

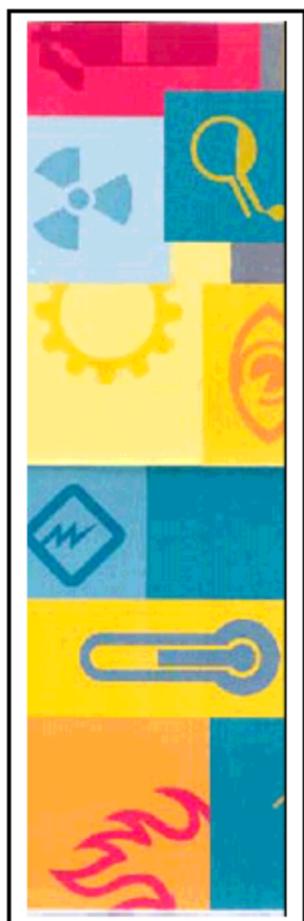


**Observatori de la
Seguretat Alimentària**



**Escola de Prevenció
i Seguretat Integral**

Vinculada a la **UB**



ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE ACEITES PARA FRITURA EN ESTABLECIMIENTOS ALIMENTARIOS DE COMIDAS PREPARADAS

M^a Angeles Yagüe Aylón
Escola de Prevenció i Seguretat Integral
UAB, Bellaterra
Setembre de 2003

INDICE

	Página
1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	4
3. LOS ACEITES VEGETALES Y LAS GRASAS	5
• CARACTERÍSTICAS	
• TIPOS	
• ELABORACIÓN	
• ETIQUETADO	
• NORMATIVA	
4. PROCESO DE FRITURA	13
• TIPOS DE FRITURA	
• ALTERACIONES DEL ACEITE	
• CAMBIOS EN EL ALIMENTO	
• NORMATIVA ACEITES Y GRASAS CALENTADOS	
5. PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO	18
• ÁMBITO DEL ESTUDIO	
• PROTOCOLO O ENCUESTA DE RECOGIDA DE DATOS	
• PRUEBA <i>OXIFRIT-TEST</i>	
• RESULTADOS SEGÚN PARÁMETROS ESTUDIADOS	
• LOS ACEITES Y GRASAS CALENTADOS COMO RESIDUO	
6. EFECTOS DE LOS ACEITES ALTERADOS SOBRE LA SALUD.....	27
7. MEDIDAS PREVENTIVAS	29
8. CONCLUSIONES	30
9. BIBLIOGRAFÍA	33

RESUMEN

La realización de este estudio se ha llevado a cabo durante la campaña de control sanitario oficial en establecimientos alimentarios situados en la comarca del Urgell (Lleida), con los siguientes objetivos:

- Conocer los diferentes tipos de aceites y/o grasas utilizados en establecimientos elaboradores de comidas preparadas (restaurantes, hoteles, comedores escolares, residencias, platos preparados...) durante el proceso de fritura y sus características- grado de acidez, ingredientes... - así como el etiquetado de envases
- Valorar el grado de oxidación mediante prueba rápida *Oxifrit-test* y cómo influye en los alimentos, en función de una serie de parámetros: aceite o grasa usado, número de veces que se utiliza antes de renovar, binomio tiempo/temperatura, tipos de alimentos sometidos al proceso, volumen de producción (número de menús o platos elaborados), presencia de residuos, adición de aceite limpio al ya usado, etc. según un protocolo o encuesta de recogida de datos completado in situ, del cual se adjunta un ejemplo
- Relacionar todos los factores descritos anteriormente y sacar conclusiones en cuanto al cumplimiento de la normativa que regula este sector y si se debe considerar un punto de control crítico dentro de los autocontroles basados en el sistema APPCC en estos establecimientos

Se ha comprobado también el estado de limpieza y mantenimiento, tanto de las freidoras o recipientes utilizados como de los sistemas de extracción de humos, así como el destino que se da a los aceites ya utilizados.

La práctica totalidad de las cocinas son de dimensiones y capacidad media-baja, por tanto los resultados obtenidos se refieren solamente a este ámbito de actuación y no son extrapolables a otras industrias alimentarias de gran producción (cocinas centrales, precocinados, aperitivos...) donde el proceso de fritura suele ser continuo ni tampoco a freidurías o churrerías, bares exclusivos de tapas o grandes cadenas de comida rápida.

Puede concluirse que en la mayoría de freidoras el aceite usado es el de girasol, con diferentes variaciones, y que el grado de oxidación es relativamente aceptable.

Asimismo, la mayor parte de alimentos fritos son congelados, especialmente patatas, precocinados y rebozados y, en prácticamente todos los casos, el destino de los aceites es el reciclado mediante la recogida por parte de empresas especializadas.

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos fritos se viene realizando desde la antigüedad, especialmente en los países mediterráneos vinculado a la producción de aceite de oliva, a diferencia de otras zonas donde no era popular o se usaban diferentes aceites o grasas.

Sin embargo, en la actualidad la fritura de alimentos en baño de aceite es una de las técnicas culinarias más extendidas en prácticamente todo el mundo, en parte favorecida por el aumento de consumo de comidas preparadas o precocinadas, tanto en el hogar como fuera de casa.

Cabe decir que el aceite de oliva es el más idóneo para este proceso, pero su uso está poco extendido - excepto en algunas regiones - debido tal vez al elevado coste que supone, sobre todo en caso de utilizar grandes recipientes como las freidoras, y es mucho más generalizada la utilización de los aceites tradicionales de semillas y otros procedentes de nuevas especies vegetales o manipuladas, así como mezclas de éstas o de distintas fracciones de aceites y grasas o sometidos a procesos de modificación (total o parcialmente hidrogenados...) a menudo con aditivos, que constituyen las grasas y aceites especiales para freír.

La crisis del aceite de colza desnaturalizado o síndrome del aceite tóxico (SAT) que se produjo en España en 1981, con más de 1.000 muertos y más de 60.000 afectados, supuso un antes y un después en la comercialización de los aceites para consumo humano: se ha establecido una base legal y los consumidores están más sensibilizados respecto a su origen, calidad y etiquetado, sea cual sea el tipo de envase. El presunto aceite tóxico (con un 2% de anilinas, aunque se han identificado muchas más sustancias nocivas) procedente de Francia y destinado a usos industriales, se distribuyó como aceite refinado a bajo precio a través de venta ambulante y domiciliaria, lo que puso de relieve fallos en el control oficial.

Numerosos documentos y estudios ponen de manifiesto la importancia creciente que tiene el tema de aceites y grasas en el campo de la seguridad alimentaria, ya que incide directa o indirectamente en muchos problemas de salud pública .

El trabajo que se presenta a continuación pretende dar una visión amplia, eminentemente práctica, de los diferentes tipos de aceites o grasas más utilizados durante la fritura en establecimientos de elaboración de comidas preparadas con servicio directo al consumidor, y trata de establecer si el proceso en sí y todos los factores relacionados deben considerarse un punto de control crítico a incluir en los sistemas de autocontrol del sector, así como la validez de la prueba de determinación rápida empleada para establecer el punto de descarte del aceite, todo ello en función de los parámetros que se han tenido en cuenta y la situación legislativa actual.

LOS ACEITES Y LAS GRASAS

I. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Son lípidos simples formados por ésteres de ácidos grasos con glicerol, a diferencia de los compuestos (fosfolípidos, glicolípidos o cerebrósidos, esfingolípidos y sulfolípidos) con otras funciones químicas, y de las ceras, terpenos, esteroides... que contienen alcoholes distintos del glicerol. Hay otros derivados de lípidos sencillos o compuestos que mantienen las propiedades del grupo: ácidos grasos, alcoholes de cadena larga y esteroides, y los hidrocarburos.

En general, **el término GRASA incluye a todos los triglicéridos** y se relaciona con los productos lipídicos de origen animal y otros minoritarios de origen vegetal, mientras que **ACEITE** se refiere a los **lípidos de origen vegetal**, independientemente del estado líquido o sólido que adquieran según la temperatura ambiental o su punto de fusión.

De forma muy breve, una grasa o aceite está compuesta por triglicéridos (TG), **cada uno es una molécula de glicerol esterificada con tres ácidos grasos (AG)**. Se conocen más de 40 AG con fórmula general $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ donde n varía en función del AG y determina la longitud de la cadena de átomos de carbono (C). Los lípidos de los alimentos, salvo muy raras excepciones, contienen AG de cadena lineal y de número par de C, saturados o insaturados, éstos últimos con dobles enlaces entre C, la mayoría en posición *cis* en C9.

Determinados AG están **presentes en todas las grasas y aceites y otros lípidos**, son tres de C18: oleico (C18:1 9c), linoleico (C18:2 9c 12c) y esteárico (C18) y dos de C16: palmitico (C16) y palmitoleico (C16:1 9c). Especial importancia han adquirido el linoleico (Ω 6) y el linolénico (Ω 3) por su relación con efectos beneficiosos para la salud.

En función de los AG podrían establecerse 5 subgrupos [1]

1. aceites procedentes de semillas: algodón, sésamo, girasol, maíz, cacahuete y cártamo o de tegumento o pulpa de frutos: oliva y palma, ricos en ácidos oleico y linoleico y contenido en AG saturados no superior al 20% La cantidad de AG saturados es despreciable.
2. aceites de coco, palma, babassu y coquilla con una proporción de 40-50% de ácido laúrico C12, con bajo grado de insaturación y AG de cadena corta, por lo que funden a temperaturas poco altas y son relativamente estables.
3. aceites de soja, germen de trigo, cáñamo y perilla, ricos en ácido linoleico.
4. grasas lácteas, únicas que contienen ácido butírico C4
5. tejidos adiposos animales, con un elevado grado de saturación de los ácidos grasos.

