora de

freír con respecto a un aceite que tenga mayor contenido de poliinsaturaciones.

Existe una amplia variedad de aceites en el mercado y a nivel mundial los aceites que más se utilizan en la fritura son los hidrogenados de soja o girasol, pero a pesar de ser más estables y económicos cuentan con la desventaja de la posible formación de grasas trans, si el procedimiento de hidrogenación se realiza de manera incompleta. El aceite de oliva, por otro lado, presenta en su composición una baja concentración de ácidos grasos poliinsaturados y una alta concentración de ácido oleico, a su vez cuenta con la presencia de antioxidantes naturales, lo cual lo vuelve excelente para freír; la única desventaja que presenta es su alto costo. Otro aceite con bajo contenido en ácidos grasos poliinsaturados es el aceite de maní. El aceite Palma se utiliza ampliamente a nivel industrial y es muy estable debido a su alto contenido en ácidos grasos saturados. El aceite de girasol alto oleico es el que presenta mayor rendimiento con un grado de aceptabilidad para las papas, similar al aceite de oliva y al aceite vegetal hidrogenado, con una clara ventaja nutricional sobre este último. El aceite de girasol convencional es el que presenta menor rendimiento y la menor aceptación sensorial (Valenzuela, 2003).

Si bien nos centramos en el uso de aceites, las grasas animales son excelentes para aplicar en este tipo de procesos, ya que presentan un contenido alto en ácidos grasos saturados, y además genera sabores característicos en los alimentos fritos.

Cambios en los aceites de fritura

A medida que el proceso de fritura avanza, el aceite utilizado sufre una serie de cambios en el cual va perdiendo valor nutricional y a su vez se forman nuevas moléculas que pueden ser perjudiciales para la salud. Entre esos cambios podemos destacar:

Hidrólisis: Se liberan ácidos grasos debido a las altas temperaturas y la humedad proveniente del alimento.

Oxidación: La oxidación de lípidos es considerada la causa más importante de deterioro en la composición química del aceite y su tasa influye en la vida útil de los alimentos fritos, al generar compuestos volátiles y no volátiles.

Polimerización: Produce otras moléculas de alto peso molecular que provoca el aumento de la viscosidad y la generación de espuma.

Cambio de color: Puede deberse a residuos provenientes de los alimentos, que generan distintos tipos de reacciones químicas, o por la oxidación del mismo aceite con generación de compuestos no volátiles (Habibi-Nodeh, 2019).

La exposición de los aceites de cocina ricos en ácidos grasos poliinsaturados a las altas temperaturas del proceso de fritura, genera altas concentraciones de productos de oxidación lipídica citotóxicos y genotóxicos

(Grootveld, 2020). Es notable que el aceite de fritura va perdiendo su calidad a medida que transcurre el proceso, tanto a nivel químico, físico y sensorial. Por eso es importante utilizar aceites como los mencionados en el apartado anterior para prevenir o disminuir este tipo de reacciones, como así también su recambio, y de esta manera tener un menor impacto en la inocuidad de los alimentos fritos (**Figura 2**).

Cambios en el alimento durante la fritura

Los alimentos fritos de mayor consumo son: las papas chips, las papas bastón, los snacks, algunos vegetales, pescado, pollo y carne vacuna (Juárez, 2007). La composición del alimento que se fríe va cambiando continuamente debido, principalmente, al deterioro que sufre el aceite. Además, muchos otros cambios pueden ocurrir durante la fritura de un alimento, como la gelatinización del almidón, reacciones de Maillard, desnaturalización de proteínas y descenso de la humedad (Mellema, 2003). Estos cambios se manifiestan por la deshidratación del producto, la formación de una costra superficial, con una apariencia de color dorado, de buena textura y con mucha palatabilidad. Esta costra es la responsable de la crujencia de los productos fritos y juega un papel importante en la absorción de aceite (Kochhar, 2004). El producto frito convencional puede contener hasta un 40% de aceite, lo cual implica un mayor aporte lipídico y calórico (Moncada, 2006) que resulta preocupante para la salud de los consumidores (Banerjee, 2017). En general, los nutrientes se preservan mejor en la cocción por fritura - de corta duración y con aceite de buena calidad - ya que la temperatura en el interior del alimento es inferior a 100 °C, en comparación con otros métodos (hervido y horneado) (Moncada, 2006). Por el contrario, la fritura prolongada tiene un impacto negativo sobre las cualidades sensoriales y nutricionales al reducir los compuestos bioactivos tales como la vitamina C. Además, el tiempo de procesamiento aumenta los indicadores de oxidación (Santos, 2018).

