

I) INTRODUCCIÓN

Aceites de cocina

El principal uso del aceite en la cocina es la fritura, donde funciona como medio transmisor de calor y aporta sabor y textura a los alimentos. Uno de los requisitos del aceite de cocina es que sea estable en las condiciones verdaderamente extremas de fritura por inmersión, esto es, altas temperaturas y humedad. En general, en la fritura el aceite debe mantenerse a una temperatura máxima de 180°C. Si se fríen los alimentos a una temperatura demasiado baja, éstos atrapan más grasa.

El agua, que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite, aumenta la disociación de los ácidos grasos que se produce durante el calentamiento. La *hidrólisis* genera un aceite de baja calidad con un punto de humo más bajo, un color más oscuro y un sabor alterado. Durante el calentamiento, los aceites también *polimerizan*, generando un aceite viscoso que se absorbe fácilmente por los alimentos y que genera un producto grasiento. Cuanto más saturados (sólidos) sean los aceites, más estables son frente a la *disociación oxidativa e hidrolítica*, y menos fácil es que polimericen.

Para obtener un aprovechamiento óptimo de los aceites de cocina, es necesario distinguir entre distintas condiciones de fritura. Los principales parámetros que se deben vigilar son la duración del uso y la naturaleza de los alimentos que se vayan a freír. Si en el aceite de fritura entran alimentos grasos, los componentes de estos alimentos podrían desestabilizar el aceite, y su contenido de agua podría influir en la operación de fritura.

Tiene importancia el hecho de que el uso sea continuo o intermitente, ya que el uso continuado crea una capa de vapor de agua protectora frente a la oxidación. Por último, se debe tener en cuenta la temperatura.

Generalmente se suele vigilar satisfactoriamente el uso industrial de las grasas y de los aceites. La operación de fritura en continua (que implica la adición constante de aceite fresco) y los requisitos de calidad de los productos aseguran normalmente un buen control de la calidad del aceite.

En los hogares, donde los aceites se usan normalmente durante períodos de tiempo mucho más cortos y se desechan después de haberse utilizado una o dos veces, los problemas de estabilidad juegan un papel menos importante. La estabilidad de los aceites es un factor más importante en las operaciones de los servicios de comidas preparadas, donde el calentamiento es intermitente y los aceites pueden usarse durante largos períodos de tiempo.

Las temperaturas críticas de descomposición de los aceites usados habitualmente para freír son:

- Aceite de Oliva: 210° C
- Aceite de Girasol y aceite de Soja: 170° C
- Aceite de Colza y aceite de Maíz: 160° C
- Margarina: 150° C
- Mantequilla 110° C

Además de la temperatura crítica de cada aceite, cada alimento tiene un punto de fritura:

- Para los alimentos que contienen mucha agua o que son muy voluminosos, el punto de fritura es de 130° a 145° C. (Papas)
- Para los que tienen que formar costra el punto de fritura es de 155° a 170°C. (Croquetas, pescados enharinados, alimentos rebozados).
- Para los alimentos “que se han de sorprender”, el punto de fritura será de 175° a 190° C. (Rebozados pequeños).

Aceite de oliva versus Aceite de girasol



Pese a que la fama, bien merecida, la acapara el aceite de oliva, el de girasol representa una alternativa económica que también se destaca por sus propiedades nutritivas y cuyo consumo aporta efectos cardioprotectores.

El uso de aceite de oliva virgen en la fritura aporta la calidad deseada al alimento así cocinado, uniéndose además las propiedades nutricionales ligadas a la presencia de ácidos grasos suficientemente insaturados y los conocidos antioxidantes naturales o polifenoles. La importancia de este último aspecto, es decir, de la presencia de antioxidantes, es interesante para la estabilidad oxidativa del mismo aceite, y se convierte en esencial cuando la grasa se utiliza en operaciones culinarias que usan tratamientos a altas temperaturas, tales como la cocción en horno y la fritura.

El aceite de oliva virgen extra se caracteriza por la gran variedad de características organolépticas que posee, que permiten que podamos hacer una elección del aceite a usar en la fritura según el tipo de alimento que queramos cocinar, consiguiendo, por tanto, un frito óptimo.