II. PROPIEDADES FÍSICAS

Algunas de las más relevantes son:

- **PUNTO DE FUSIÓN** : esta determinación tiene **interés en las grasas animales y transformadas**, pero no tanto en los aceites vegetales, la mayoría de los cuales son líquidos a temperatura ambiente. El punto de fusión de la grasa o aceite es menor cuando hay más AG de cadena corta y a medida que aumenta el grado de insaturación, además los hidrógenos (H) cercanos a los dobles enlaces tienen más tendencia a reaccionar químicamente que los H de enlaces saturados, por tanto los insaturados se alteran más fácilmente.
- **CALOR ESPECÍFICO** : puede aumentar en función de la insaturación de los AG, los valores son el doble en las líquidas que en las sólidas.
- **VISCOSIDAD** : está **en función de las dimensiones de la molécula y su orientación**. Crece con el incremento de la longitud de la cadena de los AG y disminuye al aumentar la insaturación.
- **DENSIDAD** : (en densidad relativa) de 0,914 a 0,919 para los aceites de oliva y orujo. Para el resto no está especificada en la normativa.
- **TÍTULO** : es la “dureza” de la grasa, inferior a 40: es la temperatura al cual hay una cristalización después de saponificar y enfriar lentamente, si es mayor, se considera sebo.
- **ÍNDICE DE REFRACCIÓN** : aumenta con la longitud de la cadena y con la insaturación. Se correlaciona con el índice de iodo, que permite conocer el grado de insaturación de las moléculas, muy útil en el control de procesos de hidrogenación.
- **PRUEBA DEL FRÍO** : negativa en los aceites sometidos a tratamientos de winterización.
- **POLIMORFISMO** : fenómeno asociado a la **cristalización** de algunos triglicéridos en sistemas distintos, útil en la elaboración de shortenings, margarinas y grasas para repostería.

III. TIPOS DE ACEITES Y GRASAS SEGÚN LA LEGISLACIÓN (RTS)

► ACEITES VEGETALES COMESTIBLES

1. **Aceite de oliva** procedente únicamente de los frutos de olivo *Olea europea L.* y excluye aceites obtenidos por disolventes, procedimientos de reesterificación y toda mezcla con otros aceites y en ningún caso se aplicará al aceite de orujo de aceituna refinado.

- a) **Oliva virgen.-** Obtenido únicamente por procedimientos mecánicos u otros medios físicos sin temperatura elevada: lavado, decantación, centrifugación y filtrado.
- b) **Oliva refinado.-** Obtenido del aceite virgen mediante técnicas de refinado que no modifiquen la estructura glicéridica inicial.
- c) **Oliva.-** Mezcla de aceite oliva virgen y oliva refinado (hasta el año 1987 “puro”)

2. **Aceite de orujo de aceituna refinado** por tratamiento de los orujos de aceituna con disolventes autorizados se obtiene el aceite crudo, con posterior refinado.

3. **Aceites de semillas oleaginosas** obtenidos previa refinación completa de las semillas expresamente autorizadas, siempre con la denominación “aceite refinado” de las plantas:

- a) **Soja**, *Glycine soja*, *SEZ*, *Soja Híspida*, *Dolichos Soja L.*
- b) **Cacahuete**, *Arachis hipogea L.*
- c) **Girasol**, *Helianthus annuus L.*
- d) **Algodón**, género *Gossypium*
- e) **Germen de maíz**, *Zea mays*
- f) **Colza o nabina**, *Brassica napus B.campestris* , cuyo contenido en ácido erúico sea $\leq 5\%$
- g) **Cártamo**, *Carthamus tinctorius L.*
- h) **Pepita de uva**, *Vitis europea L.*
- i) **Semillas**, procedente de la mezcla de dos o más aceites de semillas oleaginosas autorizadas.

Teniendo en cuenta que los aceites de oliva tienen una composición de los ácidos grasos más abundantes (porcentaje m.m.) en oleico (C18:1) de 61-83% y linoleico (C18:2) de 2-18% y palmítico (C16) de 7-18%, el resto de aceites vegetales se muestran a continuación:

TABLA 1

Porcentajes en peso referidos a la fracción de ácidos grasos (RTS aceites vegetales)

ACEITE →	Soja	Girasol	*Girasol alto oleico	Cártamo	Algodón	Germen de maíz	Colza o nabina	Cacahuete	Pepita de uva
C 12 : 0	≤0,1	≤0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
C 14 : 0	≤0,1	≤0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 1,2	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,1
C 16 : 0	7-12	5-8	≤ 3,5-8,0	4-10	19-27	9-17	2-7	8-13	5-10
C 16 : 1	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,1	≤ 1	≤ 0,2	≤ 1	≤ 0,3	≤ 1,2
C 18 : 0	2-6	3-7	3,0-7,0	2-4	1-3	1-3	1-3	3-5	3-5
C 18 : 1	20-35	15-38	15,0-85,0	11-25	16-44	22-40	50-65	38-63	12-26
C 18 : 2	45-60	50-72	5,0-72,0	55-80	33-58	45-65	15-30	18-42	58-77
C 18 : 3	6-10	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 1	≤ 2	≤ 1,5	6-14	≤ 1	≤ 1
C 20 : 0	≤ 1	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 1	≤ 0,3	≤ 1	≤ 1,5	1-3	≤ 0,1
C 20 : 1	----	≤ 0,3	≤ 0,3	----	----	----	≤ 4,5	≤ 1	----
C 22 : 0	≤ 0,5	≤ 1	≤ 1,0	≤ 1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,5	2,5	----
C 22 : 1	----	----	----	----	----	----	≤ 5,0	----	----
C 24 : 0	----	----	----	----	----	----	≤ 0,2	1,3	----

* R. D. 494/1990 de 16 de marzo, modifica la RTS en cuanto a las características físico-químicas que deben reunir los aceites de girasol (BOE núm. 98 de 24 de abril de 1990). La denominación “alto oleico” no figura en esta normativa.

► GRASAS COMESTIBLES

Productos de origen animal, vegetal o sus mezclas que reúnan las características y especificaciones de su RTS y cuyos componentes sean glicéridos de los ácidos grasos, pudiendo tener otros componentes menores, se clasifican en:

1. Grjasas animales **manteca de cerdo, grasa de cerdo fundida, primeros jugos** (grasa de corazón, riñones...de bovino), **sebos comestibles** y **otras grasas animales**

2. Grjasas vegetales obtenidas por distintos procedimientos y previo refinado de frutos o semillas sanos y limpios : **manteca de coco** (fruto del cocotero *Coco nuccífera L*), **grasa de palmiste** (semilla del fruto de la palmera *Elaeis guineensis L*), **manteca de palma** (pulpa del fruto de la anterior), **manteca de cacao** (semillas de cacao o derivados) y **otras grasas vegetales autorizadas**

3. Grjasas anhidras son aceites y / o grasas comestibles y sus mezclas, de aspecto homogéneo y humedad inferior al 0,5%

4. margarinas y minarinas (alimentos extensibles en forma de emulsión líquida o plástica tipo agua – aceite a partir de grasas o aceites comestibles que no proceden fundamentalmente de la leche) y **preparados grasos** , con un 50% de ingrediente fundamental graso y otros ingredientes, con o sin agua

Para los aceites vegetales se incluyen unas características mínimas de calidad (olor y sabor, color, **grado de acidez libre expresado en gramos de ácido oleico por 100 gramos de aceite**, índice de peróxidos –meq. de O₂ activo por Kg. de grjasa- de 10 a 20 para los de oliva y ≤ 10 para los de semillas, absorbancia al u. v. (K₂₇₀), humedad y materias volátiles, ausencia de residuos de jabón...) y una serie de pruebas de pureza, ausencia de residuos de azufre y metálicos, especialmente plomo. En las grasas, además de las características organolépticas y las químicas generales y otras específicas para cada tipo de grjasa, se establecen límites microbiológicos. En los dos, aceites y grasas, hay límites para metales pesados: hierro, cobre, plomo y arsénico.

IV. PROCESOS DE ELABORACIÓN DE ACEITES Y GRASAS

1. **PURIFICACIÓN**. Excepto para los aceites vírgenes de oliva, en los que sólo se admiten procedimientos mecánicos, en el resto de aceites hay que proceder a la purificación para eliminar sustancias en suspensión y conseguir características organolépticas y de conservación adecuadas. Los procesos más frecuentes son:

- SEDIMENTACIÓN Y DESGOMADO, con la finalidad de separar restos de proteínas, hidratos de carbono, fosfátidos y el agua.

- REFINADO O NEUTRALIZACIÓN, para eliminar los ácidos grasos libres originados por lipólisis antes de la extracción, materias en suspensión y colorantes, homogeneizándolos con soluciones de sosa cáustica en presencia de los disolventes de extracción (la solución de aceites e impurezas se denomina *miscella*) con posterior centrifugación y lavado con agua. Por último, se eliminan los disolventes por evaporación.
- DECOLORACIÓN O BLANQUEO, se suele hacer con tierras decolorantes (bentonitas) o carbón activo que absorben los colorantes naturales y otras materias en suspensión, jabones, fosfátidos, agua, y metales residuales en caso de grasas hidrogenadas. La eficacia aumenta con la temperatura, evitando las reacciones de pardeamiento.
- DESODORIZACIÓN, vertiendo la grasa o aceite caliente en una torre de vacío por la que circula vapor a contracorriente, que arrastra las sustancias odoríficas indeseables como aldehídos y cetonas y elimina peróxidos, carotenoides y ácidos grasos libres residuales.
- INVERNACION O WINTERIZACIÓN, se realiza para evitar la cristalización por descenso térmico en aceites que contienen glicéridos de elevado punto de fusión.

2. **MODIFICACIÓN**. Se suele hacer para obtener **grasa y aceites especiales para repostería y confitería**. Hay dos métodos y ambos modifican la estructura y las propiedades F-Q y usan catalizadores, en general metales y son:

- HIDROGENACIÓN por adición directa de hidrógeno a los enlaces dobles de los AG insaturados, mezclándolo con la grasa y aceite a temperatura elevada y en presencia de catalizadores, puede ser total o parcial. Se aplica sobre todo a las grasas líquidas que se han de transformar en plásticas. Mejoran el color y la estabilidad.
- INTERESTERIFICACIÓN, también llamada intercambio de éster o transesterificación, que comporta el cambio de posición entre los ácidos del triglicérido.

