

GRASAS Y ACEITES, 61 (1),
ENERO-MARZO, 24-29, 2010,
ISSN: 0017-3495
DOI: 10.3989/gya.053309

Influencia del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la grasa contenida en patatas tipo “french”, empleando oleína de palma

Por J. Marcano,^a Y. La Rosa^a y N. Salinas^{a,*}

^aDepartamento de Química. Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología.
Universidad de Carabobo. Ciudad Universitaria de Bárbula. Avda. Salvador Allende.
Edo. Carabobo. Venezuela.

(*Autor para la correspondencia: nsalinas@uc.edu.ve)

RESUMEN

Influencia del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la grasa contenida en patatas tipo “french”, empleando oleína de palma

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la influencia de ciertas variables del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la fracción grasa de la patata tipo “french” (*Solanum tuberosum*), empleando oleína de palma. Para ello se caracterizó inicialmente la fracción grasa tanto de la patata como de la oleína utilizada, a través de la evaluación de diferentes parámetros fisicoquímicos, empleando para ello métodos de la A.O.A.C. y las Normas COVENIN. Se identificó las variables del proceso que más influían durante la fritura de las patatas, aplicando un diseño experimental del tipo 3², evaluando como factores; la reutilización de la matriz grasa (1ra, 4ta y 8va fritura), la temperatura (150° y 180 °C) y tipo de pelado del alimento (químico y manual), estudiando el contenido de compuestos polares como indicador de deterioro de la grasa presente en la patata, encontrando que la reutilización y el tipo de pelado influyen significativamente de manera positiva, y que la temperatura tiene una influencia negativa en la absorción de compuestos polares en las patatas fritas (α : 0.05).

PALABRAS CLAVE: *Compuestos polares – Fritura en profundidad – Oleína de palma.*

SUMMARY

Influence of the deep fat frying process on the lipid profile of the fat contained in the “french” type fried potato using palm olein

The aim of this investigation was to evaluate the influence of certain variables of the process of deep fat frying on the lipid profile of the fat fraction of the potato type “french” (*Solanum tuberosum*) using palm oil. This marked the first fat fraction of both the processing type and the oil used, through the evaluation of various physicochemical parameters, using the method of AOAC and the Standard COVENIN. We identified variables that influenced the process during frying of potatoes, using an experimental design of type 3 * 2², evaluating factors such as the reuse of the matrix fat (1st, the 4th and the 8th fry), temperature (150° and 180 °C) and method of food peeling (chemical and manual), studying the content of polar compounds as an indicator of the deterioration of the fat present in the potato, finding that oil reuse and peeling method significantly influenced in a positive manner, and that the temperature has a negative

influence on the absorption of polar compounds in potato chips (α : 0.05).

KEY-WORDS: *Deep frying – Palm olein – Polar compounds.*

1. INTRODUCCIÓN

El aceite de palma, ha llegado a ser uno de los aceites vegetales más empleados en diversas aplicaciones debido a sus buenas cualidades y propiedades. A partir de su fraccionamiento se obtienen dos fracciones: una líquida (Oleína) y una dura (Estearina). La oleína es la fracción más utilizada, es completamente líquida a temperatura ambiente en climas templados. Su versatilidad es bastante conocida, algunos ejemplos lo constituyen, las margarinas, “Shortenigs” (mezcla de grasas empleadas en proceso de fritura), y su gran uso como aceite para freír (POFP, 1997). En este sentido, podemos distinguir el proceso de fritura en profundidad; el cual es uno de los más antiguos de preparación de alimentos, donde se usan las grasas y aceites como medio de transferencia de calor. Por décadas, los consumidores han preferido productos fritos a profundidad por la combinación entre su sabor y textura, la cual es única en estos alimentos, siendo las industrias procesadoras de dichos alimentos son las principales usuarias de la oleína de palma (Badui *et al.*, 2006).

