

Artículo Científico

Condiciones de calidad al momento del descarte de los aceites de fritura en el Municipio de Tiquipaya (Cochabamba – Bolivia)**Quality conditions when discarding frying oils in the Municipality of Tiquipaya (Cochabamba - Bolivia)**

M.Sc. Marcos Ferrel Vera 1. Mgr. Mary Cruz Mollo Sánchez 2.

1. Docente de Química. Facultad de Tecnología. Universidad Privada del Valle. Cochabamba. mferrelv@univalle.edu
2. Docente del departamento de Materias Básicas. Facultad de Tecnología. Universidad Privada del Valle. Cochabamba. mmollos@univalle.edu

RESUMEN

La fritura por inmersión es una de las técnicas de cocción de alimentos que más se ha expandido, desde la actividad a nivel doméstico hasta la escala industrial. En muchos países se han establecido límites para la reutilización del aceite de procesos de fritura debido a que durante este proceso el aceite se degrada y se generan muchas sustancias que podrían tener efectos negativos sobre la salud.

Se han recolectado y analizado muestras de aceite residual de fritura procedentes de establecimientos gastronómicos que se dedican a la preparación de pollo y papas fritas en el Municipio de Tiquipaya. El 95% de las muestras presentan un nivel de calidad aceptable y cumplen con todos los parámetros establecidos por normas de referencia. El 5% de las muestras presentan un porcentaje de compuestos polares superiores a 25%. El nivel de cumplimiento es elevado; sin embargo, es posible que este resultado no refleje la situación real, ya que se observó que algunas muestras podrían haber sido alteradas.

Palabras clave: Aceite de fritura. Ácidos grasos libres. Compuestos polares totales.

ABSTRACT

Frying by immersion is one of the most widespread food cooking techniques, from domestic activity to the industrial scale. In many countries, limits have been established for the reuse of oil from frying processes; because during this process the oil breaks down and many substances are generated that could have negative effects on health.

Samples of residual frying oil have been collected and analyzed from gastronomic establishments that are dedicated to prepare fried chicken and potatoes in the Municipality of Tiquipaya. 95% of the samples present an acceptable quality level and comply with all the parameters established by reference standards. 5% of the samples show a percentage of polar compounds greater than 25%. The level of compliance is high; however, this result may not reflect the actual situation, as it was observed that some samples could have been altered.

Keywords: Free fatty acids. Frying oils. Total polar compounds.

INTRODUCCIÓN

La fritura por inmersión es una de las técnicas de cocción de alimentos que más se ha expandido, desde la actividad a nivel doméstico hasta la escala industrial. En un proceso de fritura por inmersión, el aceite o grasa experimenta alteraciones en su composición, que conducen a la disminución de su calidad.

La alta temperatura, el contacto con el oxígeno del aire y la transferencia de sustancias contenidas por el alimento, cambian gradualmente la composición del aceite o grasa utilizada, y por lo tanto, también cambian sus propiedades físicas, químicas y nutricionales (Boatella y Codony, 2000; Gertz, 2000; Zeb, 2019, Erickson, 2007).

Se distinguen dos tipos de procesos de fritura por inmersión, continua y discontinua. El modo continuo se adapta a la producción a nivel industrial, mientras que el modo discontinuo es empleado en restaurantes, servicios de comedor y negocios ambulantes de comida rápida (Erickson, 2007).

En el modo discontinuo, el aceite o grasa es sometida a varios ciclos de calentamiento, fritura, enfriamiento y almacenamiento, hasta que alcanza un grado de calidad que se considera inaceptable y, finalmente, se descarta. El uso del aceite se prolonga filtrando las partículas provenientes del alimento o reponiendo con aceite fresco el volumen absorbido por el alimento luego de cada ciclo (Dobarganes y Márquez – Ruiz, 1998; Gertz, 2000; Bruhl, 2014, Zeb, 2019; Mujumdar, 2014).

En muchos países se han establecido límites para la reutilización del aceite de procesos de fritura (Firestone, Stier y Blumenthal, 1991; Boatella y Codony, 2000), debido a que durante este proceso el aceite se degrada y se generan muchas sustancias que podrían tener efectos negativos sobre la salud (Boatella y Codony, 2000; Zeb, 2019; Boskou, 2011, Erickson, 2007). En Bolivia no se cuenta con un reglamento que permita controlar esta práctica, por lo tanto,

se ha recurrido a normativa disponible y que es aplicada en países vecinos con los que se tiene proximidad socioeconómica.

Los parámetros más utilizados para evaluar el nivel de degradación de un aceite son el porcentaje de ácidos grasos libres, como el ácido oleico (AGL); el porcentaje de compuestos polares totales (TPC); la viscosidad; el color y la concentración de ciertos productos de oxidación, como peróxidos, anisidina, carbonilos y otros (Boatella y Codony, 2000; Choe y Min, 2007; Sun, 2009; Mallikarjunan, Ngadi y Chinnan, 2010; Firestone et al., 1991; Gertz, 2000).