→ **Prácticas permitidas en las RTS** (reglamentaciones técnico-sanitarias) respectivas:

RTS aceites vegetales comestibles [2]

ACEITE DE OLIVA VIRGEN:

- lavado y molturación de la aceituna
- batido y calentamiento de la masa sin sobrepasar 30° C en presión o 65° C en centrifugación
- presión o centrifugación
- clarificación por un proceso mecánico de sedimentación, centrifugación o filtración (ésta última se permite hacer en las plantas de envasado desde 1995)

EXTRACCIÓN DE ACEITE DE ORUJO Y SEMILLAS OLEAGINOSAS

- acondicionamiento físico previo de la materia prima

- presión o centrifugación de la materia prima
- extracción con los disolventes autorizados y posterior eliminación según la RTS
- desolventización de las harinas y destilación de las miscelas

REFINACIÓN DE LOS ACEITES

- clarificación por un proceso mecánico: sedimentación, centrifugación o filtración
- desmucilagínación por los métodos anteriores o con productos autorizados
- desacidificación del aceite por neutralización mediante lejías acuosas alcalinas o procedimientos físicos que no modifiquen la estructura glicerídica inicial
- decoloración con tierras decolorantes o con otros productos autorizados
- desodorización por tratamientos en corriente de vapor de agua
- winteración o desmargarinización por enfriamiento a bajas temperaturas y separación
- mezcla de aceites de semillas oleaginosas

RTS de grasas comestibles (animales, vegetales y anhidras), margarina, minarina y preparados grasos [3]

- presión, previa trituración o no de la materia prima
- fusión de la materia prima sin sobrepasar los 100° C
- otros procedimientos de extracción en caldera cerrada, hasta 200° C en atmósfera inerte, vacío, vapor de agua a presión, siempre que después se haga refinación completa
- extracción con los disolventes permitidos que son el hexano, heptano y el 1-1-2 tricloroetileno, y posterior eliminación (límite de 1 p.p.m. en producto terminado)
- clarificación por sedimentación, centrifugación o filtración
- desmucilagínación por los anteriores métodos o por el empleo de sales, ácidos y/o álcalis
- neutralización con lejías acuosas alcalinas y/o el empleo de disolventes y/o productos orgánicos autorizados, mediante arrastre al vacío por vapor de agua o un gas inerte o destilación de alto vacío
- decoloración con tierras decolorantes y carbón activo
- desodorización por corriente de vapor de agua a presión reducida
- fraccionamiento por enfriamiento y subsiguiente separación

Se podrán autorizar otros tratamientos, siempre que no produzcan una merma del valor alimenticio específico del producto, no produzcan cambios perjudiciales en la estructura natural de los componentes y que se haya comprobado la acción inocua por pruebas biológicas. **No especifica qué tratamientos, cambios o pruebas biológicas .**

→ **Prácticas prohibidas en las RTS**

RTS aceites vegetales comestibles [2]

- la **extracción o refinación por procedimientos distintos a los autorizados**
 - la realización de procesos de esterificación
 - la alteración de la estructura glicerídica inicial
 - el tratamiento con aire, oxígeno, ozono u otras sustancias químicas oxidantes
 - el empleo, tenencia o manipulación de **disolventes o aditivos no autorizados**, concretamente glicerina , grasas animales y aceites o grasas industriales o de síntesis
 - manipulación o mezcla fuera de las industrias o almacenes autorizados
 - mezclas de aceites : oliva o de orujo con otro tipo de aceites; adición de aceites minerales, esterificados o de síntesis y la mezcla de aceite de soja con otros aceites de semillas (*se suprimió en el año 92 la prohibición de mezclar aceites de soja con el resto de oleaginosas*)
- RTS de grasas comestibles (animales, vegetales y anhidras), margarinas, minarinas y preparados grasos [3]
- cualquier práctica que a la presión ordinaria las someta a **temperaturas superiores** a las admisibles para cada tipo de grasa y en la que se prevea una **alteración de la estructura química** que pueda resultar **nociva para el consumidor**
 - el empleo de disolventes no autorizados
 - el tratamiento con oxígeno, ozono y otras sustancias oxidantes
 - la neutralización con medios o sustancias no autorizadas
 - la síntesis de los triglicéridos a partir de sus componentes, aunque sean de origen natural
 - la mezcla de grasas comestibles de distinta naturaleza prohibidas por el CAE (Código Alimentario Español), Reglamentaciones y normas específicas
 - el uso de aceites y grasas polimerizados, oxidados o que no cumplan con sus respectivas especificaciones
 - la incorporación de grasas distintas a la que se comercializa como pura y de un solo origen
 - las grasas anhidras no se pueden destinar a consumo directo de boca

V. ETIQUETADO

Hay que destacar que a raíz del SAT se prohibió la venta a granel de cualquier tipo de aceite a consumidor final, freidurías, economatos, establecimientos de hostelería y otras colectividades. Sólo se permite la venta en cisternas o bidones entre almacenistas, industrias elaboradoras o envasadores. Los envases han de estar íntegros y precintados, y convenientemente etiquetados, limpios y de material autorizado.

En las **RTS [2,3]** consta la **información obligatoria** que ha de figurar en las etiquetas:

- Denominación del producto (y denominación de origen en los vírgenes extra)
- Lista de ingredientes, en el caso de mezclas de aceites de semillas “aceite vegetal”

- Contenido neto en volumen
- Marcado de fechas en mes y año, en los aceites la duración no ha de ser superior a un año
- Identificación de la empresa, fabricante, envasador o importador
- Número del Registro Sanitario
- Lote de fabricación
- Acidez libre del aceite expresada en grados (°)
- Marca registrada o comercial
- País de origen en caso de productos importados

La **información facultativa** de los aceites ha de figurar en el lado opuesto de la obligatoria.

También es de aplicación la **NORMA GENERAL de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios** [4] y que, además, en el anexo I regula las categorías de ingredientes para los que la indicación de la categoría puede sustituir a la del nombre específico, es decir **cuando forman parte de un producto alimenticio como ingredientes**. Así los aceites refinados distintos de oliva, se designarán como “aceite” y las grasas refinadas se designarán como “grasas”, completadas ambas denominaciones bien por el calificativo “vegetal” o “animal” según el caso o bien por la indicación del origen específico vegetal o animal y el calificativo “hidrogenado /a” deberá mencionarse en los aceites o grasas sometidos a este proceso.

En ninguna reglamentación se hace mención específica a las grasas y aceites especiales para freír, **excepto en la lista positiva de aditivos diferentes de colorantes y edulcorantes** [5] en los anexos III (conservantes y antioxidantes permitidos en determinadas condiciones) y IV (otros aditivos permitidos) donde se incluyen **aceites y grasas y emulsiones de grasa para freír**. *En el estudio práctico que se ha realizado se han observado seis diferentes tipos y marcas comerciales de estos aceites y/o grasas, de composición diversa:*

- aceite de palma fraccionado, aceite de girasol, aceite de girasol alto oleico, aceite de cacahuete y antiespumante DMPS E-900
- aceite vegetal refinado alto oleico, super oleina de palma y antiespumante E-900, antioxidantes E-306 y E-304 (0,2°)
- aceite refinado de girasol alto oleico, tocoferoles E-306, galato de propilo E-310 y antiespumante E-900 (0,2°).
- aceite vegetal parcialmente hidrogenado, palmitato de ascorbilo y extractos de origen natural ricos en tocoferoles
- aceite vegetal alto contenido oleico
- aceite refinado de semillas: aceite vegetal (específica para freír)

PROCESO DE FRITURA

Se entiende por fritura al proceso culinario que consiste en introducir un alimento en un baño de aceite o grasa caliente a temperaturas elevadas (150-200° C), donde el aceite actúa de transmisor del calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto.

La fritura puede ser:

1. **superficial** en un recipiente más o menos plano tipo sartén o con bajo nivel de aceite, donde parte del alimento queda fuera del baño de fritura. La parte sumergida se fríe y la externa se cuece a causa del vapor interno generado al calentarse
2. **profunda** al sumergir totalmente el alimento en el baño de fritura, normalmente en una freidora o en recipientes con nivel alto de aceite. La fritura es uniforme en toda la superficie. En este trabajo no se tendrán en cuenta los procesos continuos a nivel industrial, sino que se analizará la fritura discontinua típica en la elaboración de comidas para servicio directo al consumidor, que consiste en introducir una cantidad determinada de alimento en la cesta tipo rejilla y no se introduce más hasta que no se fríe y se retira el anterior.

Las freidoras en estos establecimientos pueden ser de diferentes tipos[6]:

- a) DOMÉSTICA: la más sencilla de todas, es un recipiente con una resistencia para calentar el aceite y un cestillo para el alimento. Con capacidad de 3-5 litros
- b) CON CÁMARA DE AGUA: igual que la anterior, pero con cámara de agua por debajo del nivel del aceite donde se depositan los residuos y se eliminan a través de la válvula de salida. Suelen tener capacidades de 5 a 25 litros
- c) GIRATORIA: con cestillo circular inclinado que gira y alterna la inmersión del alimento en el aceite
- d) CALENTAMIENTO EN ESPIRAL: resistencia formando espiral en toda la cubeta que consigue un reparto del calor más uniforme

Características que deben tener las freidoras :

- **tamaño** acorde al volumen de trabajo para optimizar el uso del aceite
- de **acero inoxidable**, incluso en zonas externas para evitar la cesión de trazas de metales
- **superficie de contacto del aceite con el aire** lo menor posible
- **tapa** que evite la incidencia de la luz directamente sobre el aceite, con canalización del vapor, sustancias volátiles y gotas de aceite
- **termostato** que permita controlar la temperatura
- **fácil limpieza** y mantenimiento, con **filtro** que recoja los residuos de alimento

I. CAMBIOS Y ALTERACIONES EN EL ACEITE

Al aumentar la temperatura se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos, por tanto, una grasa o aceite calentados se degradan con bastante rapidez, sobre todo si hay residuos que potencian las reacciones de alteración actuando como catalizadores. Los principales cambios y alteraciones químicas de los aceites calentados son [6]:

1. HIDRÓLISIS

Se produce en presencia de agua o humedad y calor que provocan la ruptura del enlace éster de los triglicéridos, los cuales se descomponen en monoglicéridos y diglicéridos y aparecen ácidos grasos libres y en menor cantidad se pueden formar metilcetonas y lactonas.

