

Universidad ECCI

**Impacto del uso y reutilización de aceites vegetales en micronutrientes de fortificación
de harina de trigo**

Juan Sebastián Rodríguez Suárez

Diego Esteban Flórez Mora

Facultad de Artes

Gastronomía

Bogotá, D.C.

2023

Tabla de contenido

1. Resumen.....	3
1.1. Abstract.....	3
2. Definición del problema.....	5
3. Justificación.....	6
4. Objetivos.....	8
4.1. Objetivo general.....	8
4.2. Objetivos específicos.....	8
5. Marco conceptual.....	9
6. Metodología.....	12
6.1. Diseño.....	12
6.2. Estrategia de búsqueda.....	12
6.3. Criterios de inclusión y exclusión.....	12
6.4. Extracción de datos.....	12
6.5. Análisis de datos.....	13
7. Resultados.....	14
7.1. Impacto de la reutilización de aceites vegetales en micronutrientes de fortificación de harina de trigo.....	14
7.1.1. Modificaciones fisicoquímicas de los productos fritos en aceite reutilizado.....	14
7.1.2. Impacto del aceite limpio en los micronutrientes de los alimentos.....	17
8. Análisis y discusión.....	22
9. Conclusión.....	23

10. Bibliografía	24
------------------------	----

1. Resumen.

El aceite vegetal es uno de los ingredientes más importantes en la cocina actual, siendo utilizado principalmente para la fritura profunda, un método de cocción que se usa en gran medida debido a la calidad de productos que se logran, además de los cortos tiempos de cocción. No obstante, las grasas se tienden a reutilizar, afectando las propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos. Entendiendo lo anterior, se realiza la presente investigación con el fin de determinar cómo se ven afectados los micronutrientes con los cuales se fortifica la harina de trigo en Colombia (vitaminas B1, B2, B3, B9 y hierro) en el momento en que se somete a fritura en aceite limpio y reutilizado el producto que los contiene.

Para lograr lo anterior se realizó una investigación bibliográfica, donde se encontró que, los alimentos sufren cambios sensoriales como textura, olor, sabor y color. A nivel fisicoquímico, cuando el aceite sufre oxidación puede desarrollar toxinas y aldehídos en el producto final, dando como resultado un alimento nocivo para la salud ya que, puede aumentar las probabilidades de contraer cáncer, obesidad, miocarditis y otras enfermedades no transmisibles. Por otro lado, los productos fritos en aceites limpios presentan una disminución inferior al 50% de vitaminas B1, B2, B3, B9 y hierro, siendo este método de cocción el que permite una mayor retención de las mismas.

Palabras clave: Aceites vegetales, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina B9, hierro, micronutrientes, alimentos.

1.1. Abstract.

The vegetal oil is one of the most important ingredients in the actual cuisine, being mainly used for the deep frying, a cuisine method that is being used greatly due to the quality of the products that are achieved, besides the short cooking time. However, the greases tend to be reused, affecting the sensorial and nutritional properties. Understanding the above, the present investigation is performed with a view of determine how are being affected the

micronutrients with which is fortified the wheat flour in Colombia (vitamins B1, B2, B3, B9 and iron) in the moment that the product containing them is subjected to frying in clean and reused oil.

To achieve the above, a bibliographic investigation was carried out, in which was found that, the food suffers sensorial changes as texture, smell, taste and color. At the physicochemical level, when the oil suffer oxidation could develop toxins and aldehydes in the final product, resulting in a food harmful to health, since it can increase the probabilities of getting cancer, obesity, myocarditis, and other non-transmissible diseases. On the other hand, the fried products in clean oil have a decrease of less than 50% of vitamins B1, B2, B3, B9 and iron, being this cooking method the one that allows greater retention of these.

Keywords: Vegetable oils, vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, vitamin B9, iron, micronutrients, food.

2. Definición del problema.

El aceite en la cocina moderna es un ingrediente fundamental, siendo la fritura el método de cocción que más hace uso de este producto. Es uno de los métodos más antiguos, que se realiza en temperaturas desde los 160°C, cocinando mediante calor seco transmitido por grasas. (Ciappini et al., 2016, p 153). Sin embargo, una de las prácticas más comunes para disminuir los costos, tanto en los restaurantes como en los hogares es su reutilización. Al momento de freír en un aceite reutilizado, las características organolépticas del producto sufren alteraciones, como lo expone Ciappini et al., “Pueden tornarse defectuosos los sabores de los alimentos procesados en estos aceites. Sus descripciones típicas varían desde insípidos hasta rancios, con sabores intensos a pintura o a pescado, pasando por sabores a nuez, frutados o a manteca” (p 155).

Partiendo de la anterior premisa, mediante la presente investigación de revisión bibliográfica se busca determinar si existen modificaciones a nivel nutricional en los alimentos que han sido sometidos a fritura profunda en aceite limpio y reutilizado. Entendiendo que, al tener grupos alimenticios tan grandes y con diferentes propiedades y aporte de micronutrientes, sólo se tendrán en cuenta aquellos con los cuales se fortifica la harina de trigo (vitamina B1, vitamina B2, niacina, ácido fólico y hierro).

Siendo así, la pregunta que guiará la presente investigación es: ¿De qué manera se ven afectados los micronutrientes con los cuales se fortifica la harina de trigo al momento de realizar fritura profunda en aceite vegetal?