INOCUIDAD DE ALIMENTOS FRITOS

Según la FAO-ONU, la inocuidad se refiere a todos aquellos riesgos asociados a la alimentación que pueden incidir en la salud de las personas, tanto riesgos naturales, como antropogénicos originados por contaminaciones, por incidencia de patógenos, o bien que puedan incrementar el riesgo de enfermedades crónicas. Si bien la fritura le otorga a los alimentos buen sabor, textura crocante y color dorado, el aceite se expone al oxígeno y humedad provenientes del alimento, que a altas temperaturas, resulta en hidrólisis, oxidación y polimerización de triglicéridos (Li, 2017) generando nuevos compuestos, de los cuales algunos son tóxicos y permanecen en los alimentos, que luego son ingeridos por los consumidores. A pesar de ser un área que actualmente se encuentra en estudio, numerosos autores han reportado los potenciales riesgos a la salud que estas sustancias generan, entre los que encontramos mutagenicidad y carcinogenicidad. Es por ello que es muy importante continuar con su estudio.

Aspectos nutricionales

Los alimentos con alto contenido de lípidos, incluidos los fritos, se han asociado con una serie de problemas que impactan en la salud humana e incluso con muertes prematuras. El consumo de los alimentos descritos se correlaciona con obesidad y sus comorbilidades crónicas y mayor riesgo de cáncer, tales como el de próstata, diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares (Banerjee, 2017; Mohammad Hossein, 2019). Este último grupo de enfermedades, cuya prevalencia viene en franco aumento en nuestro país y en el mundo, se encuentran íntimamente relacionadas al estilo de vida de la población; siendo la alimentación uno de los aspectos más importantes (Ministerio de Salud de la Nación, 2016).



Figura 2: Deterioro de la calidad e inocuidad que presenta las papas fritas a medida que se fríen en un aceite que se va deteriorando (LabTA-FCA-UNC). Las horas expuestas son las horas de uso del aceite en el freidor.

En este sentido, resulta conveniente evaluar el patrón alimentario, el cual no sólo refleja los alimentos ingeridos para satisfacer las necesidades biológicas, sino también la impronta cultural y el contexto social de cada grupo poblacional, que determina la elección de los alimentos, formas de preparación, cocción y costumbres al comer (Torres-Torres, 2001). Independientemente de la región geográfica, un patrón alimentario occidentalizado o de alimentos procesados, abundante en carnes rojas y procesadas, granos refinados, frituras y dulces, se correlacionó positivamente con mayor riesgo de mortalidad por enfermedades cardiovasculares tales como infarto agudo de miocardio, accidente cerebrovascular y cardiopatías isquémicas (Marchiori, 2017). Se han propuesto diferentes mecanismos involucrados en el efecto promotor de estos alimentos, entre ellos, un perfil lipídico alterado, como resultado de una ingesta elevada de ácidos grasos saturados y la generación de radicales libres, favoreciendo la lipoperoxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y el riesgo de aterosclerosis (De Oliveira Otto, 2012). La Organización Mundial de la Salud (OMS) introdujo tres factores importantes para la evaluación nutricional de los aceites: 1) presencia de antioxidantes, 2) proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y

poliinsaturados y 3) proporción de ácidos grasos esenciales. La OMS sugirió una proporción de 1:1,5:1 para ácidos grasos saturados:monoinsaturados:poliinsaturados y 1:5 a 10 de ácido alfa linolénico (omega 3): ácido linoleico (omega 6) en la ingesta de alimentos (OMS, 2008). Debido a que ningún aceite en particular tiene todos los requisitos nutricionales y el perfil ideal de ácidos grasos, mezclar aceites vegetales es una práctica rentable para modificar su composición de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas (Choudhary, 2015) y de esa manera mejorar el perfil nutricional y efecto sobre la salud de los consumidores (**Figura 3**).