Este proceso es más frecuente en los aceites que tienen ácidos grasos de cadena media o corta, especialmente los de coco o palma, ricos en ácido láurico y cuando se fríen alimentos congelados o ricos en agua. También influye el hecho de que haya humedad al calentar o enfriar el aceite a temperaturas inferiores a 100° C, y durante los períodos entre frituras, ya que el agua no se evapora, o si se acumulan gotas en la tapa de la freidora. En las freidoras con cámara de agua también aumenta la velocidad de este proceso.

Como consecuencia de la hidrólisis:

- decrece el punto de humo (temperatura a la que aparece humo en la superficie del aceite)
- aparecen olores y sabores indeseables, incluso puede haber gusto a jabón
- aumenta la acidez del aceite o grasa calentado

2. OXIDACIÓN

La AUTOOXIDACIÓN es la alteración más frecuente en la fritura: consiste en la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos, especialmente los poliinsaturados, formándose compuestos inestables llamados hidroperóxidos o peróxidos y radicales libres de los que depende la velocidad de reacción y la naturaleza de los productos originados. La luz actúa como catalizador. Consta de tres fases:

- a) **fase de iniciación o inducción**, en la que se forman dos radicales libres a partir de un hidroperóxido o de un ácido graso con un hidrógeno lábil
- b) **fase de propagación o continuación**, los radicales libres reaccionan con el oxígeno u otras cadenas de ácidos grasos generando un mecanismo de reacción en cadena (el grado de oxidación aumenta a medida que progresa la reacción)
- c) **fase de finalización o terminación**, al reaccionar dos radicales libres entre sí, se forman compuestos no radicales, en general aldehídos y cetonas. Cuando no existen más radicales libres para reaccionar con el oxígeno, es necesaria una nueva fase de iniciación para que continúe la oxidación.

La TERMOOXIDACIÓN se produce por el efecto de las elevadas temperaturas, de forma que se favorece todavía más la alteración oxidativa.

Es evidente que el hábito de añadir aceite nuevo al ya usado o alterado, facilita su oxidación.

Algunos aceites contienen sustancias antioxidantes naturales, pero la tendencia es usarlos como aditivos en los aceites y grasas especiales para freír. Además no son estables a las altas temperaturas de la fritura. Con la oxidación, se producen:

- olores y sabores no deseados, oscurecimiento
- aumento de la viscosidad y formación de espuma

3. POLIMERIZACIÓN

La presencia de radicales libres que se combinan entre sí o con los ácidos grasos forman **polímeros lineales** (con diferente grado de longitud y ramificación) o **cíclicos** (sobre todo en presencia de dobles enlaces). Estos compuestos tienen mayor tamaño y peso molecular por lo que tienden a:

- aumentar la viscosidad del aceite y la formación de espuma
- formar una capa de consistencia plástica en la superficie del aceite y en el recipiente, que es muy difícil de eliminar

II. CAMBIOS EN EL ALIMENTO

Dependen tanto del tipo, características y calidad del aceite como de las del alimento, y de la temperatura y el tiempo de fritura. Se **recomienda una temperatura de 175-185° C** y unos minutos variables en función del tamaño y cantidad de producto introducido.

A grandes rasgos, si se realiza correctamente:

- Mejoran la textura y el aspecto: En la superficie del producto se producen reacciones de caramelización o pardeamiento no enzimático –reacción de Maillard- y tostado y que dan un color y sabor agradables al alimento, mientras que **el interior queda jugoso** al evitar que se pierda la humedad, **el exterior está crujiente**.
- Es menos agresivo para el valor nutritivo de los alimentos que otros procesos culinarios como la cocción o estofado [11].
- Varía el contenido graso del producto, que en general aumenta; en cambio alimentos muy ricos en grasa pueden perderla en parte. De aquí la importancia de un **escurrido eficaz**.
- Debido al intercambio de sustancias liposolubles entre el baño y el alimento, a veces se producen sustancias aromáticas que pueden permanecer de una fritura a otra procedentes de productos muy distintos, y generar sabores no deseados.

Lo ideal es que **la superficie esté lo más seca posible, evitando freír alimentos glaseados y descongelados sin rebozado previo** para evitar los procesos de hidrólisis y oxidación.

En el supuesto que se hayan producido reacciones de oxidación o polimerización se produce una mayor absorción del aceite por parte del alimento, ya que aumenta la viscosidad y el escurrido se hace con más dificultad. Por tanto, los **componentes del aceite alterado pueden pasar al alimento y afectar a su composición final en el momento del consumo.**

III. NORMATIVA DE LOS ACEITES Y GRASAS CALENTADOS

La **Norma de Calidad para los aceites y grasas calentados** [7] obliga a personas naturales y jurídicas cuya actividad incluye la utilización y manipulación de aceites y grasas comestibles para elaborar productos alimenticios: **catering, freidorías, bares, cocinas de comida para llevar** y todos los **establecimientos turísticos**, tanto **permanentes** como de **temporada**, así como los instalados en **vías públicas** con motivo de concentraciones de población (ferias...).

Los define como los **utilizados al menos una vez** en la fritura de productos alimenticios de **consumo público**. También define el proceso de FRITURA y el BAÑO DE FRITURA.

Las materias primas que se podrán utilizar únicamente para los baños de fritura son **aceites vegetales y grasas comestibles autorizados por las RTS** correspondientes.

Especifica las características higiénico sanitarias de los aceites y grasas calentados:

- estar **exentos de sustancias ajenas** a la fritura
- caracteres organolépticos que **no comuniquen al alimento olor o sabor impropio**
- **contenido en componentes polares inferior al 25%** según método analítico que figura como anexo en la norma

Las condiciones generales de los materiales destinados a estar en contacto con los productos regulados en la norma de calidad:

- **composición adecuada, anticorrosivos y de fácil limpieza**
- **no alterar las características de composición y organolépticas de los baños de fritura**
- **no ceder sustancias tóxicas o contaminantes** que pudieran **modificar la composición**

normal de los **productos regulados** por la norma o de los **alimentos** que se frían

→ MANIPULACIONES PERMITIDAS

- **Mezcla para fritura** de aceites y grasas comestibles autorizados, **siempre** que la reglamentación específica del producto a elaborar **no lo prohíba expresamente**.
- **Relleno de recipientes** de fritura con aceite o grasa **para reponer lo gastado** en el proceso
- **Añadir agua y sal común al baño de fritura en aquellas freidoras donde la tecnología así lo exija*** (debido a la experiencia en el sector y la utilización de aparatos para freír con nuevos conocimientos tecnológicos)

*Ampliación de la Norma de Calidad (Orden de 1 de febrero de 1991, BOE núm. 33)

→ MANIPULACIONES PROHIBIDAS

- **Añadir al baño de fritura sustancias u objetos extraños** a los aceites / grasas autorizados
- **Comercializar los aceites y grasas ya utilizados para uso posterior en la elaboración de productos alimenticios para consumo humano, así como la reutilización directa o indirecta en cualquier tipo de industria alimentaria**

→ MÉTODO ANALÍTICO DE COMPUESTOS POLARES EN A/G CALENTADOS

Evalúa el grado de deterioro de grasas calentadas. Los compuestos polares incluyen sustancias tales como **monoglicéridos, diglicéridos, ácidos grasos libres** presentes en grasas no calentadas, así como **productos transformados durante el calentamiento** de la grasa.

Los compuestos no polares son principalmente **triglicéridos inalterados**.

Es aplicable a todos los aceites y grasas, tanto animales como vegetales.

Principio: a) Separación de las grasas calentadas por **cromatografía en columna de silicagel** en compuestos polares y no polares

b) Determinación de los polares por cálculo de la diferencia entre el peso de la muestra añadida a la columna y la fracción no polar eluida.

Referencias: IUPAC-AOAC- Journal Assoc.Off.Anal.Chem. Volumen 64, número 6, 1981, página 1329.

→ RESPONSABILIDADES

- **Identidad de la materia prima** contenida en **envases no abiertos**: **firma** cuyo nombre figure en la **etiqueta**
- **Mala conservación o manipulación** del producto: **tenedor** del mismo

→ COMPETENCIAS

Los departamentos responsables velarán por el cumplimiento de la norma en el ámbito de sus respectivas competencias, y a través de los Organismos administrativos encargados, que coordinarán sus actuaciones y, en todo caso, sin perjuicio de las competencias que corresponden a las Comunidades Autónomas y a las Corporaciones Locales.

→ RÉGIMEN SANCIONADOR

Con lo previsto en el Real Decreto 1945/1983, de 22 de junio (B.O.E. de 15 de julio) (R. 1513, 1803, 2247, 2343 y Ap. 1975-85, 11245) por el que se regulan las infracciones y sanciones en defensa del consumidor y de la producción agroalimentaria, previa la instrucción del correspondiente expediente administrativo. En todo caso, cuando sean detectadas infracciones de índole sanitaria, el instructor del expediente deberá dar cuenta de las mismas a las autoridades sanitarias que correspondan.