3. Justificación.

El país presenta una problemática, la cual es deficiencia de ciertos micronutrientes, como las vitaminas A y C, ácido fólico, y minerales como calcio, hierro y zinc. (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2020, p 72). Por lo anterior, el Ministerio de Salud y Protección Social, mediante el Decreto 1944 de 1996 reglamenta la fortificación de harina de trigo con vitamina B1, B2, niacina, ácido fólico y hierro, entendiendo que este es uno de los insumos indispensables para elaborar alimentos básicos en la dieta de los colombianos, como productos de pastelería, panadería, pastas, galletas, entre otros. (Ministerio de Salud y Protección Social, 1996). Teniendo en cuenta que el ICBF y la FAO tomaron la decisión de fortificar la harina de trigo con micronutrientes (vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina B9 y hierro) para disminuir las deficiencias, en este proyecto se va a investigar si dicha fortificación sirve y se mantiene cuando se lleva a cabo una cocción en medio graso.

Partiendo de lo expuesto anteriormente, el trabajo se realiza cumpliendo con un objetivo fundamental de gastronomía como profesión: Alimentación con sentido, ya que, dentro del actuar como gastrónomos, se debe pretender por generar un aporte a la sociedad, en este caso, el aporte que se busca es a nivel nutricional, principalmente enfocado en dar a conocer información acerca de la forma como se ven afectados los micronutrientes con los cuales se fortifica la harina de trigo, para que las personas tengan acceso a bibliografía basada en datos y estudios reales, brindando la posibilidad de que generen un cambio en su alimentación y así disminuir problemáticas asociadas a las malas prácticas de ingesta de alimentos. Es así como, este trabajo busca generar un aporte al gremio de la investigación y a los consumidores, para que antes de ingerir un alimento piensen qué hay detrás de este, bajo qué condiciones es preparado y si realmente vale la pena a nivel nutricional.

En el ámbito de la investigación, el presente trabajo generará un aporte a nivel bibliográfico respecto a las alteraciones que sufren los micronutrientes de un alimento cuando se realiza fritura profunda en aceites vegetales nuevos y reutilizados. Además, se complementan e interpretan los resultados arrojados por otros teóricos e investigadores en el área de la nutrición y gastronomía.

A nivel académico, el presente trabajo da pie a nuevo conocimiento y bibliografía acerca de las alteraciones fisicoquímicas que sufren los alimentos al realizar fritura profunda con aceites vegetales nuevos y reutilizados. De esta manera se amplía la literatura y se promueve el conocimiento y aprendizaje acerca de un tema tan importante en la sociedad actual como la correcta alimentación.

4. Objetivos.

4.1. Objetivo general.

Determinar mediante una revisión bibliográfica el impacto que tiene el uso y reutilización de aceites vegetales en el grupo de nutrientes con el cual se fortifica la harina de trigo (vitamina B1, vitamina B2, niacina, ácido fólico y hierro) al momento de realizar fritura profunda.

4.2. Objetivos específicos.

Determinar los parámetros de búsqueda bibliográfica sobre la influencia que tiene el uso y reutilización de aceite vegetal en el grupo de nutrientes con el cual se fortifica la harina de trigo (vitamina B1, vitamina B2, niacina, ácido fólico y hierro) al momento de realizar fritura profunda.

Seleccionar bibliografía sobre la influencia que tiene el uso y reutilización de aceite vegetal en el grupo de nutrientes con el cual se fortifica la harina de trigo (vitamina B1, vitamina B2, niacina, ácido fólico y hierro) al momento de realizar fritura profunda.

Analizar la información encontrada sobre la influencia que tiene el uso y reutilización de aceite vegetal en el grupo de nutrientes con el cual se fortifica la harina de trigo (vitamina B1, vitamina B2, niacina, ácido fólico y hierro) al momento de realizar fritura profunda.

5. Marco teórico.

La fritura profunda es uno de los más comunes en la cocina actual. Ata y Bravo (2015) afirman que “Es la cocción de un preparado con abundante aceite o grasa. Dicho preparado debe flotar o nadar en el interior de la sartén o salteadora, este proceso deberá llevarse a cabo a una temperatura de entre 180°C y 199°C” (p 1). Partiendo de la aseveración anterior, mediante esta técnica de cocción en medio graso se busca que el producto forme una corteza crocante; del tiempo y temperatura dependerá el color y la textura de la misma.

Este proceso involucra la transferencia simultánea de masa y calor. El primero, específicamente el aceite, es absorbido por el producto durante la cocción, mientras que el segundo se transfiere desde el aceite caliente hacia el alimento. (Gómez-Daza, 2014, p. 2) Factores como la geometría del producto, temperatura del aceite, propiedades termofísicas de ambos, y degradación del aceite serán cruciales para determinar la calidad del alimento frito. (Gómez-Daza, 2014, p. 2).