Cuando un alimento, como las patatas, es cocido a fritura en profundidad, la energía es transferida desde el elemento calentado a la grasa y luego desde la grasa calentada hasta la superficie original de las patatas inmersas en el aceite. En resumen, es un método de deshidratación controlada donde ocurre un oscurecimiento del alimento con aceites calientes como medio de transferencia de masa y calor (Metha *et al.*, 2001).

El producto frito absorbe una elevada cantidad de la grasa que constituye el medio de fritura, y acumula una cierta proporción de compuestos de alteración. Dichos compuestos, por encima de ciertas concentraciones, pueden afectar la calidad del alimento ya que los aceites y grasas comestibles empleados, su-

fren termodegradación cuando se someten a elevadas temperaturas y son utilizados de forma persistente, generando sustancias tóxicas con presumible potencial carcinógeno, encontrándose entre ellos los compuestos polares (Soriano *et al.*, 2002).

Las empresas que trabajan en la elaboración de productos fritos necesitan disponer de métodos adecuados para controlar sus procedimientos de fritura, que les permitan asegurar una calidad sensorial óptima y la estabilidad de sus productos. Por este motivo se planteó como objetivo estudiar la influencia de ciertas variables del proceso de fritura en profundidad sobre el perfil lipídico de la fracción grasa de la papa (*Solanum tuberosum*), empleando oleína de palma.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Materia Prima

El estudio se llevó a cabo con oleína de palma suministrada por la empresa: Alimentos Polar Comercial, y se le analizó: índice de refracción (η_D^{60}) (Norma COVENIN 702:1196), índice de peróxidos (Salinas *et al.*, 2002), índice de acidez (Norma COVENIN 325:80), índice de saponificación (Norma COVENIN 323:1998) e índice de yodo (Norma COVENIN 324:1996).

Las patatas fueron compradas en establecimientos comerciales de la ciudad de Valencia- Estado Carabobo, Venezuela.

2.2. Proceso de Fritura

Durante el proceso se emplearon ($100,00 \pm 0,01$) g de patatas, las mismas fueron peladas manual y físicamente. El pelado químico; consistió en sumergir la papa en una solución de NaOH al 10% p/v por 4 min., a una temperatura de 90 °C, luego se sometió a un lavado con agua por 10 min., para posteriormente lavarla de nuevo con una solución de ácido cítrico al 5% p/v (Hurtado *et al.*, 2001). Las patatas provenientes de ambos tipos de pelado se cortaron en forma de tiras (tipos "French"), con dimensiones específicas y uniformes (1,3 cm \times 1,2 cm) (Rivera, 2006).

El proceso de fritura en profundidad se realizó de manera discontinua, empleando una freidora doméstica y un volumen de oleína de 2,5L, con reposición de 100 mL de aceite. La freidora se acopló a un controlador de temperatura digital (Cole Parmer modelo 89000-10) a través de una termocupla tipo K, al alcanzar la temperatura predeterminada (150 y 180 °C) se sumergieron las patatas a la freidora, dejando 10 min. de cocción para 150 °C y 7 min. para 180 °C. El aceite se dejó reposar por 10min agregando luego 100 mL de aceite nuevo, realizando un nuevo ciclo de fritura, esto se repitió a igual temperatura, hasta alcanzar ocho (8) frituras (reutilización) (Rivera, 2006).

Las patatas ya fritas, se dejaron reposar por 10 minutos fuera de la cesta de la freidora, para poste-

riormente ser pasadas por papel absorbente donde se escurrieron por 5 minutos.