El Código Alimentario Argentino (actualización de 12/2018) indica que un aceite de fritura en condiciones para uso puede tener un valor máximo de 1,25% de ácidos grasos libres como el ácido oleico. La mayoría de países que cuentan con normativa relativa al uso de aceites y grasas en procesos de fritura, aceptan 25 – 27% como valor máximo de compuestos polares totales (Boatella y Codony, 2000; Reglamento sanitario de los alimentos Chile, 1996).

En restaurantes o servicios gastronómicos de pequeña escala, por motivos económicos o falta de conocimiento, el descarte del aceite se efectúa en función del aspecto organoléptico y de su posible influencia sobre el aspecto del producto (Cavus y Sheward, 2014; Rabie, El-Gammal y El-Sayed, 2015; Sunisa et al., 2011, Lazarick, 2012, Mujumdar, 2014). De igual manera, en este tipo de actividades el uso del aceite es múltiple, es decir, que el mismo aceite se utiliza para pollo, papas, y en ocasiones, también para otros alimentos. El tipo de alimento que se fríe influye en los cambios que experimenta el aceite, y contribuye también al cambio de color del aceite (Sun, 2009, Rossell 1998).

Este estudio pretende establecer la calidad de muestras de aceite residual de fritura que han sido recolectadas en servicios gastronómicos de pequeña escala y que elaboran pollo frito

(estilo broaster) con papa frita, en el municipio de Tiquipaya (Cochabamba – Bolivia). La calidad del aceite fue evaluada en función del porcentaje de ácidos grasos libres y del porcentaje de compuestos polares totales.

Posteriormente, se determinó el porcentaje de muestras que se encontraron en condiciones aceptables por comparación normativa disponible (Código Alimentario Argentino y Reglamento Sanitario de Alimentos de Chile, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

La Intendencia del Gobierno Autónomo del Municipio de Tiquipaya se ha encargado de recolectar 19 muestras de aceite de fritura de diversos servicios gastronómicos que se encuentran dentro de su jurisdicción. Las muestras que se han solicitado corresponden al aceite de fritura dispuesto para ser descartado.

- **Manejo de las muestras:** Se recolectaron entre 300 y 500 ml de muestras de aceite residual en botellas herméticas de polietileno, que se conservan en lugar fresco y oscuro hasta el momento del análisis.

- **Determinación del contenido de ácidos grasos libres (acidez valorable):** Se determinó, conforme indica la norma AOCS Ca 5a-40, mediante valorización con una solución estandarizada de hidróxido de sodio.

- **Determinación rápida del contenido de compuestos polares (TPM):** Se utilizó un medidor portátil FOM 330 (Food Oil Monitor 330 Ebro Inc. Alemania), conforme las indicaciones del fabricante, la medición se realizó a una temperatura comprendida entre 150 y 190 °C.

- **Determinación del color:** Se estimó por comparación con la escala Gardner – Lovibond para aceites.

- **Métodos estadísticos:** Los análisis se realizaron en duplicado, y el valor que se atribuyó a cada muestra corresponde al promedio de los dos resultados.

Se considera que una muestra es aceptable si no presenta ningún parámetro, ácidos grasos libres y compuestos polares, con valores por encima de los límites de referencia. Todos los cálculos estadísticos fueron realizados con ayuda de MINITAB.

RESULTADOS

En 15 muestras no se observó presencia de sedimentos o materiales extraños; 6 muestras no presentaron un nivel de desgaste significativo o fueron diluidas con aceite fresco, ya que su aspecto organoléptico y sus resultados de análisis fueron muy próximos a los de aceites frescos del mismo tipo.

Todas las muestras fueron sometidas a ensayos en laboratorio para determinar su porcentaje de ácidos grasos libre, como ácido oleico (AGL) y su porcentaje de compuestos polares totales (CPT). Adicionalmente, se estimó el color en escala Gardner (CEG). Las muestras fueron ordenadas y numeradas en orden creciente de color estimado.

Los valores obtenidos para el porcentaje de ácidos grasos libres expresados como ácido oleico (AGL) se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro N°1. Porcentaje de ácidos grasos libres como ácido oleico de las muestras recolectadas en el Municipio de Tiquipaya.