Durante el proceso de fritura, las altas temperaturas causan la evaporación del agua presente en el producto, siendo reemplazada en parte por el aceite absorbido, siendo este hasta el 40% del producto final, teniendo una influencia a nivel organoléptico, especialmente en el sabor, aroma y color. (Montes et al., 2016) Este método tiene una gran aceptabilidad, debido al sabor, textura, aroma que deja en los productos y a la rapidez de su preparación (Montes et al., 2016). Sin embargo, el excesivo consumo de alimentos fritos implica un riesgo para la salud en tanto que un gramo de grasa aporta aproximadamente 9 Kcal, además de la absorción de aceite durante la fritura es considerable y, por lo tanto, el aporte de grasas en la dieta es excesivo (Montes et al., 2016). Añadido a lo anterior, se forman compuestos tóxicos como las acrilamidas, las cuales se relacionan con el desarrollo de cáncer. (Montes et al., 2016)

En la industria de los alimentos, el aceite debe cumplir con ciertos criterios para seleccionar aquel que brinde una fritura de calidad. Estos son

“Prolongada estabilidad en la fritura, fluidez, aroma suave, baja tendencia a formar espuma o humo, gomas (polímeros), estabilidad oxidativa en los alimentos durante el almacenamiento, proporcionar a los productos una superficie café–dorada, que genere excelente textura y un precio sea razonable” (Bedoya, 2017).

Teniendo en cuenta estos criterios, los aceites con mayor comercialización son el aceite de soya, palma, girasol y canola, representando aproximadamente el 80% de la producción mundial, debido a que son grasas neutras y con un punto de humo alto. (Alvarez Murillo, 2010)

Durante la fritura, estos productos experimentan una serie de cambios, como una disminución en la capacidad calórica, aumento de la conductividad térmica y viscosidad, además de cambios químicos como:

- **Oscurecimiento:** Se produce por el aporte de proteínas, almidones y azúcares por parte de los productos que se fríen.
- **Formación de humo, olores y sabores:** Estas características son causadas por la hidrólisis, es decir, descomposición de triglicéridos en contacto con la humedad, produciendo monoglicéridos, diglicéridos y ácidos grasos libres.
- **Formación de espuma y aromas:** Se dan debido a reacciones de oxidación no enzimática, favorecidas por el oxígeno, sustancias extrañas y altas temperaturas.

Debido a estas reacciones químicas causadas por la fritura, la vida útil del aceite se verá afectada, además de los alimentos que allí se cocinen, ya que, como se mencionó anteriormente el producto absorbe parte de la grasa, siendo esto un riesgo para la salud. (Alvarez Murillo, 2010, 26-27)

Al llevar a cabo un método de cocción graso, el aceite debe alcanzar una temperatura alrededor de los 150°C, no obstante, los aceites por naturaleza al alcanzar altas temperaturas pueden llegar a producir por sí solos dioxina, un agente cancerígeno agresivo.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el aceite no debe sobrepasar la temperatura requerida (232°C), pues en este momento alcanza el punto de humo lo que hace que el aceite consiga una temperatura de inflamabilidad y se quemé, afectando así la integridad del alimento el cual se está llevando a cocción, además se debe tener en cuenta que cada vez que se reutilice el aceite el punto de humo de este va a ser más bajo, lo que puede provocar una pérdida de calidad. (Dreamco, 2019) (Sarracent Lopez & Gandón Hernández, 2016)

Por otro lado, los antinutrientes impiden la correcta absorción de los micronutrientes en el cuerpo humano, además, hay que tener en cuenta que están presentes en alimentos vegetales y animales, no obstante, por lo general los micronutrientes que se ven perjudicados son el zinc, hierro, potasio, magnesio y calcio, los cuales se pueden ver afectados por causar una sensación amarga en el sabor de la comida. (Joyce, 2021)

La harina de trigo en Colombia se fortifica con vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina B9 y hierro, adicionalmente se puede deducir que la fortificación de la harina de trigo en Colombia se realizó con el fin de suplir las deficiencias de hierro en la población, acción que hasta el momento no ha tenido resultados positivos. Además, con lo que respecta a las vitaminas del Complejo B, aún no se ha podido analizar concretamente si la población tiene algunas deficiencias relacionadas con estas, por lo cual es imposible medir el impacto que estas han tenido en la población. Como dato adicional, en Estados Unidos durante 1930 y 1940, se dedujo que la falta de micronutrientes como el hierro en la población eran las causantes de algunos síndromes específicos, siendo establecidos los estándares de adición de micronutrientes en productos alimenticios en 1941. (Forero, 2021)

6. Metodología.

6.1. Diseño.

Para el desarrollo del proyecto actual se realizó una revisión bibliográfica de artículos y documentos de carácter científico y académico relacionadas con deficiencias nutricionales en Colombia, fortificación de harina de trigo, frituras, aceites, reutilización de aceites, antinutrientes y demás temáticas relacionadas con el fin de determinar cómo se ven afectados los micronutrientes con los cuales se fortifica la harina de trigo al momento de realizar una fritura profunda en aceite reutilizado.

6.2. Estrategia de búsqueda.

Se realizó la indagación dando uso al motor de búsqueda conocido como Google Scholar, enfocado en documentos, contenido y bibliografía científica y académica. La exploración bibliográfica se elaboró en publicaciones escritas y artículos en idiomas español, inglés y portugués.

6.3. Criterios de inclusión y exclusión.

Para el desarrollo de este proyecto se incluyeron documentos formulados por el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, además de diversos artículos científicos relacionados con la investigación y las incógnitas formuladas en esta. Adicionalmente se excluyeron artículos científicos y normas en los cuales se demostraba y se hablaba acerca de la fortificación de la harina de trigo en otros países y artículos en los cuales no se presentaba autor ni fecha de realización.