2.3. Determinación de grasa cruda

La extracción de grasa de las patatas ya fritas, se realizó empleando el método de extracción continua (Equipo Soxhlet), empleando la siguiente metodología (Norma COVENIN 1340:1995). Las patatas se trituraron con la ayuda de un mortero y se homogenizaron. Se pesaron ($15,00 \pm 0,01$)g en un cono de celulosa, por otra parte se pesó un balón de una boca de 250mL con dos (2) perlas de ebullición dentro del mismo. El cartucho de extracción se colocó en el equipo de Soxhlet y se adaptó el balón, el cual contenía 150mL de éter de petróleo. Se dejó el sistema de extracción por 4 horas, luego de transcurrido el tiempo, se retiró el balón y se evaporó el solvente restante, empleando una manta de calentamiento. Se colocó el balón en la estufa a 110 °C por una (1) hora y luego en un desecador y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente por una (1) hora. Finalmente, se pesó la cantidad de grasa extraída ($\pm 0,0001$)g, Se colocó nuevamente el balón en la estufa a 110 °C por 30 min., y luego en el desecador, se dejó enfriar por 20min lo cual se repite hasta obtener peso constante.

A la grasa extraída de la papa se le determinó el contenido de polares y se evaluó su perfil de ácidos grasos.

2.4. Determinación de compuestos polares

Se realizó por cromatografía de absorción empleando sílica gel como fase fija y una mezcla de solventes (hexano:éter etílico (90:10)v/v) como fase móvil, para la elusión de los compuestos no polares (los triglicéridos no alterados), y así obtener luego por diferencia de pesada el contenido de compuestos polares (Juaréz *et al.*, 2005).

2.5. Determinación y cuantificación del perfil de ácidos grasos

Los ésteres metílicos de ácidos grasos (EMAC) se analizaron mediante un estudio cromatográfico (CG) para lograr establecer la composición de los ácidos grasos presentes, para llevar a cabo este análisis cromatográfico se empleó un Cromatógrafo de Gases (Varian modelo 3800), con un detector (FID). Empleando las siguientes condiciones: Columna: capilar polar, BPX70 (50m, diámetro interno 0,25mm, diámetro externo 0,32mm). Gas acarreador: Helio. Velocidad de Flujo: 1,1 mL/min. Temperatura del detector: 250 °C. Temperatura del inyector: 250 °C. Rampa de calentamiento de la columna: El calentamiento se comienza en 140 °C, luego se incrementa hasta 190 °C a 2 °C/min, después se incrementa hasta 250 °C a 10 °C/min, para finalmente mantenerla a 250 °C por 4min. Relación de Split: Inicialmente abierto a una proporción de 50, luego

abierto a los 5:00min en igual proporción (La Rosa, 2005).

Los ácidos grasos se identificaron comparando los tiempos de retención del patrón empleado con la muestra y se cuantificaron por integración de las áreas de los picos empleando el método de normalización de área.

Se empleó una mezcla patrón de ésteres metílicos de ácidos grasos (8:0, 10:0, 12:0, 13:0, 14:0, 14:1, 15:0, 16:0, 16:1, 17:0, 18:0, 18:1, 18:2, 18:3, 20:0, 20:1, 22:0, 22:1) (Supelco 99% de pureza). El contenido de la ampolla (100mg) se disolvió en $50,0 \pm 0,05 \mu\text{L}$ de hexano grado HPLC, se tomó luego una alícuota de $10,00 \pm 0,05 \mu\text{L}$ que se diluyó en $0,40 \pm 0,01\text{mL}$ de hexano grado HPLC, posteriormente se inyectó bajo las condiciones cromatográficas descritas con anterioridad.

2.6. Diseño de experimento

Se implementó un diseño factorial del tipo 3×2^2 estableciendo como variable dependiente la evaluación del porcentaje de compuestos polares, el cual proporciona información sobre el grado de deterioro del alimento (Pinchak *et al.*, 2005) y como variables independientes: tipo de pelado, temperatura del proceso y reutilización del aceite, las cuales han demostrado tener una especial influencia sobre las características químicas del aceite, y por lo tanto sobre la calidad del alimento (Juaréz, *et al.*, 2005; Pinchak *et al.*, 2005). De acuerdo a lo expuesto anteriormente se realizó la asignación de niveles a cada variable, lo cual se puede ver reflejado en la Tabla 1.