Las frituras caseras, especialmente las preparadas con aceite de oliva virgen, se pueden considerar alimentos saludables; mientras que las frituras industriales son menos saludables por el tipo de grasa que utilizan en la pre-fritura la cual se compone de varias mezclas de grasas que incluyen grasas animales y aceites vegetales como de girasol, canola, soja, maíz, palma y algodón (Shahidi, 2005). Con el fin de producir grasas sin proceso de hidrogenación y libres de ácidos grasos trans, la industria utiliza aceite de salvado de arroz, el cual es barato y contiene altas cantidades de fitoquímicos bioactivos y estearina de palma (Hashempour-Baltork, 2016).

Mezcla de aceites	PUFA / SFA	n6/n3	Efecto en la composición	Efecto en la salud
Oliva + soja	1,08	12,24	Alta cantidad de MUFA	Reduce colesterol sérico con efecto hipolipidémico. Controla factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares.
Oliva + girasol	1,27	13,43	Alta cantidad de MUFA	Reduce colesterol sérico con efecto hipolipidémico. Efecto sobre la expresión de ácidos grasos y el transportador de lipoproteínas.
Girasol + lino	7,64	2,4	Balancea ácidos grasos n6/n3	Disminuye el colesterol total y el nivel de triglicérido. Mejora la actividad secuestradora de radicales libres.
Maní + Linaza	4,5	1	Igual proporción de ácidos grasos esenciales	Incrementa los niveles de EPA (20:5 – omega 3) y DHA (22:6 – omega 3) en los lípidos del suero y del hígado.

*PUFA: Acido graso poliinsaturado; SFA: Acido graso saturado; MUFA: Acido graso monoinsaturado; n6/n3: Relación entre los ácidos grasos omega 6 y 3.

Figura 3: Efecto de mezclas de aceites comestibles sobre la composición y el efecto en la salud de los consumidores. Fuente: Hashempour-Baltork (2016), con modificaciones.

Aspectos toxicológicos: Acrilamidas

Las acrilamidas son compuestos comúnmente encontrados en alimentos fritos. En 2002, investigadores de la Swedish National Food Administration (SFNA) y de la Universidad de Estocolmo encontraron que las acrilamidas estaban presentes en gran cantidad de productos fritos (Zhang, 2020).

Son conocidas por su neurotoxicidad en humanos, y se encuentran clasificadas como "probables carcinógenos humanos" por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Banerjee, 2017). Su ingesta crónica está asociada al cáncer a nivel renal y hepático. Se obtienen principalmente a través de la reacción de Maillard entre aminoácidos y azúcares simples; que a pesar de generar sabores y olores agradables en el alimento, también se generan moléculas altamente tóxicas. Otra vía de formación, es a través de los ácidos grasos contenidos en los alimentos, donde también se genera acroleína, otro producto tóxico que se puede hallar en pequeñas cantidades en alimentos fritos. No sólo la temperatura es crucial para la formación de estos compuestos, también es importante el tiempo de fritura, ya que ambos determinarán la cinética de la formación de acrilamidas (Knol, 2009). Estas moléculas tienen distintas aplicaciones en la industria como son el tratamiento de aguas residuales o como aditivos en cosméticos, entre otros, pero su formación en alimentos no es deseada.

En la actualidad no hay límites permisibles fijados para el consumo de acrilamidas en la dieta. La Comisión Europea (European-Commission, 2011) informó que los niveles de acrilamidas en papas fritas y chips se encuentran entre 600 y 1000 µg/kg, respectivamente. Sin embargo, aún no se tiene suficiente información sobre la generación de dichas sustancias químicas en los alimentos y su real impacto en la alimentación, además no se tiene una base real sobre la ingesta que los consumidores tienen de este tipo de moléculas.

ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR RIESGOS DE INOCUIDAD

Los cambios bioquímicos y nutricionales durante el procesamiento de alimentos tienen implicaciones importantes tanto para la protección y la salud del consumidor como para la calidad de los alimentos. El estudio de los patrones alimentarios resulta una herramienta eficaz para el desarrollo de programas y políticas públicas destinadas a garantizar la seguridad alimentaria y la definición de líneas de investigación relacionadas con la tecnología alimentaria y formulación de nuevos alimentos con propiedades beneficiosas para la salud (Marchiori, 2017). Se pronostican muchos más

estudios para abordar la optimización de las condiciones de procesamiento, posiblemente con la incorporación de nuevos métodos de procesamiento suave y procesos de envasado como una forma para que las autoridades alimentarias y la industria minimicen la presencia de compuestos no deseados y maximicen la calidad y el valor nutricional de comida (Orlien, 2019).

Con el propósito de obtener productos con menor contenido calórico y con cualidades sensoriales similares a las otorgadas por el proceso de fritura convencional, se aplican tecnologías innovadoras de pretratamiento (campo de pulso eléctrico y la radiación infrarroja) - de procesamiento de fritura (por vacío asistida por microondas o mediante convección de aire o Air-Fryer); y posteriores a la fritura, para disminuir la absorción del aceite (**Figura 4**). El mecanismo de absorción de aceite, así como los procesos de transferencia de calor y masa que ocurren durante la fritura, son útiles para comprender cómo penetra el aceite en los alimentos (Zhang, 2020).

También se puede optimizar la formulación de productos para freír mediante la utilización de ingredientes y aditivos alimentarios. Para reducir la absorción de aceite en frituras, se han utilizado recubrimientos basados en hidrocoloides debido a su hidrofiliidad, muchos de los cuales están basados en carbohidratos, tales como metilcelulosa (Mallikarjunan, 1997) o proteínas. Los recubrimientos actúan como barrera a la humedad y los lípidos, mejorando la calidad final del alimento frito y permitiendo aumentar el número de veces de uso del mismo aceite (Chapman, 2004). Tal recubrimiento puede contener ingredientes activos como antioxidantes, saborizantes, colorantes y nutrientes. Por otro lado, se añaden como ingredientes a la matriz para evitar la absorción de aceite, como para controlar la viscosidad, mejorar la adhesión, el control de la recogida y la estabilidad de la congelación y el deshielo y mantener crujientes los alimentos fritos rebozados o empanados. Así, mediante el uso de técnicas destinadas a reducir la absorción de aceite por los alimentos, se podrá reducir o eliminar los riesgos asociados con la transferencia de componentes tóxicos y cancerígenos (Mohammad Hossein, 2019).

La mezcla de diferentes aceites vegetales puede cambiar la composición de los ácidos grasos y dar mayores niveles de antioxidantes naturales y lípidos bioactivos y, por lo tanto, puede mejorar el valor nutricional y la estabilidad de los aceites y del producto terminado (Aladedunye y Przybylski, 2013). Así se puede evitar el uso de grasas o aceites hidrogenados y, en consecuencia, formar ácidos grasos trans nocivos (Padmavathy, Siddhu y Sundararaj, 2001).