6.4. Extracción de datos.

Tras la búsqueda inicial se localizaron 65 artículos, aunque se excluyeron 36 que no resultaron relevantes para cumplir con el objetivo de esta revisión bibliográfica. Finalmente se seleccionaron 29 estudios de diversos autores a nivel de medicina, ingeniería y gastronomía.

Para proceder a la elección se revisaron los resúmenes y si era necesario los artículos en su totalidad con el fin de identificar información valiosa para la investigación.

6.5. Análisis de datos.

La información recolectada y analizada se organizó por orden cronológico, es decir por fecha de publicación del más reciente al más antiguo; obteniendo la conclusión de dicho proyecto a partir de dichos argumentos empíricos.

7. Resultados.

7.1. Impacto de la reutilización de aceites vegetales en micronutrientes de fortificación de harina de trigo.

Durante el desarrollo de la presente recopilación bibliográfica, no se encontró ningún autor o artículo que describiera alguna relación entre los aceites reutilizados y el porcentaje de pérdida o retención de vitaminas B1, B2, B3, B9 y hierro cuando se realiza fritura en grasas de este tipo. Por lo anterior, se sugiere continuar con la investigación para complementar los resultados o realizar este análisis en un laboratorio.

7.1.1. Modificaciones fisicoquímicas de los productos fritos en aceite reutilizado.

Como lo explica Ciappini et al., (2016), al llevar un aceite a altas temperaturas éste puede llegar a sufrir al menos 3 reacciones de degradación: hidrólisis, oxidación y las alteraciones. Siendo la reacción de oxidación la más común y peligrosa, puesto que esta lleva a cabo la formación de hidroperóxidos, que pueden provocar inflamación y aldehídos los cuales pueden provocar problemas a la salud como lo es el aumento de la probabilidad del desarrollo de algún tipo de cáncer (Ciappini et al., 2016). Adicionalmente se presentan cambios radicales en olores, textura y color del alimento durante su cocción.

Seguido a esto, si bien los aceites vegetales son los más recomendables a usar tanto a nivel industrial como a nivel del hogar, por su cantidad de ácido linoleico, suelen oxidarse más rápido, es decir que, si se reutiliza aun en este estado puede llevar a la producción de aldehídos α y β insaturados, los cuales son altamente tóxicos y nocivos para la salud, pues como se mencionó anteriormente estos aumentan la probabilidad de desarrollar algún tipo de cáncer (Ciappini et al., 2016)

A partir de la anterior premisa, se puede deducir que la reutilización de los aceites vegetales puede ser nociva para la salud y no siempre puede ser la manera más económica,

sin embargo, el uso de aceites más resistentes a la oxidación puede traer consigo beneficios económicos. (Ciappini et al., 2016)

Por otra parte, las grasas poliinsaturadas se oxidan más rápido al contacto con el aire y la presencia de la luz (Tama et al., 2019). Adicionalmente, cuando los aceites se calientan, algunos triglicéridos reaccionan con el oxígeno en un proceso denominado pirólisis, lo que genera la oxidación del aceite (Tama et al., 2019). Dicho esto, los aceites oxidados pueden llegar a descomponerse al llegar a altas temperaturas (mayores o iguales a 200 °C), haya o no presencia de oxígeno (Tama et al., 2019). No obstante, si el aceite está descompuesto, hay presencia de oxígeno y se lleva una temperatura de 200°C o más genera la ruptura de ésteres y la formación de aldehídos que como se mencionó anteriormente son extremadamente tóxicos para el consumo (Tama et al., 2019). Si el aceite oxidado se reutiliza para seguir llevando a cabo la cocción de los alimentos, estos pueden sufrir alteraciones fisicoquímicas. (Tama et al., 2019)

En ese orden de ideas, se puede establecer que el método de cocción en grasa aporta diferentes sabores y aromas para las comidas que resultan de buen agrado al consumo, además de causar saciedad (Tama Viteri et al., 2020). No obstante, como se mencionó anteriormente, si el aceite se utiliza demasiadas veces también puede afectar dichas características produciendo sensaciones negativas para el consumo, además de deteriorar las moléculas grasas como la formación de peróxidos y otros, los cuales tienen alto riesgo de contraer cáncer, adicionalmente cambia su composición y calidad. (Tama Viteri et al., 2020)

Si se combina esta técnica con la alta temperatura que puede llegar a obtener el aceite durante la cocción se van a lograr alimentos con propiedades organolépticas negativas, además de cambios químicos y nutricionales de estos. (Haro & Urbina, 2019)

Los lípidos durante el proceso de fritura que se lleva a cabo alrededor de los 150 a 190 °C sufren reacciones químicas como la degradación, las cuales afectan su valor nutritivo

además de provocar compuestos volátiles como los malos olores y sabores en los alimentos (Ramirez Montez & Rodriguez Avila, 2023.). Además, “La degradación hidrolítica es causada por la presencia de la enzima lipasa o del agua contenida en el alimento; en esta reacción se forman glicerol y ácidos grasos libres por la hidrólisis de los triacilgliceroles” (Ramirez Montez & Rodriguez Avila, 2023.)