PLANTEAMIENTO DEL CASO PRÁCTICO

I. ÁMBITO DEL ESTUDIO

El estudio presentado se ha llevado a cabo en los meses de duración de las campañas de control sanitario oficial del año 2004 en establecimientos de elaboración de comidas preparadas ubicados en la comarca del Urgell. Los objetivos son los ya citados en el resumen, de forma esquemática: conocer los diferentes tipos de aceites usados en el proceso de fritura, valorar el grado de alteración mediante la prueba *oxifrit-test* en función de una serie de parámetros recogidos en el protocolo que se adjunta y relacionar todos estos factores para determinar en lo posible el cumplimiento de la normativa del sector y si debería introducirse como un punto de control crítico en los sistemas de autocontrol instaurados.

Se ha hecho una clasificación en dos grandes grupos, que son:

- **Comedores colectivos de alto riesgo**, los cuales incluyen centros de enseñanza (colegios, institutos, guarderías...), residencias de ancianos o estudiantes, albergues, talleres ocupacionales, etc.- La denominación viene dada por la población destinataria.
- **Comedores y elaboradores de comidas preparadas**, en general restaurantes de diferentes tipos, hoteles, platos preparados y rustidos, hamburgueserías, etc.

En un principio también se creyó interesante incluir las churrerías, freidorías y otros establecimientos temporales y permanentes, pero debido a que, teóricamente, son inspeccionados por otros técnicos, no ha sido posible la toma de muestras, pese a que tal vez el grado de alteración de las grasas y aceites usados sea superior que en el resto de locales debido a una elevada relación superficie / volumen de aceite y sin buen control de temperatura [8] así como la cantidad y tipo de productos fritos, prácticamente de forma continua .

Cabe resaltar que en las guarderías, restaurantes chinos y unos cuantos restaurantes no se utilizan freidoras, sino que se usan recipientes como sartenes y *woks* según la preparación de los diferentes platos, utilizando aceite nuevo cada vez o se elaboran tradicionalmente platos a la brasa. Lo mismo pasa en las rustidoras de pollos al *ast* y similares, donde principalmente se usa manteca de cerdo sólo en el momento de elaboración y se desecha el sobrante cada día.

Tampoco se ha podido evaluar en los comedores sin cocina que se suministran de *catering* o de otros centros autorizados y en los que la freidora estaba averiada o vacía para su limpieza.

Finalmente se han completado un total de **49 encuestas**, 11 pertenecen a los comedores de alto riesgo y 38 corresponden al segundo grupo. El censo de la comarca es bastante más amplio, aunque el muestreo se considera representativo del volumen y tipo de servicio directo de comidas al consumidor en la zona.

II. ENCUESTA DE RECOGIDA DE DATOS

TABLA 2- *Resumen de los parámetros investigados*

ESTABLECIMIENTO y número menús	ACEITE O GRASA	FREIDORA	ALIMENTO	USO DEL ACEITE	PRUEBA Oxifrit-test
Alto riesgo	Etiquetado	Tipo (tapa, 1-2 cuerpos..)	Congelado	Núm. veces antes descarte	Veces usado al realizar el kit
Restaurante	Tipo	Capacidad	Patatas	Residuos	Resultado
Hotel	° acidez	Termostato Temp./tiempo	Pre-cocinados Rebozados	Adición aceite nuevo	Recomendaciones
Platos prep.	Ingredientes	Filtro	Carne/ derivados	Espuma	
.....		Limpieza	Pescado	Destino	

En un principio el protocolo tenía más datos, pero en el momento de recoger la información ha habido parámetros que no se han podido determinar a causa de la limitación en el tiempo de permanencia en las cocinas durante la visita de inspección, como son el **tiempo de enfriado** del aceite y el **punto de humo**.

La información que no se ha podido comprobar y ha sido facilitada por los interesados es aproximada: número de veces usado (antes de descartarlo y al realizar la prueba rápida), frecuencia de limpieza de las freidoras, cantidad de alimento introducido cada vez, tiempo de calentamiento variable en función del volumen de trabajo o días concretos. En los **comedores de alto riesgo es más fiable** debido a que suele haber un número fijo de menús predeterminados y una organización establecida de forma periódica de las tareas y responsabilidades.

También hay otros que no tienen tanta relevancia, por tratarse de **casos extremos** de falta de limpieza, como es la presencia de condensación de compuestos volátiles en la zona de extracción de humos que pueden caer sobre los alimentos o los propios recipientes, aunque en ocho establecimientos sí se ha dado este riesgo al momento de realizar la inspección visual.

Es especialmente relevante el hecho de que en todos los casos -excepto en tres cuyo destino es el desagüe- se hace reciclado de los aceites desechados, recogidos en los propios envases vacíos de aceite o grasa, o bien en bidones destinados específicamente a esta finalidad.

III. PRUEBA OXIFRIT-TEST

A causa de la dificultad para cuantificar el porcentaje de compuestos polares presentes en los aceites y grasas calentados según el método oficial de análisis exigido por la normativa, ya descrito con anterioridad, que ha de ser desarrollado por laboratorios especializados y requiere un período de tiempo de unas 2 horas para conocer el resultado, se pretendió buscar una prueba de determinación rápida lo suficientemente fiable y fácil de utilizar en el momento de la inspección para poder valorar el grado de alteración.

Existen diferentes *kits* en el mercado con esta finalidad basados en el ensayo de Perevalov modificado, que usa un indicador redox que cambia de color al aumentar la cantidad de compuestos de oxidación: *Very-fry, Oxifrit-test...*

Estos métodos rápidos, cuando se contrastan con la determinación de compuestos polares presentan una correlación entre 0,7 y 0,8 [14]. Los **errores o resultados falsos** pueden ser:

- falsos negativos cuando la prueba rápida es negativa e indica que no es necesario desechar el aceite, mientras que los compuestos polares son superiores al 25%.
- falsos positivos si la prueba rápida es positiva e indica que es necesario desechar el aceite, mientras que los compuestos polares son inferiores al 25%.

Entre las pruebas comercializadas, ***Oxifrit-test* proporcionó el mínimo número de errores concentrados entre el 20-30% de compuestos polares**, cerca del límite establecido por la norma de calidad de aceites y grasas calentados, principalmente fueron falsos negativos [9]. A veces puede haber cambios de color producidos por sustancias procedentes del alimento y dar lugar a falsos positivos[10]

Comercializado por los Laboratorios Merck, es un método rápido por colorimetría según el principio de la determinación de ácidos grasos oxidados con indicadores de color (reactivo 1: alcohol, reactivo 2: hidróxido de potasio en solución) que van del azul al aceitunado:

- **AZUL** → **BIEN**, grasa fresca, no “cargada”. Para más seguridad, comprobar el sabor
- **VERDE – AZULADO** → **TODAVÍA BIEN**, indica el deterioro incipiente de la grasa. Transiciones cromáticas que van del azul verdoso al verde azulado. Al disminuir el matiz azulado, tanto menor es el intervalo tolerado hasta cambiar la grasa / aceite
- **VERDE** → **CAMBIAR**, recomendado por el lab. puede haber reclamaciones por deterioro
- **ACEITUNADO** → **GRASA DETERIORADA**

Inconvenientes: El aceite o grasa problema tiene que estar a 140-180° C (peligro quemaduras) y hay que conservar los reactivos a menos de 25° C (proteger altas temperaturas) **Recomendaciones:** observar el olor y desarrollo de humos y usar con regularidad y antes de añadir aceite o grasa nuevos

IV. RESULTADOS SEGÚN PARÁMETROS ESTUDIADOS

A) Respecto a los **comedores de alto riesgo** que disponen de cocina propia y freidora, se han completado **11 encuestas**: dos residencias geriátricas, dos centros de enseñanza infantil y primaria públicos, dos privados concertados de primaria y secundaria, un instituto de secundaria, una escuela agraria, un albergue residencia de estudiantes, un centro-taller de minusválidos y una escuela superior de artes. El **número diario de menús varía de 20 a 315**.

Los ACEITES UTILIZADOS son: **refinado de girasol en 6** (en cuatro etiquetas no consta el ° acidez del aceite), **refinado de girasol alto oleico en 2**, **grasa especial para freír en 1** (procedente de Bélgica, no figura °acidez) y **en 2 centros se hace una mezcla por parte del personal** de cocina al incorporar el aceite a la freidora, de especial para freír con alto oleico y de refinados de oliva y girasol respectivamente.

Las FREIDORAS son todas de acero inoxidable y con tapa (aunque ésta se retira durante el proceso de fritura), solamente **una de ellas con cámara de agua y una también con filtro** (el resto sólo disponen del cesto de rejilla), cuatro disponen de dos cuerpos y la **capacidad** oscila de **4-5 a 20-25 litros** por cuerpo. En **tres no hay termostato** o está estropeado. La **temperatura** de uso donde se ha podido comprobar va de **los 130° C a los 200° C** y el **tiempo de utilización de 1 a 2 horas**, justo antes de servir la comida.

El NÚMERO DE VECES ANTES DE DESCARTAR EL ACEITE es de **5 a 20 usos** y en **seis centros se añade aceite nuevo para reponer** lo gastado en el proceso. La **frecuencia de limpieza**, relacionada con las veces de uso, la cantidad de comida elaborada y el tipo de alimento, también es variable **desde una semana a cuarenta días**. Todas están limpias y el sistema de extracción también. Sólo se usa cada día en una cocina, en las demás, varía.

El destino de **todos los aceites desechados** es el RECICLADO.