N° muestra	CEG	Ácidos grasos libres [%]			Aceite Fresco	Límite CAA	Nivel de desgaste
		Primera valoración	Segunda valoración	Promedio			
1	< 7	0,04	0,06	0,05	0,04	1,25	Bajo
2	< 7	0,06	0,06	0,06	0,04	1,25	Bajo
3	< 7	0,08	0,06	0,07	0,04	1,25	Bajo
4	< 7	0,10	0,10	0,10	0,04	1,25	Bajo
5	7 - 12	0,11	0,11	0,11	0,04	1,25	Poco desgaste
6	7 - 12	0,10	0,11	0,11	0,04	1,25	Bajo
7	7 - 12	0,16	0,16	0,16	0,04	1,25	Poco desgaste
8	7 - 12	0,14	0,13	0,14	0,04	1,25	Poco desgaste
9	12 - 20	0,27	0,26	0,27	0,04	1,25	Poco desgaste
10	12 - 20	0,11	0,11	0,11	0,04	1,25	Poco desgaste
11	12 - 20	0,14	0,15	0,15	0,04	1,25	Bajo
12	12 - 20	0,26	0,26	0,26	0,04	1,25	Poco desgaste
13	12 - 20	0,19	0,20	0,20	0,04	1,25	Poco desgaste
14	12 - 20	0,15	0,16	0,16	0,04	1,25	Moderado
15	12 - 20	0,18	0,19	0,19	0,04	1,25	Poco desgaste
16	12 - 20	0,18	0,20	0,19	0,04	1,25	Poco desgaste
17	12 - 20	0,27	0,27	0,27	0,04	1,25	Moderado
18	20 <	0,11	0,12	0,12	0,04	1,25	Poco desgaste
19	20 <	0,94	1,00	0,97	0,04	1,25	Alto

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Los valores obtenidos para el porcentaje de compuestos polares totales (CPT) se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro N°2. Porcentaje de compuestos polares totales (CPT) de las muestras recolectadas en el Municipio de Tiquipaya

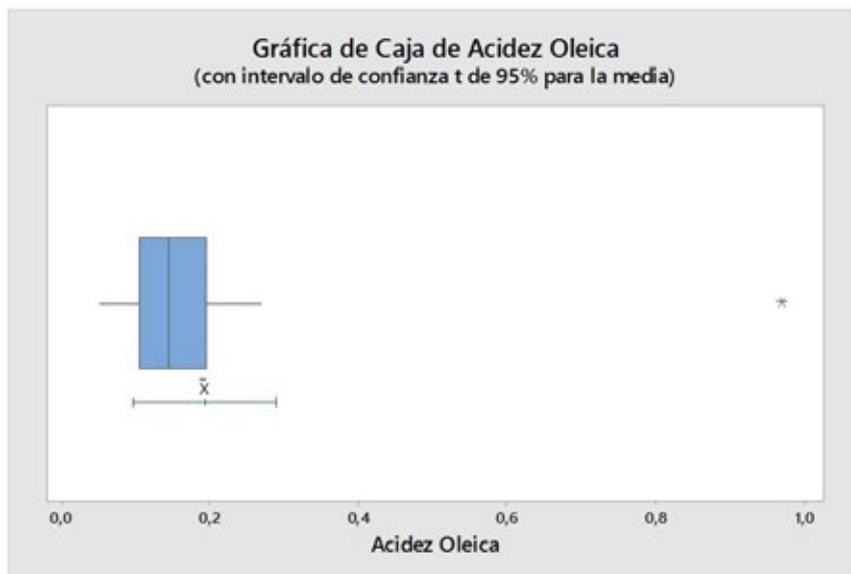
N° muestra	CEG	Ácidos grasos libres [%]			Aceite Fresco	Límite CAA	Nivel de desgaste
		Primera valoración	Segunda valoración	Promedio			
1	< 7	0,04	0,06	0,05	0,04	1,25	Bajo
2	< 7	0,06	0,06	0,06	0,04	1,25	Bajo
3	< 7	0,08	0,06	0,07	0,04	1,25	Bajo
4	< 7	0,10	0,10	0,10	0,04	1,25	Bajo
5	7 - 12	0,11	0,11	0,11	0,04	1,25	Poco desgaste
6	7 - 12	0,10	0,11	0,11	0,04	1,25	Bajo
7	7 - 12	0,16	0,16	0,16	0,04	1,25	Poco desgaste
8	7 - 12	0,14	0,13	0,14	0,04	1,25	Poco desgaste
9	12 - 20	0,27	0,26	0,27	0,04	1,25	Poco desgaste
10	12 - 20	0,11	0,11	0,11	0,04	1,25	Poco desgaste
11	12 - 20	0,14	0,15	0,15	0,04	1,25	Bajo
12	12 - 20	0,26	0,26	0,26	0,04	1,25	Poco desgaste
13	12 - 20	0,19	0,20	0,20	0,04	1,25	Poco desgaste
14	12 - 20	0,15	0,16	0,16	0,04	1,25	Moderado
15	12 - 20	0,18	0,19	0,19	0,04	1,25	Poco desgaste
16	12 - 20	0,18	0,20	0,19	0,04	1,25	Poco desgaste
17	12 - 20	0,27	0,27	0,27	0,04	1,25	Moderado
18	20 <	0,11	0,12	0,12	0,04	1,25	Poco desgaste
19	20 <	0,94	1,00	0,97	0,04	1,25	Alto

Fuente: Elaboración propia, 2019.

A partir de la muestra N°11 se observa un cambio muy significativo de color, y que podría influir en el aspecto del producto.