Los experimentos fueron aplicados por triplicado para cada diseño con el fin de determinar la significancia estadística de los efectos de las variaciones mediante el empleo del Programa Statgraphics Plus versión 5.1.

3. RESULTADO Y DISCUSION

3.1. Caracterización de la matriz grasa

En la Tabla 2, se presentan los resultados de la caracterización de la oleína de palma empleada, donde se puede observar que todos los índices cumplen con la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) correspondiente.

El contenido de compuestos polares obtenido fue de $(6,94 \pm 0,02)\%$, el cual se encontró ligeramente mayor al reportado (Juaréz *et al.*, 2005), los cuales establecen que el rango para un aceite fresco varía entre 0,4 y 6,4%. Esto es un indicativo que ácidos grasos libres, mono y diglicéridos, pudieron haberse producido durante las diferentes etapas (refinado, blanqueado y desodorizado) por las cuales pasa el aceite crudo, debido a las condiciones extremas de presión y temperatura a las cuales se somete el mismo. El resultado obtenido es realmente importante ya que un porcentaje de materia oxidada original, aunado con la reutilización y la temperatura a la que se utiliza el aceite, incrementan aun más la formación de dichos compuestos en la matriz grasa (Fedeli, 1998; Dobarganes *et al.*, 1995).

En relación a los ácidos grasos presentes en la oleína se identificaron el Láurico C12:0, Mirístico C14:0, Palmítico C16:0, Esteárico C18:0, Oleico C18:1 y Linoléico C18:2, en una proporción que corresponde a: $(0,97 \pm 0,01\%)$, $(1,23 \pm 0,01\%)$, $(36,16 \pm 0,01\%)$, $(3,09 \pm 0,01\%)$, $(45,75 \pm 0,01\%)$, $(11,69 \pm 0,01\%)$, respectivamente.

3.2. Caracterización de la fracción grasa de la patata frita (*Solanum tuberosum*) tipo "French".

Durante el proceso de fritura en profundidad ocurren cambios físicos y químicos importantes, no

Tabla 1
Niveles asignados a las variables independientes seleccionadas durante el proceso de fritura a profundidad

| Factor | Nivel | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Alto | Intermedio | Bajo |
| Temperatura | 180 °C | – | 150 °C |
| Reutilización del aceite | 1 ^{era} fritura | 4 ^{ta} fritura | 8 ^{va} fritura |
| Tipo de Pelado | Químico (Q) | – | Manual (M) |

Tabla 2
Caracterización de la fracción de palma

| Análisis | Matriz grasa original | Norma Covenin 2953:2000 |
|--|-----------------------|-------------------------|
| Punto de Ebullición ($\pm 0,1$) °C | 195,8 | – |
| Índice de refracción a 20 °C ($\pm 0,0001$) | 1,4664 | 1,4662 |
| Índice de Acidez (IA) ($\pm 0,02$) mgNaOH/g muestra | 0,14 | 0,10 |
| Índice de Saponificación (VS) (± 3) mgKOH/g muestra | 198 | 202 |
| Índice de Peróxido ($\pm 0,0001$) mgO ₂ /Kg muestra | 0,0103 | – |
| Índice de Yodo (II) (± 2) | 58 | 56-68 |
| % Polares ($\pm 0,02$)% | 6,94 | – |

solo en la matriz grasa sino también en el alimento frito, entre los cuales se puede mencionar: la migración del agua del interior de alimento hacia el medio graso y viceversa, entre otras (Calvo, 2003). La Figura 1 refleja como fue el comportamiento de la absorción de grasa en la patata durante el proceso de fritura en profundidad.

Comparando las temperaturas del proceso, se obtuvo una diferencia significativa en las patatas fritas a 150 °C y a 180 °C, respectivamente. Dicha diferencia se debe a que una menor temperatura de trabajo, implica un aumento en el tiempo de cocción del alimento, lo que favorece la interacción alimento-aceite, lo cual conlleva a una mayor absorción de grasa por el sustrato (Porkorny, 1998).