Ahora bien, el aceite de oliva domina, pero no monopoliza. El de girasol se mantiene como el segundo tipo de aceite más consumido en nuestro país. En muchos hogares, su modesto precio es su mejor carta de presentación. El de girasol es, junto al de soja y el de maíz, un aceite de semillas. Está formado por grasa en un 99,9%, al igual que el de oliva. En su composición sobresalen los ácidos grasos poliinsaturados, de los que destacan el ácido linoleico (omega 6) y el ácido alfa-linolénico (omega 3). Estos ácidos grasos son componentes importantes de las membranas celulares, son necesarios para el

crecimiento y la reparación de las células, y están relacionados con sustancias del organismo, responsables de regular la presión arterial, la respuesta inflamatoria o la coagulación sanguínea.

El aceite de girasol también tiene buenas propiedades nutritivas, es el más rico en vitamina E. Los dos se consideran esenciales y deben consumirse a través de los alimentos, ya que el organismo no los puede producir por sí solo. El aceite de girasol también aporta grasa monoinsaturada en forma de ácido oleico, pero en menor cantidad que el que se encuentra en el aceite de oliva. El de girasol ejerce a su vez una acción antioxidante ya que es, después del aceite de germen de trigo, el más rico en vitamina E.

Al utilizar el aceite de girasol para freír, como es rico en ácidos grasos poliinsaturados, es poco resistente al calor elevado. Al someterlo a mucho calor se degenera produciendo toxinas que resultan nocivas para el organismo. Con ello, se perderá la mayoría de su contenido y, en consecuencia, también se perderán sus beneficios antioxidantes y conservantes.

La revista Food Chemistry realizó un experimento que consistió en calentar a 190 °C en una freidora industrial tres tipos de aceite: de oliva, girasol y lino. La operación se realizó durante 40 horas (8 horas al día) en los dos primeros y en 20 horas para el caso del aceite lino. Este último no se usa habitualmente para cocinar en occidente, pero se ha seleccionado por su alto contenido en grupos omega 3. Los resultados revelan que los aceites de girasol y lino -especialmente el primero-, son los que generan más cantidad de aldehídos tóxicos y en menos tiempo. Por el contrario, el aceite de oliva, que presenta mayor concentración de ácidos monoinsaturados (como el oleico), genera menos y más tarde estos compuestos nocivos.

Por lo tanto, para freír alimentos es mejor utilizar el aceite de oliva o el aceite de girasol alto oleico, porque contienen una mayor proporción en ácido oleico que es más resistente a la fritura.

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.

Tipos de fritura

El proceso de fritura se puede clasificar atendiendo a varios criterios; así, la fritura puede ser:

- *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 por efecto del vapor interno generado al calentarse.
- *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. Este sistema es más frecuente en las frituras industriales, en las que se controla mucho más el proceso y la calidad del proceso y, por tanto, es difícil que se lleguen a acumular sustancias peligrosas en el producto final.



Figura 3. Recipientes donde podría llevarse a cabo una fritura superficial y profunda, respectivamente.

También podemos hablar de *fritura continua* y *discontinua*. La primera de ellas, continua, se trata de un proceso de fritura con una producción altamente automatizada, que permite trabajar con incorporación

continua de materia prima a freír y de aceite, para mantener constantes las condiciones del proceso. Dentro de este grupo se encuentra la fritura industrial aplicada a las patatas y a ciertos productos de aperitivo (snacks). Este tipo de fritura origina grandes volúmenes de producto, que se generan en un equipo moderno en un corto periodo de tiempo. Los procedimientos de fritura discontinua pueden subdividirse en dos, en sartén o en freidora. Parece que el principal peligro se centra en 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 características del proceso son radicalmente diferentes, debido a que las condiciones lo son también (aireación, relación masa producto/masa aceite, tiempo y superficie de contacto, etc.).

Numerosas variables conducen el avance del proceso y llevan a la optimización de las condiciones de fritura para cada tipo de producto. Las principales variables a considerar son:

- a) Dependientes del proceso
 - Temperatura/Tiempo
 - Método de fritura
 - Sartén
 - Freidora (continua o discontinua)
 - Material del recipiente

- b) Dependientes del tipo de aceite
 - Composición del aceite
 - Aditivos

- c) Dependientes del alimento a freír
 - Relación superficie/volumen
 - Cobertura
 - Humedad
 - Composición de su fracción lipídica

El conjunto de estas variables determina que las características del producto frito puedan resultar diferentes, así como que la alteración del medio de fritura también sea variable.