En cuanto a los resultados de ácidos grasos libres expresados como ácido oleico, todas las muestras examinadas presentan valores inferiores al límite de referencia; sin embargo, como se observa en la Gráfica 1, la muestra N°19 presenta un nivel significativo de desgaste.

Gráfica N°1. Diagrama de cajas para los resultados de ácidos grasos libres como ácido oleico

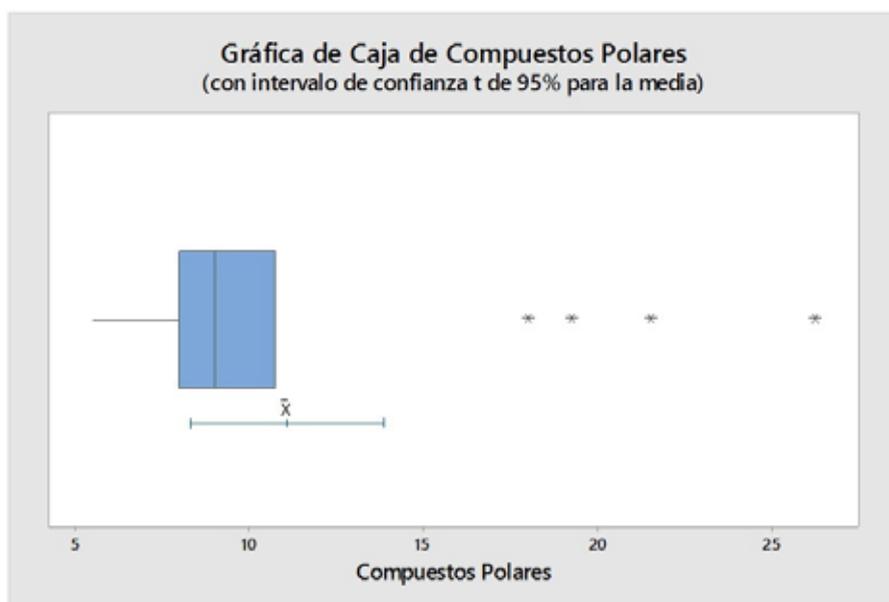


Fuente: Elaboración propia, 2019.

En cuanto a los resultados de compuestos polares, y como se muestra en la Gráfica 2, las muestras N°6, 6 y 19 presentan un nivel significativo de

desgaste, mientras que la muestra N°18 presenta un valor superior al límite de referencia (RSA Chile, 1996).

Gráfica N°2: Diagrama de cajas para los resultados de compuestos polares totales



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Un aceite de fritura en condiciones aceptables que puede seguir siendo utilizado, no debe tener ningún parámetro con un valor mayor al de los respectivos límites de referencia (CAA, CSA). En conformidad con esta condición se ha establecido que la muestra N°18 no cumple con el parámetro

de compuestos polares totales y, por tanto, es la única que no es apta para ser utilizada. El Cuadro 3 resume, en términos de número de muestras y porcentajes, el nivel cumplimiento de las 19 muestras evaluadas con respecto a las normas de referencia.

Cuadro N°3. Comparación de la calidad de las muestras de servicios gastronómicos del Municipio de Tiquipaya con las normas de referencia

	AGL		CPT	
	Número de muestras	Porcentaje [%]	Número de muestras	Porcentaje [%]
Valor inferior al limite	19	100	18	95
Valor supera el limite	0	0	1	5
Total	19	100	19	100

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Luego de ordenar las muestras en 4 categorías de color, se ha aplicado ANOVA para establecer si existe relación entre color y porcentaje de ácidos

grasos libres. Los resultados correspondientes se presentan en las Tablas 1, 2 y 3, y en los Gráficos 3 y 4.

Tabla N°1. Tabla de medias de porcentaje de ácidos grasos libres (las categorías de color corresponden a la escala Gardner)

Color	N	Media	Desv. Est.	Intervalo de confianza al 95%
< 7	4	0,0700	0,0216	(-0,1029; 0,2429)
7 – 12	4	0,1275	0,0253	(-0,0454; 0,3004)
12 – 20	9	0,1972	0,0572	(0,0819; 0,3125)
> 20	2	0,5420	0,6050	(0,2980; 0,7870)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla N°2. Test de hipótesis de ácidos grasos libres