Analizando el tipo de pelado, se encontró diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%. Siendo mayor el porcentaje de grasa en las patatas sometidas a pelado químico (ver Figura 1). La mayor absorción de grasa por parte de las patatas técnicamente tratadas, se debe no solo a una mayor cantidad de agua presente en el alimento, sino al incremento de la porosidad de la muestra luego del tratamiento químico. El hidróxido de sodio, actúa sobre la superficie de la papa como un agente abrasivo, lo cual ocasiona la destrucción superficial del alimento, esto con el fin de extraer de manera completa la cáscara del mismo. Al ocurrir este proceso, hay un aumento en la porosidad del tubérculo, lo cual conlleva a un incremento de la superficie de contacto, favoreciendo así la absorción de grasa por el mismo (Moreira et al., 1999; Porkorny, 1998).

3.3. Análisis de la fracción grasa extraída de las patatas fritas tipo “French”

Análisis del contenido de polares en la grasa extraída de las patatas fritas tipo “French”

En relación a la grasa extraída de las patatas fritas se puede evidenciar que durante el proceso de fritura si hubo una absorción de compuestos de alteración (Tabla 3). El porcentaje de polares obtenidos se encuentra entre 7,45 y 11,49% sin alcanzar el nivel máximo del 25% (Pinchak *et al.*, 2005). También se puede observar que la cantidad de polares absorbida varía con la temperatura, el tipo de pelado y la reutilización del aceite.

En España, la Orden Ministerial de 26 de Enero de 1989, fijó un límite de alteración del 25% en compuestos polares y polímeros totales obtenidos por cromatografía de adsorción. Los aceites empleados en procesos de fritura no pueden seguir usándose si el nivel de degradación supera dicho máximo legal (Pinchak *et al.*, 2005). Tomando en cuenta lo antes mencionado, se tiene entonces que la matriz grasa se podía seguir utilizando después del octavo ciclo, ya que el mayor porcentaje de polares obtenido fue 11,49%.

Como se puede notar en la Tabla 3, a medida que aumenta la temperatura, la proporción de compuestos polares en el alimento es mayor, debido a que las altas temperaturas favorecen el proceso de termoxidación del aceite (Marmesat, *et al.*, 2007).

Las altas temperaturas aplicadas durante la fritura provocan la degradación química del aceite. El

Tabla 3
Contenido de polares de la grasa extraída de las patatas fritas tipo “French”

| Muestra | Ciclo | Polares | ± 0,02% |
|---------|-------|---------|---------|
| 150-M | 1 | 7,78 | 7,45* |
| | 4 | 8,02 | 8,15* |
| | 8 | 11,79 | 11,12* |
| 150-Q | 1 | 8,36 | 8,30* |
| | 4 | 10,75 | 10,62* |
| | 8 | 12,80 | 12,71* |
| 180-M | 1 | 7,45 | 7,92* |
| | 4 | 8,94 | 9,07* |
| | 8 | 9,34 | 9,20* |
| 180-Q | 1 | 7,54 | 7,91* |
| | 4 | 9,65 | 9,80* |
| | 8 | 10,86 | 10,40* |

(*) Réplicas del proceso de fritura.