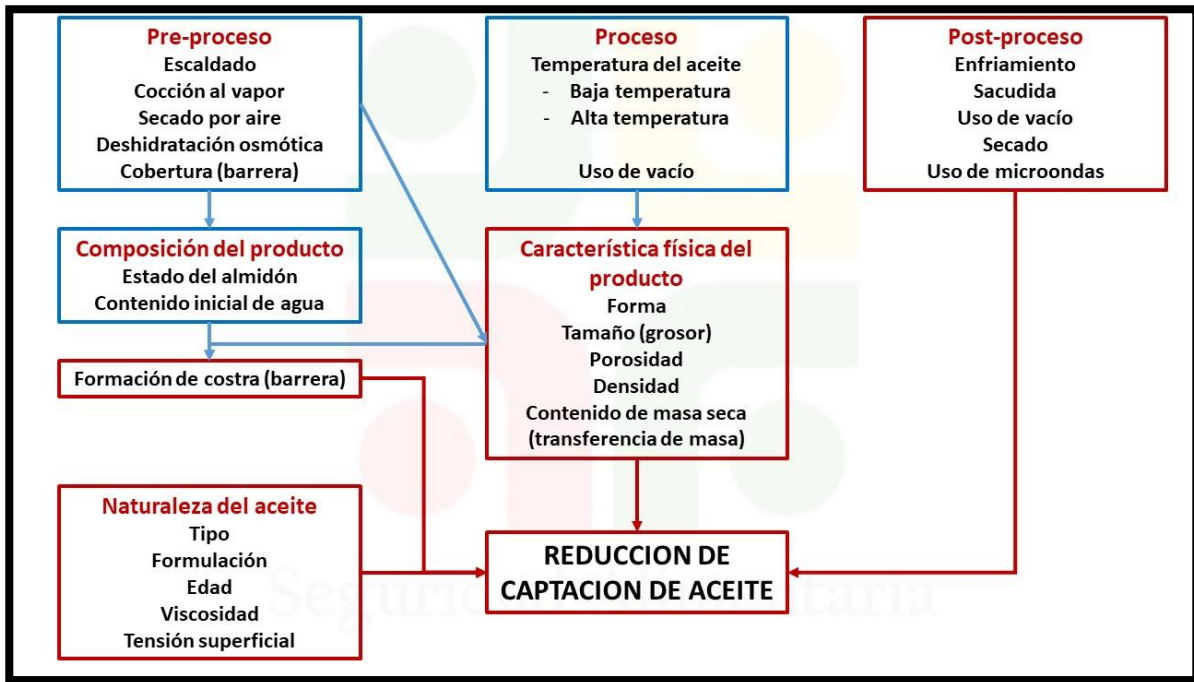


Figura 4: Factores del proceso, de las características físicas del producto a freír y de la naturaleza del aceite que pueden colaborar con la reducción de la captación de aceite en el producto de a freír.

También se utilizan antioxidantes en aceites para disminuir la formación de los compuestos tóxicos durante la fritura, algunos, como los naturales se encuentran en estudio. Los antioxidantes sintéticos tales como BHA, BHT y galato de propilo se usan en muchos alimentos para

prevenir la rancidez. Hay un renovado interés en el mayor uso de antioxidantes naturales tales como los aceites esenciales de plantas aromáticas para prolongar la vida útil de alimentos con alto contenido lipídico (Olmedo, 2008; Olmedo, 2009).



Figura 5: Investigación de volátiles de deterioro y de sabor sobre aceite de fritura y papas fritas por medio de Cromatografía Gaseosa acoplada con Detector de Espectro de Masa (CG-MS) por medio de fibras de absorción en viales sellados (Seguridad Alimentaria, LabTA, FCA – UNC).

EL ROL DE LA INVESTIGACION, EXTENSION Y DOCENCIA EN PROCESOS DE FRITURAS: LabTA, FCA-UNC

La complejidad de los procesos de fritura en su interacción con los alimentos conlleva la necesidad de investigaciones específicas tendiente a resolver la coyuntura generada en los aspectos nutricionales y toxicológicos. El LabTA realiza investigaciones tendientes a mejorar la optimización y búsqueda de variables en los procesos de fritura con el fin de mitigar los efectos en la calidad e inocuidad de los alimentos que sufren procesos de frituras. Parte de las investigaciones incluyen la utilización de aceites alto oleicos, procesos de desgomados y utilizations de antioxidantes con el fin de relacionar modelos de frituras (papas fritas) en relación a los indicadores de deterioro en la calidad y en la

inocuidad que presentan estos alimentos. Se han llevado a cabo determinaciones físico-químicas como indicadores de peróxido, índice de acidez, dienos y trienos conjugados y color como así también componentes volátiles de deterioro y sabor, en el aceite de fritura y en los productos, con el fin de localizar el momento óptimo de corte del proceso de fritura previo a que el deterioro y la generación de compuestos reduzcan la inocuidad y aceptación del alimento (**Figura 5**). En este sentido, se destacan las actividades de formación y extensión realizadas por los integrantes del LabTA y del grupo de Seguridad Alimentaria (LabTA) tales como el curso de posgrado de grasas y aceites y las conferencias y difusión de información en redes sociales sobre inocuidad alimentaria (**Figura 6**).