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

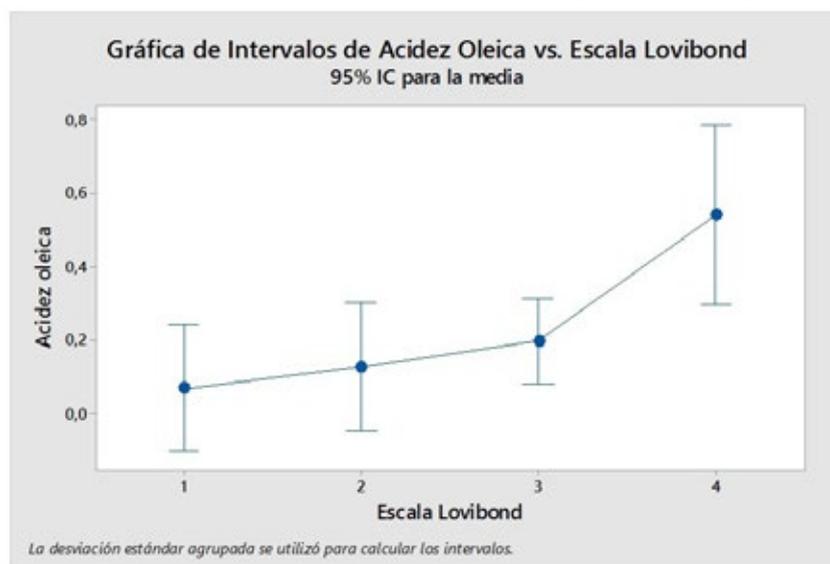
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 3: Resultados de ANOVA para el porcentaje de ácidos grasos libres

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Escala Lovibond	3	0,3221	0,10737	4,08	0,026
Error	15	0,3950	0,02633		
Total	18	0,7171			

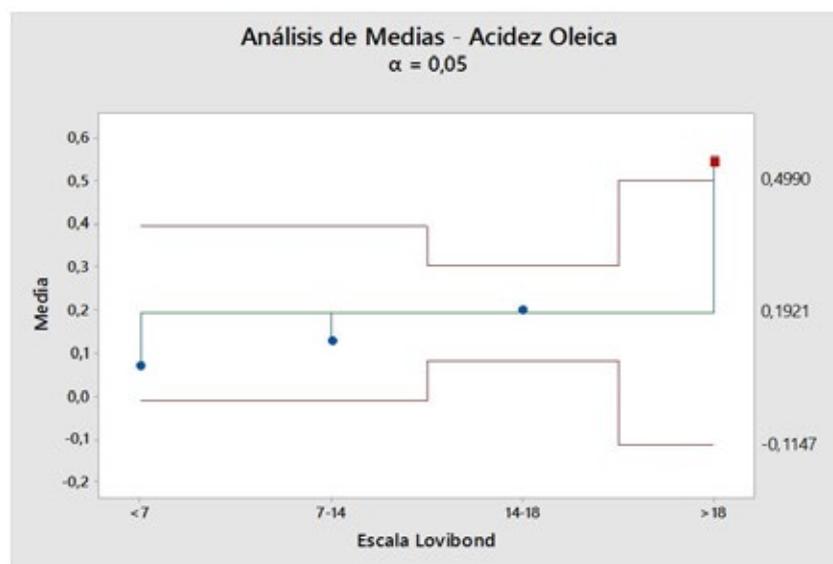
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfico N°3. Intervalos de medias para porcentaje de ácidos grasos libres



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfico N°4. Comparación de media e intervalos de confianza para ácidos grasos libres



Fuente: Elaboración propia, 2019.

De igual manera, se ha aplicado ANOVA para establecer si existe relación entre color y porcentaje de compuestos polares totales, los resultados se resumen en las Tablas 4, 5 y 6, y en los Gráficos 5 y 6.

Tabla N°4. Tabla de medias de porcentaje de compuestos polares totales (las categorías de color corresponden a la escala Gardner)

Color	N	Media	Desv. Est.	Intervalo de confianza al 95%
< 7	4	7,19	1,60	(2,54; 11,84)
7 – 12	4	11,81	5,03	(7,16; 16,46)
12 – 20	9	10,00	4,58	(6,90; 13,10)
> 20	2	22,13	5,83	(15,55; 28,70)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla N°5. Test de hipótesis de porcentaje de compuestos polares totales

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

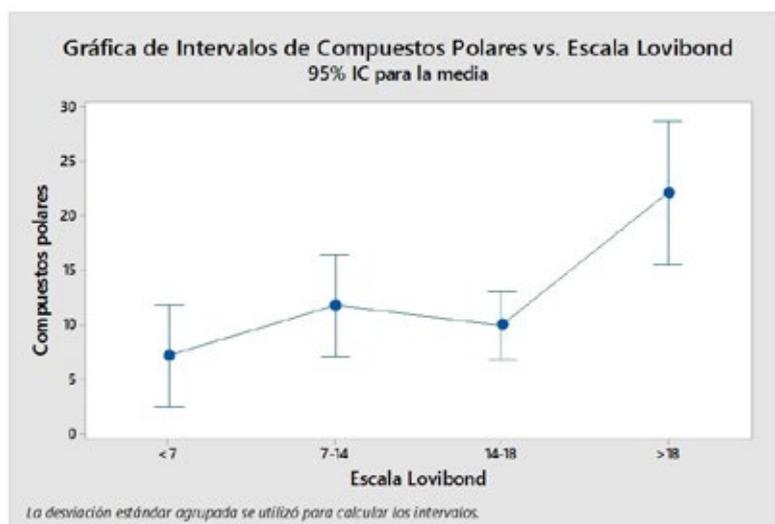
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla N°6. Resultados de ANOVA para el porcentaje de compuestos polares totales