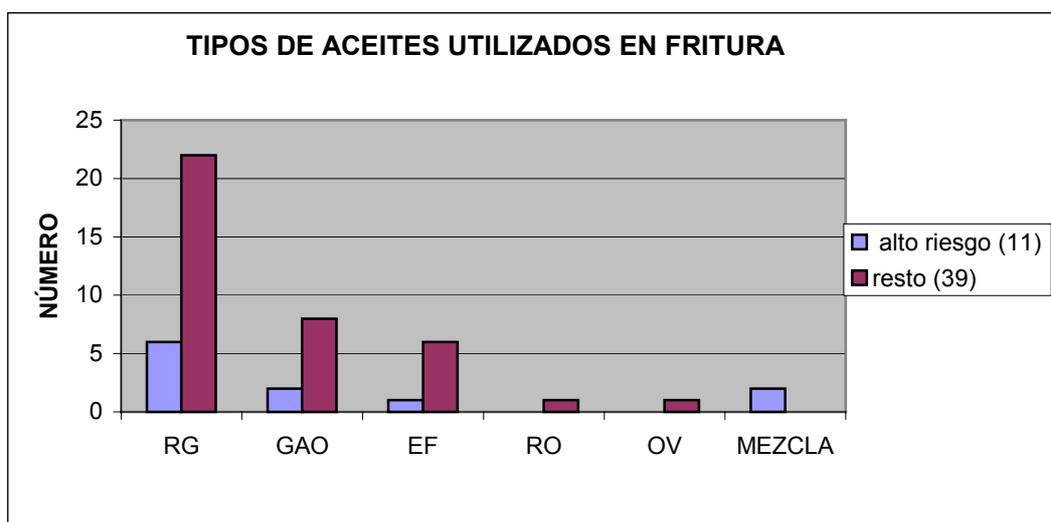
Los ALIMENTOS FRITOS principalmente **patatas, precocinados y rebozados**, son **todos congelados excepto en un caso**. El **pescado** suele ser **descongelado y enharinado**. Las **carnes** empanadas y **derivados cárnicos** como albóndigas y longaniza o salchichas son siempre **frescos** y **sólo en un caso congelados**. La CANTIDAD DE ALIMENTO INTRODUCIDO CADA VEZ en el cestillo es de $\frac{1}{2}$ Kg. a 3Kg. en función sobre todo de la capacidad de la freidora y el número de menús elaborados.

Sólo se ha detectado presencia de una poca ESPUMA en **dos** ocasiones y RESIDUOS o restos de alimentos en **cuatro** (dos de ellos han dado el resultado de cambiar).

Y por último, el RESULTADO del ensayo rápido **OXIFRIT-TEST** ha sido de **bien en 4** establecimientos, **todavía bien en 5** y **cambiar en 2**. Al momento de realizar la determinación, las veces de uso de los aceites era de 3 a 10 días.

TABLA 4 *Diferentes tipos de aceites usados en baño de fritura en comidas preparadas*

RG: refinado girasol EF: especial freír RO: refinado oliva
 GAO: girasol alto oleico MEZCLA: propia OV: oliva virgen



B) En relación al resto de establecimientos de comidas preparadas, ya sea con servicio directo al consumidor (restaurantes, hoteles, etc) o comidas para llevar, la **variabilidad es mayor**, en primer lugar por los diferentes tipos de actividades y en segundo, porque el grupo es más numeroso y se han hecho 38 encuestas de recogida de datos: 24 restaurantes (uno de ellos anejo a un área de servicio de gasolinera), 3 restaurantes con elaboración de tapas, 5 restaurantes de hoteles, 4 restaurantes con actividad de hamburguesería y platos combinados (tipo comida rápida) y 2 establecimientos elaboradores de platos preparados para llevar. El **número de menús elaborado diariamente varía de los 15 a los 250** aunque el grupo más numeroso lo constituyen los que cocinan entre 25 y 50 menús. Hay que destacar que los datos son aproximados y variables, al contrario de lo que suele ocurrir en los comedores de alto riesgo.

Los ACEITES UTILIZADOS son: **refinado de girasol en 22** (en tres etiquetas no figura el grado de acidez del aceite), **refinado de girasol alto oleico en 8**, **especiales para freír en 6** (todos nacionales, en cuatro etiquetas no figura ° acidez), **refinado de oliva en 1** y **oliva virgen en 1** (en ambos casos tampoco figura el ° acidez).

Las FREIDORAS utilizadas en el proceso son de muy diferentes **capacidades** de los **2-5** a los **15-20 litros** -no siempre adecuadas al volumen de trabajo- sólo en **11 casos hay doble cuerpo**, lo que significa que en el mismo aceite se realizan todas las frituras. Se ha encontrado una solamente que funciona con gas, el resto son eléctricas, y **de tipo doméstico, todas de acero inoxidable excepto una**, sin filtro y todas con cesto de rejilla. La tapa no se utiliza en ningún caso al momento de freír. Por lo que respecta al **termostato**, en **15 no** hay o no

funciona, y la **temperatura** comprobada va de **140° C a 200° C** (ésta última sólo en una cocina que además elabora el mayor número de comidas de forma permanente). El **tiempo** que se mantiene en funcionamiento en este grupo es mayor, variando de media hora hasta **6-8 horas** por el horario más amplio de servicio de **comidas y cenas**. Se ha observado que es frecuente mantener la freidora encendida a un mínimo y se aumenta al momento de la demanda de los clientes.

El NÚMERO DE VECES ANTES DE DESCARTAR EL ACEITE oscila entre **5-6 hasta 30** usos, aunque lo general es de **10 a 20 veces**. En **16 establecimientos se adiciona aceite nuevo al ya usado**. La frecuencia de limpieza que han manifestado los interesados es de **7 a 30 días**, aunque en algunos casos es dudoso, ya que se han observado restos exteriores e incluso en **cuatro casos una capa de consistencia plástica en el interior del recipiente** (hace suponer presencia de polímeros) y en **ocho extractores presencia de residuos volátiles condensados**, con los riesgos para la salud que esto comporta.

El destino de los aceites desechados es el RECICLADO, **excepto en tres** locales, donde se **evacua directamente al desagüe**, contribuyendo de esta forma a la contaminación.

Los ALIMENTOS SOMETIDOS A FRITURA, al igual que en el primer grupo de alto riesgo, son **mayoritariamente congelados**, tipo precocinados, rebozados y patatas, pero en **10** cocinas siempre son **productos frescos**, las carnes también suelen ser empanadas o rebozadas y derivados cárnicos a base de carnes picadas y se ponen en la freidora en **8 establecimientos** y son siempre frescas o descongeladas, al igual que el pescado, cefalópodos...descongelados y **enharinados**. La CANTIDAD DE ALIMENTO INTRODUCIDA CADA VEZ es muy variable, de ½ Kg. a 2-3 Kg. porque se suele introducir por **raciones** en función de la demanda.

Es destacable que en **trece** establecimientos hay presencia de RESIDUOS de alimentos, más o menos carbonizados y en **tres** se ha detectado ESPUMA, **seis y dos** respectivamente con el resultado de cambiar al realizar la determinación rápida.

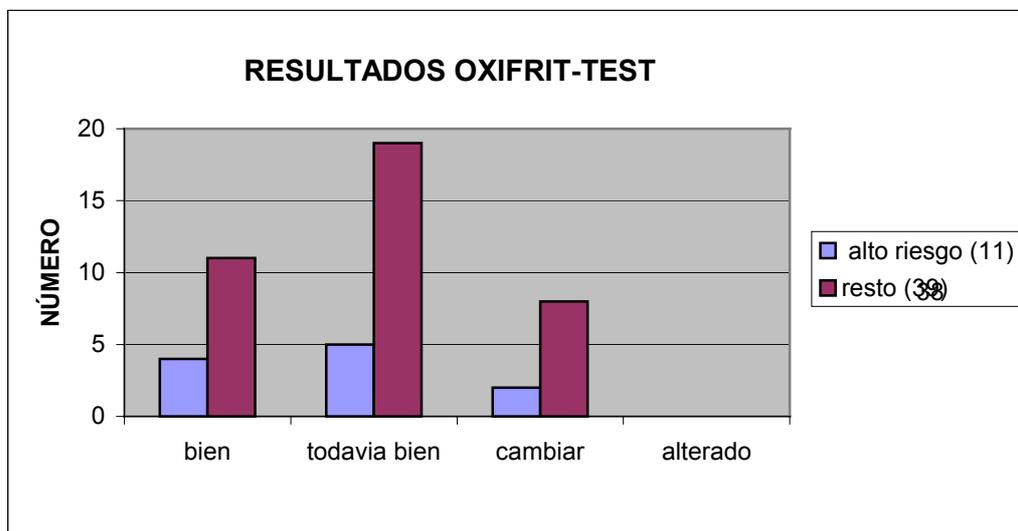
En referencia a los RESULTADOS de la prueba rápida *OXIFRIT-TEST*, han sido **bien en 11** cocinas, **todavía bien en 19** y **cambiar en 8**. El número de veces de uso al realizar el ensayo oscila de 3 a 22 utilizaciones, una o varias veces al día.

Es importante matizar que en ninguno de los dos grupos se ha detectado el uso de aceites alterados según el método colorimétrico empleado, aunque **podría inducirnos a error debido a los falsos negativos**, y darse el caso de incumplimiento del límite legal del 25% de compuestos polares de la Norma de Calidad. En muchos casos el número de usos es reducido al realizar la prueba, y cabe suponer que se ha seguido utilizando durante muchas más frituras.

Es evidente que la decisión de desechar los aceites y grasas se hace de forma subjetiva por parte de casi todos los manipuladores y personas responsables.