Laboratorio Tecnología de Alimentos

Seguridad Alimentaria

Facultad de Ciencias Agropecuarias - UNC

DIA MUNDIAL DE LA INOCUIDAD - 7 DE JUNIO

Las frituras pueden contener componentes tóxicos, por lo que es necesario aprender sobre ellas!

Papas fritas claras y crocantes son las adecuadas

EL DIA MUNDIAL DE LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS SE INSTAURA COMO UNA FECHA PARA EL RECONOMICIENTO Y LA CONCIENTIZACION DE LA IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS CON EL FIN DE ALCANZAR UNA CORRECTA NUTRICION Y SALUD DE LA SOCIEDAD

FOOD SAFETY DAY - 7 de JUNIO 2020

Insta: seguridadalimentaria.UNC // seguridadalimentaria@agro.unc.edu.ar

Figura 6: Contenido de difusión creado para la formación alimentaria de la sociedad relativo a la inocuidad y los compuestos tóxicos en papas fritas y procesos de frituras divulgado el día 7 de junio de 2020 en motivo de la celebración del Día Mundial de la Inocuidad Alimentaria (@seguridadalimentaria.UNC – Seguridad Alimentaria – LabTA, FCA – UNC).

BIBLIOGRAFÍA

- Aladedunye, F., & Przybylski, R. (2013). Frying stability of high oleic sunflower oils as affected by composition of tocopherol isomers and linoleic acid content. *Food Chemistry*, 141, 2373-2380.
- Antonova, I., Mallikarjunan, P., & Duncan, S. E. (2003). Correlating Objective Measurements of Crispness in Breaded Fried Chicken Nuggets with Sensory Crispness. *Journal of Food Science*, 68(4), 1308-1315. doi:10.1111/j.1365-
- Banerjee, Soumitra. (2017). A Short Review on Vacuum Frying-A Promising Technology for Healthier and Better Fried Foods. *International Journal of Nutrition and Health Sciences*. 2, 68-71.
- Bognár A. (1998). Comparative study of frying to other cooking techniques influence on the nutritive value. *Grasas y Aceites* 49(3-4), 250-260.
- Chapman S (2004). The application of edible films and coatings in foods. CCFRA. *New Technol. Bulletin* N° 29
- Choudhary, M., Grover, K., & Kaur, G. (2015). Development of rice bran oil blends for quality improvement. *Food Chemistry*, 173, 770-777. doi:10.1016/j.foodchem.2014.10.051
- De Oliveira Otto MC, Mozaffarian D, Kromhout D, Bertoni AG, Sibley CT, Jacobs DR Jr. (2012). Dietary intake of saturated fat by food source and incident cardiovascular disease: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Am J Clin Nutr*. 96(2), 397- 404.
- European-Commission. Commission recommendation of 10 January 2011 on investigations into the levels of acrylamide in food. 2011. [December 8, 2014]. Disponible en: https://ec.europa.eu/food/foos/chemicalsafety/contaminants/recommendation_10012011_acrylamide_food_en.pdf.
- Grootveld M., Percival B. C., Leenders J., Wilson P. B. (2020) Potential Adverse Public Health Effects Afforded by the Ingestion of Dietary Lipid Oxidation Product Toxins: Significance of Fried Food Sources. *Nutrients*; 12 (974): 1-50
- Habibi-Nodeh, F., Farhoosh, R. & Sharif, A. (2019). Frying stability time of olive oils estimated from the oxidative stability index. *Food Measure* 13, 1831-1838.
- Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 52-58.
- Juárez MD, Sammán N. (2007). El deterioro de los aceites durante la fritura. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 13(2), 82-94
- Knol JJ, et al. (2009). Kinetic modelling: a tool to predict the formation of acrylamide in potato crisps. *Food Chem* 113(1), 103-9.
- Kochhar S.P., Gertz C. (2004). New theoretical and practical aspects of the frying process. *European Journal of Lipid Science and Technology* 106(11), 722-727.