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Escala Lovibond	3	317,2	105,74	5,55	0,009
Error	15	285,8	19,05		
Total	18	603,0			

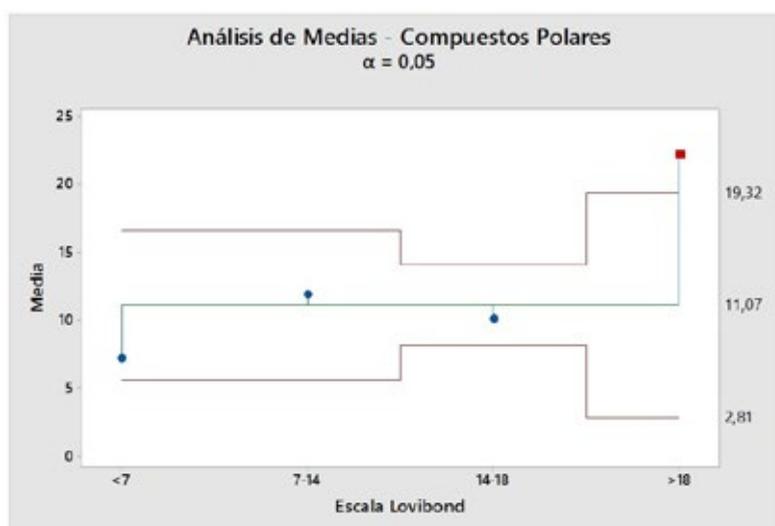
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfico N°5. Intervalos de medias para porcentaje de compuestos polares totales



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Gráfico N°6. Comparación de media e intervalos de confianza para ácidos grasos libres



Fuente: Elaboración propia, 2019.

DISCUSION

Este trabajo ha permitido evaluar el estado del aceite residual de fritura descartado por servicios gastronómicos que preparan en pequeña escala pollo broaster con papas fritas, en el Municipio de Tiquipaya. Para evaluar el estado del aceite residual se ha tenido en cuenta el porcentaje de ácidos grasos libres (oleico), así como el porcentaje de compuestos polares totales; ambos se encuentran entre los más utilizados para este tipo de control y son mencionados en muchas normativas (Bruhl 2014; Camilo et al., 2010; Rivera

et al., 2014; Chen et al., 2013; Juárez y Sammán, 2007; Masson et al., 1997).

Debido a la existencia de condiciones favorables para la hidrólisis durante la fritura, humedad y alta temperatura, la cantidad relativa de ácidos grasos libres se incrementa gradualmente (Gupta, 2005; Zhang et al., 2012; Choe y Min, 2007; Zeb, 2019). Sin embargo, el uso de los ácidos grasos libres o la acidez -para evaluar el desgaste de un aceite utilizado en fritura no es muy fiable- ya que muchos ácidos grasos que se

forman son volátiles y no permanecen en el aceite cuando este se encuentra caliente, o sufren otras transformaciones químicas, en consecuencia, los resultados no pueden ser repetidos (Boatella y Codony, 2000; Izbalm et al., 2010).

Los compuestos polares identifican un conjunto amplio de compuestos, que son producidos tanto por la hidrólisis como por reacciones de oxidación, que tienen en común una mayor polaridad que los triglicéridos que conforman el aceite (Zhang et al., 2012; Choe y Min, 2007; Zeb, 2019). La estimación de la degradación del aceite a través de los compuestos polares es actualmente el método más aplicado, debido a que tiene una mejor reproductibilidad (Boatella y Codony, 2000; Suaterna, 2009).

Las muestras recolectadas y evaluadas fueron de uso múltiple, algunas fueron utilizadas solo para las papas fritas; otras solo para pollo; mientras que otras se utilizaron tanto para el pollo y las papas fritas; o para pollo y para otras carnes; o para pollo, papas fritas y otros alimentos. Como la degradación del aceite varía en función del alimento, las muestras han dieron lugar a resultados atípicos. Algunas muestras tuvieron muy poco uso o fueron diluidas con aceite fresco, por lo que no se pudo confirmar si correspondían al aceite para descarte o si se trataba de aceite que aún sería utilizado.

De acuerdo con los resultados obtenidos, a medida que la degradación del aceite aumenta, el color del aceite cambia de amarillo claro a café oscuro (Sun, 2009), mientras que los valores de la acidez oleica y del porcentaje de compuestos polares también aumentan. El oscurecimiento del aceite se debe, tanto a productos (melanoidinas) de reacciones Maillard que son transferidos del alimento al aceite (Bordin et al., 2013), como por oxidación excesiva (oligomerización) de los propios componentes del aceite (Lazarick, 2012). El cambio de color es más intenso en carnes o preparados que exudan aminoácidos y los transfieren al aceite durante la fritura (Totani et

al., 2006b). El aporte de las papas fritas al color es menos pronunciado.