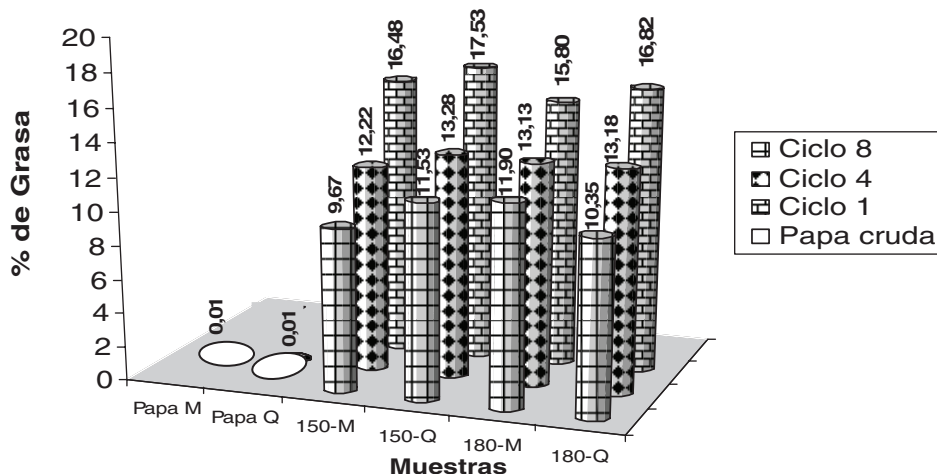


Figura 1

Comportamiento del contenido de grasa en las patatas antes y después del desarrollo del proceso de fritura en profundidad

oxígeno del aire acelera este proceso de deterioro. La velocidad de degradación viene determinada por muchos factores, entre ellos: la temperatura del proceso, por el tipo y calidad del aceite, la superficie de exposición al aire, la presencia de prooxidantes, antioxidantes y antiespumantes, entre otros (Moreira *et al.*, 1999).

Tal como se aprecia en la Tabla 3, ocurre un aumento de los compuestos polares con el incremento del ciclo de frituras. Según lo descrito por Cuesta *et al.* (1998) la modificación de diferentes aceites utilizados en repetidos procesos de fritura de patatas, con y sin reemplazo de aceite fresco bajo condiciones similares, evidencian que con una frecuente renovación del aceite, los niveles críticos de 25% de compuestos polares se alcanzan raramente y existen pocos problemas con el deterioro de la grasa, porque la fritura tiende a incrementar el nivel de material polar y compuestos termooxidativos (polímeros, dímeros, triglicéridos y triglicéridos oxidados), durante las primeras frituras, seguidos por cambios de menor importancia y hay una tendencia a alcanzar un estado de equilibrio en sucesivas frituras.

En cuanto al tipo de pelado, el pelado químico influye en una mayor cantidad de compuestos polares en el alimento, ya que durante dicho proceso las patatas absorben una gran cantidad de agua, lo cual conlleva a una mayor absorción de grasa, y por ende una mayor cantidad de compuestos de alteración presentes (Calvo, 2003).

Análisis del perfil de ácidos grasos, en la grasa extraída de las patatas fritas tipo "French"

La oleína empleada según el perfil de ácidos grasos obtenido (Tabla 4) corresponde a los requisitos de identidad establecidos en la norma venezolana COVENIN 2953: 2000.

Al comparar el contenido de ácidos grasos en función al tipo de pelado y los ciclos de fritura, no se observo diferencias significativas a un nivel de confianza del 95%. Este perfil lipídico hallado en las patatas fritas es similar al de la oleína original tal y como se observa en la Tabla 4, esto se debe a que el porcentaje de grasa en la papa cruda es de 0,01%, por lo que el contenido total de esta en la papa frita corresponde en su mayoría a la oleína absorbida durante el desarrollo del proceso de cocción (Calvo, 2003). Juárez y col (2005) observaron poca degradación importante de los ácidos grasos insaturados de un aceite de soya después de 42 horas de fritura, resultado que se asemeja a lo encontrado en este trabajo, lo cual está íntimamente relacionado con los compuestos polares formados, adicionalmente la reposición de aceite fresco entre frituras influye en mantener los niveles de ácidos grasos hasta la octava fritura.