La fritura es uno de los métodos más antiguos para cocinar alimentos, y es considerada por algunos más que una arte, una ciencia; el aroma y la consistencia que este tipo de cocción puede conferir al alimento, son características que hacen que sea apreciada y ampliamente utilizada en todo el mundo, no sólo a nivel doméstico, sino también en restaurantes (incluidos algunos asadores y comedores), caterings, comida rápida, en las industrias productoras de snacks y en aquellas que producen alimentos precocinados que se distribuyen refrigerados o congelados y que necesitan sólo ser calentados antes de consumirlos.

El aceite usado en la fritura determina la aceptabilidad del alimento, ya que en parte, el aceite de fritura es absorbido por éste. En el aceite de fritura se producen una gran cantidad de cambios físicos y químicos, como consecuencia de la interacción entre el aceite, el agua y otros componentes del alimento. Por todo ello, el aceite utilizado determina la calidad del alimento, así como las condiciones del proceso y la composición del producto.

En los procesos de fritura hay una rápida formación de una costra superficial con la consiguiente pérdida mínima en peso y en nutrientes. La temperatura interna es inferior a la superficial y sube lentamente hasta el valor deseado.

En la Tabla siguiente, se recogen algunos de los aceites más utilizados para la fritura industrial o de restauración.

Tipo	Grasas y aceites
Grasas animales	Manteca cerdo Sebos
Aceites vegetales	Oliva Girasol Soja Maíz Algodón Colza Cacahuete
Grasas vegetales	Palma Palmiste Coco
Fracciones de grasas	Estearina de algodón Oleína de palma Estearina de palma
Grasas Hidrogenadas	Aceite de pescado hidrogenado Oleína de palma hidrogenada Aceite de soja hidrogenado

Tabla 2. Principales tipos de grasas y aceites utilizados en la fritura ⁶.

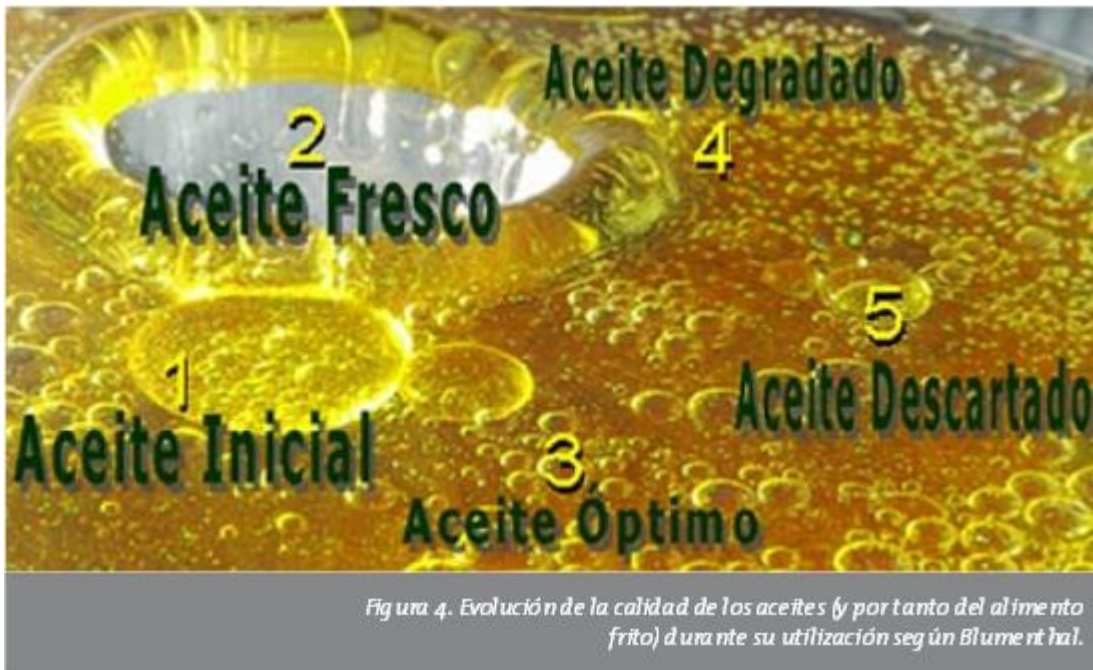
Subdivisión de la calidad del aceite durante la fritura