En los aceites vegetales se encontró que estos cambian sus características físico químicas a partir del segundo ciclo de fritura, es por esto que los nutricionistas actualmente recomiendan y promueven el consumo de los aceites crudos, esto para optimizar el consumo de grasas naturales poliinsaturadas sin ningún tipo de cambio fisicoquímico y prevenir las diversas enfermedades que el mal uso del aceite puede conllevar, por otro lado las industrias realizan evaluaciones a los aceites, como la determinación de compuestos polares, procedimiento que sirve para determinar la vida útil del aceite y asegurar su calidad nutricional y organoléptica. (Tama Viteri et al., 2020)

Si se analiza el método de cocción por medio graso, en este caso la fritura, es uno de los más populares a nivel mundial, pues como lo explica Aragón, (2011); el nivel de aceptación se basa en su sabor, olor, y por su forma de preparación rápida y sencilla, no obstante, el consumo excesivo de alimentos cocidos en este método puede resultar nocivos para la salud, pues es posible basarse en dos cualidades, como lo son que el proceso de fritura aporta 9 kilocalorías por gramo de alimento lo que puede llevar a enfermedades no transmisibles como la obesidad, diabetes, entre otras (Paz, 2018). Por otro lado, la reutilización constante de los aceites en los que se desarrolla el proceso de cocción también puede aportar toxinas como el ácido erúxico y aldehídos al consumidor, asimismo enfermedades no transmisibles, además de afectar las características organolépticas del producto (Paz, 2018).

A nivel de salud, tras calentar el aceite a altas temperaturas y reutilizarlo, las moléculas tóxicas que se generan son potenciales causales de alteraciones metabólicas como obesidad y diabetes, alteraciones cardiovasculares como hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, enfermedades digestivas como gastritis y distintos tipos de cáncer. (Paz, 2018)

En Colombia se pueden encontrar cuatro cultivos principales para el desarrollo de aceites, como lo son: palma, soya, ajonjolí y algodón (Aragón, 2011). A partir de estos cultivos se obtiene el material oleaginoso, que son “Plantas o frutos de los que se puede obtener aceite” (J. & Merino, 2015), siendo el cultivo de palma el de mayor importancia, pues resulta ser más rentable respecto a producción, área y rendimiento (Aragón, 2011).

Teniendo esto en cuenta durante el proceso de fritura se puede hallar la generación de algunas sustancias con efectos negativos en la salud humana, pues, durante el proceso de fritura en los alimentos que contienen un alto contenido de hidratos de carbono, se halla la formación de “acrilamida” moléculas pequeñas y volátiles que pueden resultar tóxicas creando altas probabilidades de contraer cáncer (Aragón, 2011). Complementando lo anterior, el deterioro causado por el uso del aceite promueve la formación de peróxidos y otros compuestos, que poseen propiedades cancerígenas, las cuales aumentan con la multiplicación de los tóxicos dada por la reutilización de la oleína. (Baca & Urbina, 2022)

Si se habla de características fisicoquímicas como tal, los aceites vegetales al ser recalentados cambian totalmente estas si se compara con su estado virgen, pues estos aceites se tornan nocivos por los efectos que produce la oxidación lipídica. (Villasmil et al., 2022).

7.1.2. Impacto del aceite limpio en los micronutrientes de los alimentos.

Durante el proceso de fritura, así como el alimento sufre alteraciones que resultan en su cocción, el aceite presenta modificaciones a nivel químico o nutricional (Coronel, 2014). Como lo menciona Coronel, M (2014) “todos los aceites, presentan cambios en el contenido

de nutrientes y que pueden generar compuestos tóxicos, los que, a su vez, pasan al alimento. Las transformaciones se presentan lenta o rápidamente, según las condiciones de proceso”.

(p. 15-24).

Específicamente estos compuestos tóxicos se producen debido a las altas temperaturas que se manejan durante la fritura (entre 160 y 200°C). Si el aceite se encuentra muy insaturado, se generan productos de oxidación, que resultan tóxicos y nocivos para la salud cuando su consumo es constante (Esquivel et al., 2014, p 3). Por otro lado, si el aceite se sobrecalienta, se realiza una fritura discontinua y/o combinada se producen compuestos polares, que se relacionan con algunos tipos de cáncer (Suaterna, 2009, p 39-53).

Precisando los cambios que sufren los alimentos a nivel nutricional, siendo enfáticos en los micronutrientes con los que se fortifica la harina de trigo en Colombia (vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina B9 y hierro), se hallaron los resultados que se explicarán en los siguientes párrafos.

La vitamina B1 se ve afectada cuando se somete a fritura un producto que la contenga. Bognár, A (1998). Esto se determina según el alimento que se fríe. Como lo expone Bognár, A (1998), su disminución fue entre el 16 y 43%, siendo los vegetales los más afectados, con un 43% de pérdida. Seguido a estos, el pollo presentó una disminución del 37%, la carne de res y cerdo del 35%, las papas del 17% y el pescado del 16% de esta vitamina. (p. 257). Sin embargo, el autor concluye que la pérdida de vitamina B1 durante la fritura fue menor al freír que al hervir, estofar y asar.