3.4. Análisis estadístico de las influencia de las variables que intervienen en un proceso de fritura en profundidad, sobre la absorción de compuestos polares en patatas fritas

El análisis estadístico se encuentra reflejado en la Tabla 5, donde se puede observar que la reutili-

Tabla 4
Contenido de ácidos grasos presente en el aceite original y en la grasa extraída de las patatas fritas tipo "French"

| Muestra | Acido Graso | Porcentaje 6 0,01 | |
|---------|-------------|-------------------|------------|
| Aceite | C 12:0 | 0,97 | |
| | C 14:0 | 1,23 | |
| | C 16:0 | 36,16 | |
| | C 18:0 | 3,09 | |
| | C 18:1 | 45,75 | |
| | C 18:2 | 11,69 | |
| 150-M | | 1ª fritura | 8ª fritura |
| | C 12:0 | 0,74 | 0,74 |
| | C 14:0 | 1,06 | 1,02 |
| | C 16:0 | 35,98 | 35,37 |
| | C 18:0 | 3,01 | 2,99 |
| | C 18:1 | 46,48 | 45,17 |
| 150-Q | | 1ª fritura | 8ª fritura |
| | C 12:0 | 0,62 | 0,61 |
| | C 14:0 | 1,13 | 1,00 |
| | C 16:0 | 35,96 | 35,88 |
| | C 18:0 | 3,09 | 3,05 |
| | C 18:1 | 45,13 | 45,09 |
| 180-M | | 1ª fritura | 8ª fritura |
| | C 12:0 | 0,83 | 0,74 |
| | C 14:0 | 1,12 | 1,10 |
| | C 16:0 | 36,08 | 35,68 |
| | C 18:0 | 3,09 | 3,08 |
| | C 18:1 | 45,47 | 45,06 |
| 180-Q | | 1ª fritura | 8ª fritura |
| | C 12:0 | 0,69 | 0,55 |
| | C 14:0 | 1,04 | 1,01 |
| | C 16:0 | 35,97 | 35,69 |
| | C 18:0 | 3,07 | 3,65 |
| | C 18:1 | 45,08 | 45,06 |
| | C 18:2 | 11,431 | 2,10 |

zación, la temperatura, el pelado y la interacción temperatura-reutilización ejercen un efecto significativo a un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que las interacciones pelado-reutilización y pelado-temperatura, están muy cercanos de ser efectos significativos, en cuanto a la absorción de polares en la papa.

El pelado y la reutilización ejercen un efecto positivo, es decir que empleando un pelado químico y a mayores ciclos de fritura el contenido de polares en las patatas fritas aumenta. Siendo la reutilización el que tiene una mayor influencia sobre la variable respuesta, por la pendiente que presenta la recta. Caso contrario se obtiene con la temperatura, la cual ejerce un efecto negativo, por lo que a mayor temperatura la cantidad de polares en el alimento disminuye.

4. CONCLUSION

Dado que desde un punto de vista estadístico a un nivel de confianza del 95%; el tipo de pelado del

Tabla 5
Análisis de varianza obtenido para el porcentaje de polares en la grasa extraída de las patatas fritas tipo "French"

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado medio | F-Ratio | p-valor |
|-----------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| A:Reutilización | 41,0881 | 1 | 41,0881 | 155,00 | 0,0000 |
| B:Temperatura | 3,87207 | 1 | 3,87207 | 14,61 | 0,0015 |
| C:Pelado | 7,5264 | 1 | 7,5264 | 28,39 | 0,0001 |
| AA | 0,0243 | 1 | 0,0243 | 0,09 | 0,7660 |
| AB | 3,4225 | 1 | 3,4225 | 12,91 | 0,0024 |
| AC | 0,8836 | 1 | 0,8836 | 3,33 | 0,0866 |
| BC | 1,0584 | 1 | 1,0584 | 3,99 | 0,0630 |
| Error total | 4,24143 | 16 | 4,24143 | — | — |
| Total (corr.) | 62,1168 | 23 | — | — | — |

alimento, la reutilización, la temperatura y la interacción entre estos últimos ejercen un efecto significativo en el contenido de polares de la grasa absorbida por el alimento, siendo la reutilización el efecto principal. Se concluye que, para obtener una disminución de la presencia de los compuestos polares en las patatas fritas tipo french", se debe emplear una temperatura de 180 °C, pelar el alimento manualmente y un número de ciclos de fritura no mayor de ocho.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Alimentos Polar Planta Limpieza por la colaboración prestada en la dotación de Oleina de Palma.