Como indican algunas publicaciones (Cavus y Sheward, 2014; Rabie et al., 2015), también en los restaurantes estudiados en Tiquipaya, el color y el olor son los parámetros de control que más se utilizan para decidir el descarte del aceite; ninguno aplica métodos fisicoquímicos oficiales o comerciales, incluyendo tests rápidos de cualquier índole.

En otros estudios un aceite con color 11 o superior en la escala Gardner, se considera que ha alcanzado un nivel indeseado de desgaste (Totani et al., 2006a; Totani, Ohno y Yamaguchi, 2006c). En este estudio, se observa que 8 muestras (42 %) presentaron un color inferior a 11 en escala Gardner; mientras que 11 muestras (58 %) presentaron un color superior a 11.

Como se ha reportado en otras publicaciones (Totani et al., 2006c), se ha encontrado que existe una buena correlación entre la degradación del color con el aumento de la acidez oleica y los compuestos polares (Gráficos 3 y 5).

Algunas muestras presentan un valor de acidez oleica que no tiene relación con su nivel de color (Nº9, 12 y 18). Otras muestras presentan un valor de compuestos polares que no tiene relación con su nivel de color (Nº6, 12 y 17).

CONCLUSIÓN

Se examinaron 19 muestras de aceite residual de fritura de pollo con papas fritas, que han proporcionados por restaurantes del Municipio de Tiquipaya (Cochabamba - Bolivia). Las muestras examinadas tienen un valor de acidez oleica inferior a 1,25 %; mientras que 18 muestras examinadas tienen un valor de compuestos polares totales inferior a 25%. Se concluye que únicamente 1 muestra no presenta condiciones fisicoquímicas para seguir siendo utilizada en procesos de fritura.

Conforme a estos resultados, se concluye que la mayoría de servicios gastronómicos del Municipio de Tiquipaya que han sido sometidos a la evaluación, cumplen con todos los parámetros establecidos por las normas de referencia (CAA – Argentina y CSA – Chile).

Para ayudar a decidir el momento de descarte de un aceite de fritura, se considera útil establecer un color límite para este rubro, debido a su sencillez y costo.

Recomendaciones

Para contar con un estudio más representativo que muestre el panorama real del uso de aceite de fritura en la región, es importante que la toma de muestras sea realizada por personal que conozca con precisión todos los aspectos que puedan incidir en los resultados.

Dado que, para la mayoría de los usuarios, el color es el atributo que define el cambio de un aceite, se recomienda que en estudios posteriores se incluya su determinación mediante alguna metodología de referencia.

Adicionalmente, es necesario asegurar que los encargados de los restaurantes contribuyan con información precisa, tanto sobre el procedimiento de fritura como de los alimentos procesados.

Medir y estudiar la evolución del color del aceite para procesos de fritura de pollo y papas fritas, en condiciones controladas, y a partir de estas observaciones, establecer un color límite en función de su efecto en la calidad del alimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOCS, (2003). Official Methods Ca 5a-40: Determination of Free fatty Acids. American Oil Chemists Society, IL, EEUU.
- Boatella J. y Codony R., Mr Graham Chambers STOA (2000). Recycled Cooking Oils : Assessments of risks for public health. Directorate General for Research – European Parliament. Luxembourg.
- Bordin K., Kunitake M.T., Aracava K.K., y Favaro C.S., (2013). Changes in food caused by deep fat frying – A review. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 63 (1).
- Boskou D., (2011). Frying of Food : Oxydation, nutrient and non – nutrient, antioxydants, biologically active compounds, and high temperatures (2nd ed), CRC Press, Boca Raton, EEUU.
- Bruhl L., (2014). Fatty acid alterations in oils and fats during heating and frying. European Journal of Lipid Science and Technology, 116 (6), p. 707 – 715. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201300273>
- Camilo V.M.A., Almeida D.T., Araujo M.P.N., Cardozo L.A., Andrade J.C., y Bonelli M., (2010). Assessment of used frying oils and fats in bars, restaurants and snack bars. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 69 (1), p 91 – 98.
- Cavus O., y Sheward E., (2014). The level of knowledge amongst small and medium enterprises of the quality and safety issues impacting on the re-use of cooking oil. Int. J. Cur. Res. Rev., 6 (8), p. 28 – 36.
- Chen W.A., Chiu C.P., Cheng W.C., Hsu C.K., y Kuo M.I., (2013). Total Polar Compounds and Acid Values of Repeatedly Used Frying Oils Measured by Standard and Rapid Methods. Journal of Food and Drug Analysis, 21 (1), p. 58 – 65.
- Choe E., y Min D.B., (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. Journal of Food Science, 72 (5), p. R77 – R86. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x>
- Código Alimentario Argentino (Ley 18284), Capitulo VII, Artículo 552 (d) Ley 18284 (2018). <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2018.18284abstract>
- Dobarganes M.C., y Márquez – Ruíz G. (1998). Regulation of used fats and validity of quick tests for discarding the fats. Grasas y Aceites, 49 (3 y 4), p. 331 – 335. <https://doi.org/10.3989/gya.1998.v49.i3-4.735>