La vitamina B2 o riboflavina presenta variaciones significativas durante la fritura, según el alimento que la contiene. En el hígado de ternera y cerdo hubo una disminución de 42,5 y 43,5% respectivamente. (Ghidurus et al., 2010, p. 5679)

Por otro lado, la carne de res, papas y pescado presentan un aumento de riboflavina durante la fritura profunda y poco profunda, del 4%, 20% y 25% respectivamente. (Ghidurus

et al., 2010, p. 5679). Este aumento es significativo y probablemente se dé por la generación de vitamina B2 a partir de precursores de riboflavina durante la cocción (Bognár, 1998, p. 258).

Respecto a la vitamina B3 o niacina, los resultados encontrados indican que es relativamente estable durante la fritura, presentando pérdidas del 45% en la fritura de carne de cerdo, res y pollo (Ghidurus et al., 2010, p. 5679). En el caso del maní, el contenido de esta vitamina aumentó durante la fritura. (Ghidurus et al., 2010, p. 5679)

El ácido fólico o vitamina B9 presenta la menor disminución durante la fritura. Prado de Paiva, et al., (2020) mencionan que, al evaluar tortillas hechas a partir de harina de maíz fortificada, no se presenta pérdida de ácido fólico durante la fritura, lo que lleva a establecer que este es relativamente estable a procesos de cocción con calor seco.

Complementando esta información, en el caso del arroz fortificado, la mayor retención de vitamina B9, con un 96,11% se presenta cuando este se fríe. (Martins et al., 2017)

Por último, el hierro presenta una ligera disminución al someter un alimento que lo contenga a fritura, específicamente la disminución fue del 33,37% en carne de cordero después de freír. (Pourkhalili et al., 2013)

Los minerales como el hierro se ven afectados en mayor medida cuando se someten a métodos de cocción como el hervor o estofado, debido a su solubilidad en agua. Contrario a lo expuesto en el párrafo anterior, Ghidurus et al., (2010) afirman que las alteraciones de los minerales durante la fritura son casi insignificantes, ya que son solubles sólo en pequeñas cantidades de aceite para freír. Además, la mayoría de los minerales no son volátiles, por lo que no presentarán una disminución. La disminución del peso de estos después de la fritura se da debido a que el alimento frito aumenta su masa por la absorción de aceite y si el contenido

de minerales se expresa en peso seco, se presentará una disminución moderada de su contenido. (p. 5680)

A nivel general, estas vitaminas presentan una alta estabilidad cuando se someten a fritura, comparado con otros métodos de cocción en medio líquido, probablemente esto se deba a que la temperatura interna del alimento no suele exceder los 100°C, los tiempos de cocción son muy cortos y la costra que se crea tiende a retener los líquidos del alimento.

(Suaterna, 2008, p. 82) (Bognár, 1998, p. 259)

Sin embargo, las vitaminas B1, B2 y B3 son las que mayor pérdida presentan (16% - 43%; 42,5% - 43,5%; 45%), mientras que el mayor porcentaje de retención lo tienen el ácido fólico y hierro.

A nivel general, se establece que respecto a los cambios fisicoquímicos que presenta el alimento al ser sometido a fritura profunda, se dan alteraciones organolépticas como color, olor y textura. Añadido a lo anterior, la reutilización de aceites vegetales en alimentos puede causar enfermedades no transmisibles a causa de las toxinas generadas en los aceites por las altas temperaturas, además de un aumento en las calorías que se ingieren. Otro factor que causa deterioro en los aceites es el contacto directo con el aire y la luz, ya que, las grasas poliinsaturadas se oxidan más rápido, promoviendo esto una disminución en la calidad del mismo. Por último, al reutilizar constantemente las oleínas vegetales, se deterioran las moléculas grasas teniendo como resultado la formación de peróxidos, que son causantes de diversos tipos de cáncer.

En lo que respecta a los micronutrientes con los cuales se fortifica la harina de trigo en Colombia (vitamina B1, B2, B3, B9 y hierro), si bien no se encontraron autores que expongan las alteraciones que sufren al someterse a fritura en aceites reutilizados, se lograron precisar los cambios que estos nutrientes sufren cuando el producto que los contiene se fríe en aceite nuevo. A nivel general, la disminución no es mayor al 50%, presentando en casos

específicos como el de la riboflavina un aumento. Sin embargo, todos los autores citados en esta sección indican que el porcentaje de retención de estos micronutrientes es mayor en la fritura que en otros métodos de cocción.

Por lo anterior, es necesario continuar con la investigación a nivel práctico, entendiendo que la bibliografía relacionada con las alteraciones que sufren las vitaminas B1, B2, B3, B9 y hierro al someterse a fritura profunda con aceites reutilizados es nula.

8. Análisis y discusión.

A partir de la información bibliográfica recolectada, se evidencia que los autores coinciden aspectos como el desarrollo diferentes tipos de cáncer por aldehídos, la generación de toxinas como el ácido erúico y mayor prevalencia a la obesidad al consumir alimentos fritos en aceites reutilizados. Recomiendan como método para prevenir este tipo de problemáticas no utilizar más de 2 veces las grasas vegetales.

Complementando lo anterior, los aceites vegetales limpios no alteran en gran medida los micronutrientes con los cuales se fortifica la harina de trigo, debido a que los tiempos de cocción son muy cortos y el interior del alimento no alcanza temperaturas superiores a 100°C. Es necesario realizar la evaluación del porcentaje de retención de estos micronutrientes cuando se fríen en aceites reutilizados, con el fin de complementar los resultados obtenidos en esta investigación.