TABLA 3

Resultados determinación rápida de aceites calentados



Sin tener en cuenta que algunos datos analizados son aproximados y dependen de las manifestaciones hechas por los usuarios, en general se ha constatado, como en otros muchos estudios, que no es tan importante la utilización de diferentes materias primas, sino que **el grado de alteración de los aceites y grasas calentados aumenta con:**

- presencia de **espuma** y, sobre todo, **residuos** en el baño y el recipiente
- exceso de **temperatura** y **tiempo** de calentamiento
- fritura de alimentos **congelados** y **ricos en agua, grasos, rebozados y tapas**
- **frecuencia de uso**, en general a partir de las 10-15 veces, con excepciones
- **número de comidas** elaboradas
- estado de **limpieza** interior y exterior de recipientes y zonas anexas

→ *En siete de los ocho casos con resultado de “cambiar” ha habido presencia evidente de residuos en el baño y en cuatro de ellos, además, en el recipiente. Hay que tener en cuenta que como máximo se han declarado 20 o 22 frituras en cuatro casos, y en tres de ellos el resultado del ensayo ha sido el de “cambiar”. El hecho de que se tenga previsto continuar usando los aceites durante más tiempo, hace prever que si se hiciera un seguimiento, el número de resultados de aceites alterados sería mayor.*

Respecto a los dos grupos, en el de más riesgo la fritura no es un proceso diario, excepto en un caso, a diferencia de los establecimientos de restauración, normalmente con servicio de

menús dos veces al día, por tanto la frecuencia de limpieza, normalmente ligada al momento de desechar el aceite, debería ser mayor de la observada, y por tanto la renovación del contenido total de los recipientes también.

V. LOS ACEITES Y GRASAS CALENTADOS COMO RESIDUO

Solamente en tres casos del total de cocinas investigadas, no se hace el reciclado de este residuo, lo que demuestra que los responsables están concienciados de la aportación de contaminantes que conlleva su eliminación al medio de forma incontrolada. Contrasta esta percepción de que es un residuo peligroso y su uso en cocina con alteraciones organolépticas ya desarrolladas.

La opción del almacenamiento de este residuo en bidones especiales se considera más higiénica que el uso de envases vacíos, y sobre todo evita el peligro de confusión, aunque es poco probable por la apariencia del propio aceite y porque el lugar de almacenamiento suele ser la zona de basuras o el cuarto de limpieza. En algunos sitios la limpieza exterior es deficiente.

Con todo, no hay en ningún recipiente una etiqueta que lo identifique como residuo "no apto para el consumo humano", tampoco en los bidones suministrados por las **empresas especializadas y autorizadas** por la Junta de Residuos, u organismos de otras Comunidades Autónomas, las cuales entregan una hoja itinerante de recogida de residuos al retirarlos como documento justificativo de la recogida.

La alarma social creada a raíz de la crisis de las dioxinas en el año 1999 puso de manifiesto el hecho de que no se podían garantizar la trazabilidad ni la calidad en determinados procesos de la industria agroalimentaria, especialmente si se usan subproductos.

El Reglamento CE 1774/2002 de normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano, contempla los **residuos de cocina y los define como los residuos alimenticios procedentes de restaurantes, servicios de comidas y cocinas, con inclusión de las cocinas centrales y las domésticas**, también los aceites y grasas calentados [12] siempre que:

- procedan de medios de transporte que operen a nivel internacional (categoría 1)
- estén destinados al consumo animal, o a ser utilizados en una planta de biogás o al compostaje (categoría 3)

Su uso para la fabricación de piensos está prohibido en todos los países de la Unión Europea desde el 1/11/2002, excepto en 4 países que pidieron la aplicación de medidas transitorias (Alemania y Austria hasta el 31/10/2006 y Reino Unido e Irlanda hasta el 31/10/2004).

La toxicidad de estos aceites calentados varía de dímeros y trímeros de triacilglicerol, otros polímeros, monómeros cíclicos y compuestos derivados de la oxidación del colesterol, incluso HAP, PCBs y dioxinas que provocarían **riesgos en la salud de los animales y por bioacumulación a los consumidores.**

A nivel de cada país, se permite su tratamiento en plantas de biogás o compostaje autorizadas para la fabricación de gas o abono biológicos de conformidad con las **normas internas nacionales** en vigor, **en tanto se adopten normas comunitarias.**

Actualmente, el destino principal de los aceites y grasas desechados en las cocinas es la transformación en plantas oleoquímicas autorizadas, lo cual permite el uso para la fabricación de jabones, lubricantes biodegradables, combustibles biológicos...

El procesado y tratamientos a que se someten estos residuos de aceites y grasas calentados, previo análisis, son diferentes calentamientos a 80-90° C, decantaciones y filtrado, homogeneización y estabilización para su almacenamiento en tanques. Dependiendo de la acidez y del índice de peróxidos resultantes, se destina a:

- Abonos orgánicos en plantas de **compostaje y lombricultura**
- Industria cosmética de fabricación de jabones: jabón **vegetal de potasa** o jabón **negro, verde y vegetal de sosa**, jabón **blanco o de Marsella** con hidróxido de sodio.
- Industrias químicas del sector de la **destilación, lubricantes, ceras y velas, pinturas, barnices**, combustibles biológicos como el **biodiesel**, etc.

En España este último ha adquirido una importancia creciente y se usa como aditivo de combustible al 20% (B20) con diesel de petróleo, con un efecto similar a la mezcla de etanol con gasolina.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD

DE ACEITES Y GRASAS CALENTADOS

Grasas y aceites representan la fuente de energía más importante de la dieta, ya que aportan 9 Kcal./gramo, aproximadamente el doble que la que proporcionan los hidratos de carbono o las proteínas. Independientemente del conocido efecto de protección cardiovascular de los aceites monoinsaturados y del menos deseado de los poliinsaturados y saturados, y si se tienen en cuenta los nuevos hábitos alimenticios de la población, **el consumo de alimentos fritos y prefritos adquiere cada vez más relevancia** en el conjunto de la aportación de cantidad total de grasas en la dieta, por tanto es fundamental que éstas sean de mejor calidad, para evitar riesgos para la salud innecesarios, dada su relación con las enfermedades degenerativas. Si se realiza correctamente es un proceso de elección frente a otras técnicas culinarias, para conservar el valor nutritivo inicial de los alimentos [11].

Los alimentos durante la fritura pierden agua en la superficie, que se sustituye por grasa, así que hay que **escurrir**, e incluso **secar** con papel absorbente los alimentos para **disminuir la ingesta grasa** asociada a este proceso. En el caso de freír **carnes o derivados y alimentos grasos**, el proceso de fritura mejora la calidad de la grasa ingerida, ya que mediante el intercambio lipídico, los **ácidos grasos saturados pasan al baño de fritura**, como contrapartida, éste es de menor calidad y se altera más fácilmente.

Con el ACEITE DEGRADADO, el **producto absorbe más aceite que contiene sustancias nocivas** [13] (inhibidores enzimáticos, desnaturalizadores de vitaminas, productos de oxidación lipídica como peróxidos y radicales libres, irritantes gastrointestinales y/o mutágenos potenciales) debido a los procesos de hidrólisis u oxidación y **se requema** en la zona externa, muchas veces debido también a la **presencia de residuos y espuma**, que actúan acelerando las reacciones. Es recomendable no consumir la parte ennegrecida del alimento.

La formación de **polímeros de alto peso molecular parece no atravesar la pared intestinal**, pero disminuyen la capacidad de absorción intestinal. **Sí se digieren los monómeros y dímeros**, que **son tóxicos** y afectan al consumidor desde el punto de vista nutricional y de la salud [6].

Igualmente pueden aparecer **compuestos cancerígenos**, como el **benzopireno**, **benzoantraceno** y **dibenzoantraceno**, formados por ciclación y deshidrogenación a partir del colesterol, su consumo tiene relación directa con **cáncer de colon, hígado y próstata**.

Se ha observado que la concentración de benzopireno es más elevada en aceites no alterados que en los alterados (al aumentar los compuestos polares, disminuye el benzopireno), ya que se desprende y forma parte del **humo**, junto con el resto de **compuestos volátiles de descomposición**, de los que hay identificados más de 1220, por citar algunos:

buteno, pentano, n-hexano, n-hexeno, benceno, tolueno, hidrocarburos, acetaldehído, acroleína, etc. Estos compuestos volátiles pueden producir problemas similares al humo del tabaco: **respiratorios** (edema pulmonar, irritación de vías respiratorias, faringitis...), **alteraciones del SNC** (mareos, vértigo, dolor de cabeza...) o **dermatológicos**, especialmente a los trabajadores del sector expuestos. Los hidrocarburos policíclicos aromáticos (HAP), aminas heterocíclicas y derivados del colesterol necesitan activación enzimática para mostrar efecto cancerígeno.

Según estudios de experimentación, el consumo excesivo de grasas oxidadas por sobrecalentamiento, sobre todo las poliinsaturadas, provoca diarrea, pérdida del apetito, disminución y retraso en el crecimiento, disminución del valor hematocrito, hepatomegalia y daños histológicos en hígado y riñón [13].

Para contrarrestar los efectos nocivos descritos anteriormente se aconseja el consumo simultáneo de sustancias antioxidantes naturales como la vitamina E, preferentemente a partir de alimentos crudos, ya que los antioxidantes no son estables a temperaturas muy elevadas.