Durante su utilización, el aceite cambia tanto a nivel físico, como químico; se subdivide la calidad del aceite, y por consiguiente la del alimento frito, en cinco fases durante el tiempo total que está en uso:

1. *BreakIn Oil* (Aceite inicial). El aceite es fresco, claro, no emana olores de “cocido”, la superficie no está encrespada. El alimento que se fríe en este aceite está poco gelatinizado en el centro y absorbe poco aceite.
2. *Fresh Oil* (Aceite fresco). La superficie del aceite está ligeramente agitada o rizada, el alimento está parcialmente hecho (gelatinizado) en el centro, la superficie se oscurece y absorbe poco aceite.

Productos Fritos

3. *Optimum Oil* (Aceite óptimo). El alimento queda perfectamente dorado, crujiente en la superficie, hecho, pero no endurecido en el centro. Se da una óptima absorción de aceite.
4. *Degrading Oil* (Aceite degradado). El aceite está menos limpio, el alimento se oscurece mucho en la superficie y absorbe demasiado aceite.
5. *Runaway Oil* (Aceite descartado). El alimento tiene la superficie demasiado oscura y está poco hecho en el interior. El aceite emana olor a quemado y rancio.



II) CAMBIOS Y ALTERACIONES EN EL ACEITE

Al aumentar la temperatura se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos, por lo tanto, un aceite calentado se degrada 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:

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

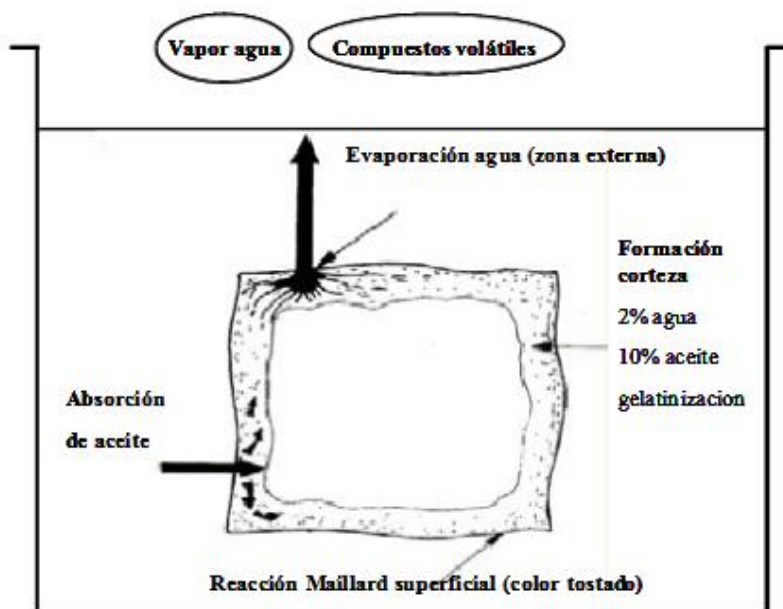
2) Oxidación: la autooxidación es la alteración más frecuente en la fritura. Consiste en la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos, especialmente los poliinsaturados, formándose compuestos inestables llamados hidroperóxidos o peróxidos y radicales libres de los que depende la velocidad de reacción 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.

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



Sección transversal de una patata, que ilustra la estructura y modificaciones ocasionadas durante la fritura (Guillaumin, 1988).

Los aceites para fritura deben ser frescos y estar sujetos a criterios de calidad, como los que se recogen en la siguiente Tabla.

Independientemente de la naturaleza del aceite usado en el proceso, su calidad puede tener una gran influencia en la calidad del producto frito y en la estabilidad del aceite a elevadas temperaturas.

Criterio	Especificación
Color (unidades Lovibond rojo)	2.0 máx., claro
Gusto	Ninguno
Flavor-sabor	Ninguno
Ácidos grasos libres	0.1 % máx.
Índice de peróxidos	1-2 meqO ₂ /Kg
Punto de humo	200-220 °C mín.
Humedad	0.05-0.1 % máx.
Ácido linoleico	2-3 % máx.