Partiendo de lo anterior se puede deducir que los autores comparten sus pensamientos e ideas en muchos aspectos básicos, dando a entender que la investigación acerca de la forma como se ven afectados los micronutrientes de la harina de trigo fortificada cuando se hace uso de aceites vegetales nuevos y reutilizados es un tema de discusión muy cerrado, pues se encuentran diversos estudios, pero, en su mayoría comparten la misma información parafraseada, teniendo como resultado en la parte bibliográfica, un contenido principalmente relacionado con prevalencia al cáncer y enfermedades no transmisibles, pero respecto a los micronutrientes es muy limitado.

9. Conclusión.

En conclusión, llevar alimentos elaborados con harina de trigo fortificada con vitaminas B1, B2, B3, B9 y hierro a fritura profunda en aceites vegetales reutilizados puede alterar las características fisicoquímicas del alimento produciendo efectos nocivos y tóxicos para la salud como enfermedades no transmisibles (cáncer, hipercolesterolemia, etc.), además de alteraciones sensoriales, ya que, a partir del segundo ciclo de uso este ya comienza a presentar cambios como la oxidación. Los autores citados enfatizan que es preferible darles un único uso a los aceites y/o consumir las grasas crudas.

Respecto a las alteraciones que sufren estos micronutrientes cuando se someten a fritura, el porcentaje de retención es alto, mayor o igual al 50% cuando se fríe en aceite limpio. En el caso de la vitamina B2, se presentó un aumento de esta en el alimento. De esta manera se demuestra que, a causa del corto tiempo de cocción, temperatura interna del alimento inferior a los 100°C y la costra que se crea durante el proceso, la pérdida de nutrientes es menor a otros métodos de cocción. Sin embargo, no fue posible encontrar resultados referentes a la influencia de la reutilización de las grasas en estas vitaminas y minerales.

10. Bibliografía

- Alvarez Murillo, M. J. (2010). *Aplicación de la tecnología de fritura para la obtención de chips de oca (Oxalis tuberosa, Mol) a diferentes temperaturas y tiempos, utilizando dos empaques a dos condiciones de almacenamiento*. Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi. Retrieved April 28, 2023, from <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/896>
- Aragón, M. A. G. (2011, Noviembre 28). “*INCIDENCIA EN LA CANTIDAD DE GRASA ABSORBIDA EN PLÁTANO HARTÓN VERDE (MUSA PARADISIACA) EN FRITURA, POR EL USO DE ACEITE DE MEZCLA DE ACEITES VEGETALES REUTILIZADO*”. “*INCIDENCIA EN LA CANTIDAD DE GRASA ABSORBIDA EN PLÁTANO HARTÓN VERDE (MUSA PARADISIACA) EN FRITURA, POR EL USO DE ACEITE DE*. Retrieved May 28, 2023, from <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8905/tesis839.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baca, K., & Urbina, J. (2022, Noviembre 10). *Conocimiento de aceites de cocina reutilizados y su relación con la salud de pobladores Autogestionario Huaycán Zona-C Ate Lima 2022*. UNID. http://repositorio.unid.edu.pe/bitstream/handle/unid/289/T117_44878737_T%20T117_46812634_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bedoya Mejía, V. (2017, Octubre 21). *Influencia de las condiciones de proceso para la reducción de acrilamida con la adición de compuestos naturales o sintéticos*. Unilasallista. Retrieved April 28, 2023, from http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2569/1/Influencia_condiciones_proceso_reduccion_acrilamida.pdf

- Bognár, A. (1998). Comparative study of frying to other cooking techniques influence on the nutritive value. *Grasas y Aceites*, 49(3), 250-260.
<https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/746/737>
- Ciappini, M., Gatti, M., Cabreriso, M., & Chaín, P. (2016). MODIFICACIONES FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES PRODUCIDAS DURANTE LAS FRITURAS DOMÉSTICAS SOBRE ACEITE DE GIRASOL REFINADO Y ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA. *Invenio: Revista de Investigación Académica*, 19(37), 155 - 165. file:///C:/Users/diego/Downloads/Dialnet-ModificacionesFisicoquimicasYSensorialesProducidas-5662211.pdf
- Coronel, M. (2014, Julio). Fritura al Vacío: Un enfoque nutricional. *Enfoque UTE*, 5(3), 15-24. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422014000300015&script=sci_arttext
- Dreamco. (2019, Septiembre 21). *Puntos de humo de los aceites comestibles*. Dreamco. Retrieved April 28, 2023, from https://dreamcosrl.com/lecturas?journal_blog_post_id=12
- Esquivel, A., Castañeda, A., & Ramírez, J. (2014, Julio). Cambios químicos de los aceites comestibles durante el proceso de fritura. Riesgos en la salud. *Boletín Científico PADI*, 2(3), 3.
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/e3.html#:~:text=Durante%20el%20proceso%20de%20fritura%20la%20temperatura%20puede%20superar%20los,les%20ingiere%20en%20forma%20cr%C3%B3nica>.
- Forero, B. (2021, 12). 1A. *ESTUDIO PPHARINA-ICP*. Instituto de Ciencia Política Hernán Echavarría Olózaga. Retrieved April 28, 2023, from https://icpcolombia.org/cms/wp-content/uploads/2021/12/ESTUDIO_PPHARINA-ICP.pdf

Ghidurus, M., Turtoi, M., Boskou, G., Niculita, P., & Stan, V. (2010). Nutritional and health aspects related to frying (I). *Romanian Biotechnological Letters*, 15(6), 5675-5682.

http://www.rombio.eu/rbl6vol15/1%20Review_Ghidurus.pdf

Gómez-Daza, J. (2014). Evaluación de las propiedades físicas de la masa de las donas durante la fritura profunda a diferentes temperaturas – Análisis crítico. *Revista UGCiencia*, 20(1), 87-95.