REFERENCIAS

- Badui DS. 2006. Química de los alimentos. 3era ed. Editorial Prentice Hall. México págs. 213-273, 327-345.
- Calvo M. 2003. Estudio de los factores que elevan la grasa en frituras. Crisol suplemento de ciencia y tecnología. N° 160, 76-79
- Cuesta C, Sánchez J. 1998. Control de calidad en fritura consecutivas. Pure Appl. Chem. **49**, 310-318.
- Dobarganes MC, Márquez G. 1995. Control de calidad de las grasas de fritura. Validez de los ensayos rápidos en sustitución de la determinación de compuestos polares. Grasas y Aceites **46**, 196-201.
- Fedeli E. Aspectos físico-químicos del proceso de fritura. 1998. Grasas y Aceites **49**, 261-264.
- Fox B, Cameron A. 2002 Ciencias de los alimentos, nutrición y salud. Editorial Limusa, S. A. México, págs. 57-72, 271-281, 334
- Juaréz M, Masson L, Sammán N. 2005. Deterioro del aceite de Soya parcialmente hidrogenado empleado en la fritura de un alimento cárnico. Grasas y Aceites **56**, 53-58.
- La Rosa Y. 2005. Estudios de monómeros cíclicos de ácidos grasos en triglicéridos presentes en el aceite de palma a partir de su calentamiento controlado. Trabajo de ascenso no publicado. Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACYT). Universidad de Carabobo, Bárbula
- Marmesat S, Rodrigues E, Velasco J, Dobarganes C. 2007. Quality of used frying fats and oils: comparison of rapid tests based on chemical and physical oil properties. International Journal of Food Science and Technology **42**, 601-608.
- Metha U, Swinburn B. 2001. A review of factors affecting fat absorption in hot chips. Crit. Revs. Food Sci. and Nut. **41** (2), 133-135.
- Moreira R, Castell-Perez M, Barrufet M. 1999. Deep-fat frying. An aspen publications. 1^{era} edición. Editorial Aspen Publishers, Maryland USA, págs. 1-15.
- Norma COVENIN 702: 1196 Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de refracción (2da revisión).
- Norma COVENIN 325-80 Aceites y grasa vegetales. Determinación del índice de acidez. (1^{era} revisión).
- Norma COVENIN 323-1998. Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de saponificación.
- Norma COVENIN 324-1996. Determinación del índice de yodo. Método de Wijs.
- Norma COVENIN 1340:1995 modificada. Determinación de Grasa Cruda
- Norma COVENIN 2953:2000. Oleina de Palma Comestible
- Palm Oil Familiarization Programme (POFP). 1997. (5).
- Pinchak J, Dobarganes M, Grompone M. 2005. Calidad de los aceites utilizados en fritura de algunos restaurantes uruguayos. XI Congreso Latinoamericano de Grasas y Aceites. Argentina, 175-178.
- Porkorny J. Influencia del sustrato en el proceso de fritura. 1998. Grasas y Aceites **49**(3-4), 265-270
- Rivera A. 2006. Determinación de la influencia de las variables del proceso de fritura en profundidad sobre los parámetros fisicoquímicos indicadores de la calidad de una fracción de aceite de palma. Tesis de pregrado no publicada. Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología (FACYT). Universidad de Carabobo, Bárbula.
- Salinas N, La Rosa Y. 2002. Estudios sobre algunos cambios químicos y fisicoquímicos en un alimento de origen. CIT Información Tecnológica. Chile. **13**, (3), 69-75
- Soriano JM, Molto JC, Mañez J. 2002. Hazard analysis and critical points in deep-fat frying. Eur. J. Lipid Sci. Technol. **104**, 174-177.

Recibido: 4/5/09
Aceptado: 29/6/09