Tabla 3. Especificaciones básicas para el aceite de fritura ^{3A,3B,4D}.

III) CONTROL DE CALIDAD EN LOS ACEITES DE FRITURA Y PRODUCTOS FRITOS

En respuesta a las observaciones de efectos potencialmente nocivos o tóxicos de los aceites de fritura excesivamente reutilizados, los organismos internacionales y la administración han dictado recomendaciones y disposiciones legales, que regulan la utilización y vida máxima de los aceites y grasas sometidas a fritura.

Ya se han descrito las principales alteraciones que tienen lugar en los aceites sometidos a fritura y que tendrán repercusiones importantes en el cambio de propiedades físicas y composición química de los mismos. Los controles que se vayan a establecer en estos aceites estarán dirigidos a medir aquellas alteraciones que permiten evaluar de forma más fiable y simple la calidad del medio de fritura y del producto frito.

El parámetro analítico contemplado más universalmente por la legislación, para desechar los aceites de fritura, es el **porcentaje total de compuestos polares (% CP)**. Este parámetro intenta realizar una evaluación global de la alteración de los triglicéridos (TG) y ácidos grasos (AG), a través de la diferenciación entre porcentaje de compuestos apolares presentes en el aceite usado (cifra que corresponderá a los TG inalterados, mayoritariamente), y porcentaje de compuestos polares en el mismo, cifra que corresponderá a los componentes con ciertos grupos químicos polares, que son la mayor parte de componentes de alteración: AG libres, monoglicéridos y diglicéridos, polímeros y compuestos oxidados.

Debe seguirse un procedimiento de separación de ambas fracciones que esté normalizado, ya que la polaridad es un concepto relativo y, según la polaridad de los disolventes usados en la separación, puede obtenerse una fracción de compuestos polares variable.

Por otra parte, otras características químicas y físicas evolucionan también a medida que avanza la alteración en un aceite sometido a fritura. Por esta razón, la determinación de los valores correspondientes a las propiedades físicas y químicas de los aceites sometidos a fritura, así como la mayoría de los tests rápidos

desarrollados para el control a pie de cuba de fritura, intentan hallar una correlación más o menos directa con el contenido de compuestos polares.

Dentro de estas propiedades se hallan el **índice de refracción**, el **color**, la **viscosidad**, la **constante dieléctrica**, el **índice de yodo**, el **índice de acidez**, el **índice del ácido tiobarbitúrico (ATB o de p-anisidina)** y los **compuestos carbonílicos totales**.

No obstante, sólo algunos tienen una aplicación rápida y sencilla y ofrecen buenas correlaciones con el % CP, para cualquier tipo de aceites y grasas. Por otra parte, no debemos olvidar la variabilidad del comportamiento de todos estos parámetros físicos y químicos en función del tipo de aceite utilizado (% ácidos grasos poliinsaturados, concentraciones de diferentes antioxidantes y pro-oxidantes presentes) y de las condiciones de fritura (tiempo, temperatura y tipo de freidora).

Parámetros analíticos para el control de la alteración en los aceites y productos fritos

En relación a lo visto anteriormente, los distintos tipos de métodos aplicables para el control de los aceites de fritura, se pueden agrupar y simplificar de la forma siguiente:

1) Observación de propiedades físicas (sin requerimientos de laboratorio); como por ejemplo, la observación de la evolución del color o de la formación de espuma, la aparición de aroma desagradable o un tiempo preestablecido máximo de fritura. Dichos métodos son los procedimientos más utilizados en el sector de las freidoras discontinuas y la eficacia de su aplicación depende de la experiencia y habilidad del usuario.

2) Medida de propiedades físicas con técnicas de laboratorio: punto de humo, altura de espuma, viscosidad, índice de color (absorción en la zona del visible), índice de refracción, etc.

3) Medida de propiedades químicas con técnicas de laboratorio: acidez libre, índice de ATB, índice de p-anisidina, carbonilos totales, AG insolubles en éter de petróleo, compuestos polares.

4) Análisis sensorial de la grasa o aceite y del alimento frito: se explica detalladamente en el siguiente párrafo.