<http://contexto.ugca.edu.co/index.php/ugciencia/article/view/318>

Haro, B., & Urbina, K. (2019, May 7). . . - YouTube. Retrieved May 22, 2023, from

http://repositorio.unid.edu.pe/bitstream/handle/unid/289/T117_44878737_T%20T117_46812634_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2020, Octubre). *Guías Alimentarias Basadas en Alimentos para la población colombiana mayor de 2 años* (2nd ed.).

J., P. P., & Merino. (2015, febrero 23). *Oleaginosas - Qué es, definición y concepto*.

Definición.de. Retrieved May 28, 2023, from <https://definicion.de/oleaginosas/>

Joyce, J. (2021, February 2). *Qué son los antinutrientes y por qué son parte fundamental de la alimentación*. BBC. Retrieved April 28, 2023, from

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-55712628>

Martins, C., Bandeira, A., Duarte, H., Gomide, R., Silva, S., Della, C., & Pinheiro-Sant'ana, H. (2017). Effect of cooking methods on the stability of thiamin and folic acid in fortified rice. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 68(2), 179-187.

10.1080/09637486.2016.1226273

Ministerio de Salud y Protección Social. (1996, Octubre 30). *DECRETO 1944 DE 1996*.

ICBF. Retrieved Mayo 7, 2023, from

https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_1944_1996.htm

- Montes, N., Millar, I., Provoste, R., Martinez, N., Fernández, D., Morales, G., & Valenzuela, R. (2016, Marzo). Absorción de aceite en alimentos fritos. *Revista chilena de nutrición*, 43(1), 1. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100013>
- Paz, N. (2018, Octubre 6). *NIVEL DE CONOCIMIENTO DE EFECTOS NOCIVOS POR ACEITES RECALENTADOS Y HABITOS ALIMENTARIOS DE FRITURAS EN ALUMNOS DEL III Y IV CICLO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS Y BIOQUIMICA DE LA UIGV. UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA.*
http://168.121.45.184/bitstream/handle/20.500.11818/2987/TESIS_%20N%c3%89STOR%20ALBERTO%20PAZ%20OJEDA.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Pourkhalili, A., Mirlohi, M., & Rahimi, E. (2013, Mayo 8). Heme Iron Content in Lamb Meat Is Differentially Altered upon Boiling, Grilling, or Frying as Assessed by Four Distinct Analytical Methods. *The Scientific World Journal*, 2013(1), 1.
10.1155/2013/374030
- Prado de Paiva, E., dos Santos, E., de Santana, S., dos Santos, L., Botelho, J., Saegesser, B., Bôa-Viagem, C., dos Santos, A., de Azevedo, C., & da Silva, M. (2020). Folic acid retention evaluation in preparations with wheat flour and corn submitted to different cooking methods by HPLC/DAD. *PLoS One*, 15(4), 1-5.
10.1371/journal.pone.0230583
- Ramirez Montez, S., & Rodriguez Avila, J.A. (2023). Clasificación de aceites vegetales comestibles de acuerdo con su degradación. Retrieved May 22, 2023, from <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/10220/10100>
- Sarracent Lopez, A., & Gandón Hernández, J. (2016, 09 1). Estudio de la transformación del Aceite de Soya usado en ésteres etílicos de ácidos grasos. *Tecnología Química*, 36(3), 1. https://dreamcosrl.com/lecturas?journal_blog_post_id=12

- Suaterna, A. (2008, Enero 1). La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en los alimentos fritos. *PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA*, 10(1), 77-88.
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/11378/1/SuaternaAdriana_2008_FrituraAlimentosPerdida.pdf.pdf
- Suaterna, A. C. (2009, Junio). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11(1), 39 - 53.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082009000100004
- Tama, F., Sánchez, V., & Montaña, M. (2002). Valor nutritivo y efectos metabólicos de la reutilización de aceites comestibles calentados y oxidados. *Revista "Medicina"*, 8(2), 161-167. <https://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-medicina/index.php/ucsg-medicina/article/view/543/500>
- Tama Viteri, F. A., Crespo, V. S., & A, M. M. (2020, May 20). *Valor nutritivo y efectos metabolicos calentados y oxidados. comestibles de la reutilización de aceites. . - YouTube*. Retrieved May 28, 2023, from <https://editorial.ucsg.edu.ec/ojs-medicina/index.php/ucsg-medicina/article/view/543/500>
- Villasmil, N. R., Montilla, J. M., Bravo Henriquez, A., Fernandez Ramirez, A., & Reyna Villasmil, E. (2022, abril 16). *Efectos Metabólicos de La Reutilización de Aceites Comestibles Recalentados y Oxidados*. Dialnet. Retrieved May 28, 2023, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8467564>