- Li X, Li J, Wang Y, Cao P, Liu Y. (2017). Effects of frying oils' fatty acids profile on the formation of polar lipids components and their retention in French fries over deep-frying process. *Food Chem*. 237, 98-105
- Mallikarjunan, P., Chinnan, M. S., Balasubramaniam, V. M., Phillips, R. D. (1997). Edible coatings for deep-fat frying of starchy products. *LWT - Food Science and Technology*, 30(7), 709-714.
- Marchiori G. N. , González A. L., Perovic N. R., Defagó M. D. (2017). Una mirada global sobre la influencia de los patrones alimentarios en las enfermedades cardiovasculares. *Perspect Nutr Humana*. 19, 79-92.
- Mellema M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. (2003). *Trends in Food Science & Technology* 14, 364-73.
- Ministerio de Salud de la Nación. Guías Alimentarias para la Población Argentina, Buenos Aires 2016. http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000001007cnt-2017-06_guia-alimentaria-poblacion-argentina.pdf
- Moncada L. M., Gualdrón L. (2006). Retención de nutrientes en la cocción, freído y horneado de tres alimentos energéticos. *Revista de Investigación* 6(2), 179-187.
- Olmedo, R.; Asensio C.; Nepote, V.; Mestrallet, M.G.; Grosso, N.R. (2009). Chemical and sensory stability of fried-salted peanuts flavored with oregano essential oil and olive oil. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*; 89, 2128 - 2128
- Olmedo, R.; Nepote, V.; Mestrallet, M.G.; Grosso, N.R. (2008). Effect of the essential oil addition on the oxidative stability of fried-salted peanuts. *International Journal Of Food Science And Technology*; 43, 1935 - 1935.
- OMS(2008). Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat and fatty acids. Joint FAO/WHO expert consultation on fats and fatty acids in human nutrition. Geneva: World Health Organization.
- Orlien, V., & Bolumar, T. (2019). Biochemical and Nutritional Changes during Food Processing and Storage. *Foods*, 8(10), 494
- Padmavathy, A., Siddhu, A., & Sundararaj, P. (2001). Effect of blending edible grade crude palm oil with refined groundnut or sunflower oils on storage stability and sensory attributes. *The Oil Technologists' Association of India*, 33, 93-103.

- Rezapor, M; Mirzarasoli, O; Khodaparast, M; Hasan Nezhad, Hossein. (2019). The effect of substitute hydrocolloids on oil uptake in fried foods: A Review. International Congress on Engineering, Technology & Innovation. Extraído 01/06/2010 de https://www.researchgate.net/publication/340580795_The_effect_of_substitute_hydrocolloids_on_oil_uptake_in_fried_foods_A_Review
- Santos C, Molina-Garcia L, Cunha S, Casal S (2018). Fried potatoes: Impact of prolonged frying in monounsaturated oils. *Food Chemistry*; 243(15), 192-201.
- Shahidi, F. (2005). Edible oil and fat products: Chemistry, properties and health effects. In Y. H. Hui (Ed.), *Bailey's industrial oil and fat products* (pp. 1-60). New York: Wiley Interscience.
- Torres-Torres F, Trápaga Delfín Y (coord.). (2001). *La alimentación de los mexicanos en la alborada del tercer milenio*. México: Ed. IIEC-UNAM y Miguel Ángel Porrúa;
- Valenzuela A, Sanhueza J, Nieto S, Petersen G, Tavella M.(2003). Estudio comparativo en fritura de la estabilidad de diferentes aceites vegetales. *Aceites Grasas* 53(4), 568-73.
- Xiaotian Zhang, Min Zhang, Benu Adhikari. (2020). Recent developments in frying technologies applied to fresh foods. *Trends in Food Science & Technology*. 98, 68-81.