En el caso de trabajadores del sector se tendrán que adoptar medidas preventivas de protección según la legislación de salud laboral.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Reducir la tendencia creciente de consumo de alimentos fritos y precocinados (en muchos casos sometidos a fritura previa) es más bien una cuestión de hábitos de la población y de educación nutricional, así que en este estudio tratarán de darse una serie de recomendaciones para mejorar la calidad y minimizar la cantidad de lípidos ingeridos con los alimentos fritos. Las medidas preventivas o posibles soluciones serían a diferentes niveles:

1. USUARIOS O RESPONSABLES DE ESTABLECIMIENTOS. Los responsables tienen que conocer los riesgos asociados al proceso y disponer de instrucciones al respecto:

- Adquirir freidoras o recipientes adaptados en capacidad al volumen de producción esperado para optimizar el uso del aceite, y que éstas sean siempre de acero inoxidable, con tapa, termostato y si puede ser, filtro que facilite la eliminación de residuos procedentes de los alimentos lo más frecuente y rápidamente posible
- Hacer una limpieza y mantenimiento periódicos y eficaces
- No superar la temperatura de 180-185° C y mantener en funcionamiento el aparato el tiempo estrictamente necesario de elaboración, para evitar recalentamientos excesivos que provoquen fenómenos de autooxidación, termooxidación y polimerización
- Disminuir en lo posible el tiempo de enfriado del aceite y colocar la tapa después de enfriar para evitar condensaciones y mejorar las condiciones de almacenamiento sin incidencia directa de la luz ni el aire
- Utilizar preferentemente aceites vegetales monoinsaturados
- El relleno de los recipientes con aceite limpio no es eficaz cuando han comenzado las modificaciones organolépticas como olores y humo, cambio en el color, residuos... ya que se altera con bastante rapidez
- El uso de aceites ricos en antioxidantes (naturales o añadidos) no es útil cuando el proceso de oxidación ya está avanzado, sólo evitan su propagación, además, son inestables a las altas temperaturas
- Los alimentos no deben estar húmedos en la superficie para evitar los procesos de hidrólisis
- Escurrir, e incluso secar los alimentos para absorber el exceso de baño de fritura que queda en la superficie, muy importante desde el punto de vista de la seguridad cuando en él hay compuestos nocivos
- Si se tiene previsto freír diversos tipos de alimentos, sería aconsejable que dispusieran de dos cuerpos en la freidora para evitar el acúmulo de residuos y el intercambio de olores y

sabores indeseables. En el caso de alimentos ricos en grasa como derivados de carne picada, es muy importante por la cesión de ácidos grasos saturados al baño

- No utilizar los aceites o grasas cuando hay alteraciones organolépticas importantes

2. ADMINISTRACIÓN Y CONTROL OFICIAL

- Definir las diferentes administraciones competentes (nacionales, autonómicas y locales) y las responsabilidades de cada una de ellas en la inspección y control en todas las fases de la cadena, dada la diversidad del sector de grasas y aceites y la cantidad de normativa
- Incluir el proceso de fritura en las inspecciones de los técnicos (sanitarios, de consumo, residuos...) teniendo en cuenta todos los parámetros que se relacionan desde el punto de vista de la seguridad alimentaria, de protección a los consumidores y contaminación ambiental

CONCLUSIONES FINALES

En función del estudio realizado a nivel normativo y práctico, se pueden concluir una serie de resultados que pueden contribuir a mejorar la calidad de los aceites y grasas calentados y aumentar la eficacia del control, en diferentes ámbitos:

⇒ **NORMATIVA**

Debido a la gran complejidad de todas las normativas del sector de aceites y grasas, es difícil la supervisión y establecer el cumplimiento legal. No obstante:

- Se ha observado un vacío legal referente a las DENOMINACIONES habituales de los siguientes aceites o grasas, a diferencia del aceite de oliva, en el que están tipificadas:

REFINADO DE GIRASOL ALTO OLEICO, obtenido a partir de semillas modificadas en los años 60, de forma que se inhibe la vía enzimática de transformación del ácido oleico en linoleico, se modificó la legislación en el año 90 pero no se especifica el término “alto oleico”

ACEITES Y GRASAS Y EMULSIONES GRASAS PARA FREÍR, mencionados únicamente en la legislación de aditivos diferentes de colorantes y edulcorantes, pero no en las RTS y modificaciones posteriores. No se ha observado en las etiquetas el uso de aditivos no autorizados.

Es de suponer una adaptación de las RTS y las exigencias legales a la realidad, con las autorizaciones correspondientes que se preveen en la propia normativa a la hora de usar

nuevos métodos y tratamientos de producción y obtención de aceites y grasas, así como de las nuevas mezclas antes de introducirlas en el mercado.

- Se han puesto de manifiesto deficiencias en el ETIQUETADO de los envases, especialmente por la ausencia de indicación del Registro Sanitario y dirección del productor o envasador y la acidez libre. Hay un nuevo Reglamento comunitario que obliga a indicar junto al grado de acidez, el índice de peróxidos, contenido en ceras en mg /Kg y la absorbancia a U. V. , lo que está provocando que no se indique ninguno de ellos.

Algunas etiquetas informan que aguanta un número más elevado de frituras que los convencionales, hasta 111 incluso, sin especificar nada más (temperatura, tiempo, tipo o cantidad de alimento, etc.) lo que induce a crear falsas expectativas a los responsables.

- Por lo que concierne a los aceites y grasas calentados, se cumple la NORMA DE CALIDAD vigente en cuanto a materias primas, equipos, manipulaciones permitidas y prohibidas. Sí que en el caso de limpieza y mantenimiento deficientes podría darse la cesión de sustancias tóxicas o contaminantes al baño de fritura o al alimento frito No es fácil determinar el cumplimiento de la norma en cuanto a la comunicación de olor o sabor impropios, para lo cual tal vez habría que hacer otro tipo de estudio a nivel de consumidores o catadores profesionales.

A falta de resultados analíticos según el método oficial sobre el contenido en compuestos polares, no puede afirmarse que haya un incumplimiento de la norma por encima del 25 %, ya que sería necesario hacer un estudio comparativo con el ensayo colorimétrico empleado, que no ha detectado ningún baño de fritura alterado, pero que ha podido dar resultados falsos negativos en aquellos donde el resultado ha sido de “cambiar”.

Como ejemplo de las exigencias en este sentido a nivel europeo, España, Italia y Francia sólo establecen el límite del 25 % de compuestos polares, mientras que en otros países, como Alemania y Austria, además, fijan límites del 2 y 2,5 % para los ácidos grasos libres, 0,7 y 1 % para los ácidos grasos oxidados, respectivamente y un punto de humo de 170° C y Bélgica no exige límite para esta última determinación, pero es el único que establece un máximo del 10% de polímeros[14].

⇒ AUTOCONTROLES

- Exigir el etiquetado correcto de la materia prima para la fritura y de origen autorizado en el momento de la compra a proveedores
- Incluir el proceso de fritura con las medidas preventivas convenientes en las Guías o Códigos de Buenas Prácticas o en los sistemas de autocontrol en los establecimientos del sector, valorando de forma individual si es un punto de control crítico, y si lo es, monitorizarlo y establecer límites críticos, medidas correctoras, etc
- Sería recomendable el uso de pruebas de determinación rápida fiables y validadas en el sector para establecer el punto de descarte de forma más objetiva que como se hace actualmente, y tal y como recomienda el fabricante del ensayo utilizado en este estudio, antes de añadir aceite o grasa limpios.

Algunos países europeos han adoptado ya recomendaciones específicas o guías basadas en un criterio similar, que refleja el creciente interés en el control de los aceites y grasas de fritura por su incidencia en la calidad y propiedades nutritivas de los alimentos fritos[14].

⇒ CONTROL OFICIAL

La definición y coordinación de las actuaciones de todas las administraciones implicadas, tal vez habría evitado las “crisis alimentarias” relacionadas: en España, el síndrome del aceite tóxico y la alerta del aceite de orujo de oliva, las dioxinas a nivel europeo.

Podrían detectarse de forma preventiva riesgos para la salud de los consumidores, mediante:

- Un control más exhaustivo, periódico o con objetivos específicos, incidiendo en los establecimientos de más probable incumplimiento normativo (elaboración de materias primas, etiquetado, fritura...)
- Una supervisión de los autocontroles y un seguimiento regular de las actuaciones

BIBLIOGRAFÍA

- [1] FENNEMA, O. R. 1982. Lípidos. En: Introducción a la ciencia de los alimentos. Vol. 1. Ed. Reverté SA, pp 161-238
- [2] Anónimo. 1983. Real Decreto de 25 de enero de 1983, núm. 308/83 (Presidencia). ACEITE. Reglamentación Técnico – Sanitaria de los vegetales comestibles. BOE 44: 288-294 y posteriores modificaciones
- [3] Anónimo. 1981. Real Decreto de 10 de abril de 1981, núm. 1011/81 (Presidencia). GRASAS. Reglamentación Técnico – Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de las comestibles, margarinas, minarinas y preparados grasos. BOE 130: 2031-2037 y posteriores modificaciones
- [4] Anónimo. 1999. Real Decreto 1334/1999, de 31 de julio, por el que se aprueba la Norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios. BOE 202: 31410-31417
- [5] Anónimo. 1997. Real Decreto de 31 de enero por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. BOE 7: 9378-9418 y posteriores modificaciones
- [6] Pablo Rojas y Willy Treguear. Aceites de fritura. Disponible en: <http://www.geocities.com/CollegePark/Lab/2960/Fritura1.htm>.
- [7] Anónimo. 1989. Orden de 26 de enero de 1989. ACEITES Y GRASAS. Norma de calidad para los calentados. BOE 26: 507-510 y modificación
- [8] DOBARGANES, M. C. y MÁRQUEZ-RUIZ, G. 1995. Calidad de las grasas de fritura en el sector de restauración de Andalucía. *Grasas y Aceites*. Vol. 46 Fasc. 2: 115-120
- [9] DOBARGANES, M. C. y MÁRQUEZ-RUIZ, G. 1995. Control de calidad de las grasas de fritura. Validez de los métodos de ensayos rápidos en sustitución de la determinación de compuestos polares. *Grasas y Aceites*. Vol. 46 Fasc. 3: 196-201
- [10] BLUMENTHAL, M. M. 1988. Rapid test for the deterioration of frying oil. 79 AOCS Annual Meeting Phoenix (Arizona)
- [11] VARELA, G. 2003. La fritura de los alimentos en aceite de oliva. Consejo Oleícola Internacional
- [12] Anónimo. Interpretación y preguntas frecuentes del Reglamento CE 1774/2002. Disp.: http://www.europa.eu.int/comm/food/biosafety/animallyproducts/guidance_fcq_es.pdf
- [13] DE LA CRUZ RODRÍGUEZ. Formación de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) y 3-4 benzopireno en aceites comestibles alterados por recalentamiento. Disponible en: <http://www.sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata>
- [14] DOBARGANES, M. C. y MÁRQUEZ-RUIZ, G. 1998. Regulation of used frying fast and validity of quick test for discarding the fast. *Grasas y Aceites*. Vol. 49.Fasc. 3-4: 331-335