- Erickson M.D. (2007). *Deep Frying: Chemistry, Nutrition, and Practical Applications* (2nd Ed.), AOCS Press, Indiana, Estados Unidos.
- Firestone D., Stier R.F., y Blumenthal M.M., (1991). Regulation of frying fats and oils. *Food Technology*, 45 (2): 90 – 94.
- Gertz C., (2000). Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 102 (8 -9), p. 566 – 572.
[https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200009\)102:8/9<566::AID-EJLT566>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200009)102:8/9<566::AID-EJLT566>3.0.CO;2-B)
- Gupta M., F. Shahidi (2005). *Bailey's Industrial oil and products: Frying Oils* (Vol. 6). John Wiley and Sons, Inc., New Jersey (EEUU). <https://doi.org/10.1002/047167849X.bio023>
- Izbalm, D., Faiz B., Moudden A., Taifi N. y Aboudaoud I., (2010). Evaluation of the performance of frying oils using an ultrasonic technique. *Aceites y Grasas*, 61 (2), p. 151 -156.
<https://doi.org/10.3989/gya.087709>
- Juárez M.D., y Sammán N., (2007). El deterioro de los aceites durante la fritura. *Rev. Esp. Nutr. Comunitaria*, 13 (2), p. 82 – 94.
- Lazarick K., (2012). Cause of color component formation in oils during frying. Master Thesis University of Lethbridge, Alberta, Canada.
- Mallikarjunan P.K., Ngadi M.O., y Chinnan M.S., (2010). *Breaded Fried Foods*. CRC Press, p. 53 – 80.
<https://doi.org/10.1201/9780203492291>
- Mujumdar A.S., (2014). *Handbook of Industrial Frying* (Ed. 4th), p. 1201.
<https://doi.org/10.1201/b17208>
- Masson L., Robert P., Romero N., Izaurieta M., Valenzuela S., Ortiz J., y Dobarganes M.C., (1997). Comportamiento de aceites poliinsaturados en la preparación de patatas fritas para consumo inmediato: Formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. *Grasas y Aceites*, 48 (5), p. 273 – 81. <https://doi.org/10.3989/gya.1997.v48.i5.803>
- Rabie M.M., El-Gammal E., y El-Sayed A.A., (2015). A survey of quality of using oils in some fast foods restaurants. *Journal of Food and Dairy Sciences*, Mansoura Univ., 6 (5), p. 321 – 334.
<https://doi.org/10.21608/jfds.2015.48835>
- Reglamento Sanitario de Alimentos Chilenos (D.S. 977/96), Título X, Párrafo V, Artículo 266 (d), (1997).
- Rivera Y., Gutiérrez C., Gómez R., Matute M. e Izaguirre C., (2014). Cuantificación del deterioro de aceites vegetales usados en procesos de frituras en establecimientos ubicados en el Municipio Libertador del Estado Mérida. *Revista Ciencia e Ingeniería de la Universidad de los Andes*, 35 (3), p. 157 – 164.
- Rossell J.B., (1998). *Industrial Frying Process*. *Aceites y Grasas*, 49 (3 – 4), p. 282 – 295.
<https://doi.org/10.3989/gya.1998.v49.i3-4.729>
- Suaterna A.C., (2009). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11 (1), p. 39 – 53.
- Sun D.W., (2009). *Advances in deep-fat frying of foods*. (1st ed). Boca Raton: CRC Press; Boca Raton, EEUU.
- Sunisa, W., Worapong, U., Sunisa, S., Saowaluck, J. y Saowakon, W., (2011). Quality changes of chicken frying oil as affected of frying conditions. *International Food Research Journal*, 18, p. 615-620.
- Totani N., Yamaguchi A., Takada M. y Moriya M., (2006a). Color deterioration of oil during frying. *Journal of Oleo Science*, 55 (2), p. 51 – 57. <https://doi.org/10.5650/jos.55.51>
- Totani, N., Kuzume, T., Yamaguchi, A., Takada, M., y Moriya, M., (2006b). Amino acids brown oil during frying. *J. Oleo Sci.*, 55, p. 441 – 447. <https://doi.org/10.5650/jos.55.441>
- Totani N., Ohno C. y Yamaguchi A., (2006c). Is the frying oil in deep-fried foods safe? *J. Oleo Sci.*, 55, p. 449 – 456. <https://doi.org/10.5650/jos.55.449>
- Zhang Q., Saleh A.S.M., Chen J., y Shen Q., (2012). Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reaction products : A review. *Chem. Phys. Lipids*, 165, p. 662 – 681.
<https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2012.07.002>
- Zeb A., (2019). *Chemistry Food Frying : chemistry, biochemistry, and safety* (Chap. 2). John Wiley & Sons, Oxford, Reino Unido. <https://doi.org/10.1002/9781119468417>

Derechos de Autor (c) 2020 Marcos Ferrel Vera; Mary Cruz Mollo Sánchez.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para **Compartir** —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y **Adaptar** el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)