Análisis sensorial del producto frito

El análisis sensorial presenta una enorme utilidad para el establecimiento de la calidad de un producto o materia grasa, así como para detectar su alteración. Existen métodos oficiales normalizados desarrollados para la evaluación sensorial de los aceites fruto del gran crecimiento de la aplicación del análisis sensorial en productos con elevado contenido en lípidos. Sin embargo, el análisis sensorial se centra en la aceptabilidad del producto de aperitivo frito, más que en evaluar el aceite o medio de fritura. Para la evaluación sensorial existen dos tipos de paneles: los **paneles analíticos** y los **paneles de consumo**.

Los paneles analíticos evalúan diferencias entre productos y/o valoran la calidad o intensidad de un olor o flavor característico (ej. la sospecha de rancidez en el caso del producto frito). La discriminación entre muestras se realiza mediante los tests de diferenciación (ej. los test triangulares, los duo-trío, las comparaciones apareadas y los métodos de elección forzada). Por otro lado, estos paneles analíticos también describen y/o puntúan la calidad del producto mediante test descriptivos o test de sensibilidad. Estos paneles están formados por jueces entrenados, con experiencia y capacidad de evaluar flavors sutiles y distinguir entre off-flavors.

Los inconvenientes de utilizar un panel de cata entrenado son que normalmente requiere mucho tiempo de formación y su elevado coste. Por otro lado, los test de consumo son normalmente utilizados como técnicas de evaluación de la preferencia o aceptabilidad de un producto por parte de los consumidores.

En dichos tests se utiliza un panel no entrenado formado por un grupo importante de personas (normalmente más de 50 personas). Entre los test de consumo destacan las escalas de preferencia que tienen generalmente entre 5-9 categorías con términos hedónicos referentes

a características del producto. En la Tabla siguiente, se presenta una escala hedónica utilizada para evaluar la aceptabilidad de papas fritas.

Escala hedónica para la evaluación de la aceptabilidad en patatas fritas (Kristott, 2002).

Descripción del sabor	Puntuación del flavor
Extremadamente desagradable	1
Muy desagradable	2
Moderadamente desagradable	3
Suavemente desagradable	4
Ni me gusta ni me disgusta	5
Levemente agradable	6
Moderadamente agradable	7
Muy agradable	8
Extremadamente agradable	9

Los panelistas de tests de consumo pueden llegar a demostrar una gran sensibilidad y a detectar alteraciones del aroma y flavor en los alimentos ricos en grasas. Este hecho tiene una gran repercusión comercial, ya que estos atributos de aroma o flavor son difícilmente detectables y diferenciables aún evaluando químicamente los compuestos de oxidación formados como por ejemplo los compuestos de oxidación volátiles.

El flavor de los productos fritos puede ser evaluado inmediatamente después de ser fritos (ej. pollo o pescado frito), o después de un almacenamiento como es el caso de los productos de aperitivo (ej. papas fritas tipo chips).

Se considera a las papas fritas tipo chips como un ejemplo de producto que recién elaborado presenta una elevada calidad con un flavor característico y ausencia de off-flavor, pero que durante el almacenamiento evoluciona originando un deterioro inicial por pérdida del flavor característico, y posteriormente, se desarrollan off-flavors, donde uno de los primeros en detectarse es el descriptor a pasado (stale) y con posterioridad se detectan los mismos descriptores de flavor que en los aceites oxidados (ej. rancio, manteca, pintura, etc.), provocando todo ello una disminución de la calidad global del producto. Esto se debe a que durante el almacenamiento se forman

Productos Fritos

compuestos de oxidación secundaria que se caracterizan por ser compuestos de bajo peso molecular originados por descomposición de otros compuestos de oxidación, para los cuáles los sentidos de olfato y gusto humanos presentan una elevada sensibilidad.

La evaluación sensorial se puede considerar como una prueba final para evaluar la rancidez oxidativa e hidrolítica de un alimento. No obstante, un inconveniente del análisis sensorial es la exacerbación de esta medida subjetiva debido a la presencia de ciertos aditivos (ej. sal, especias, aromatizantes) que modifican la percepción sensorial global del producto e incluso algunos pueden camuflar flavors no deseados como el rancio en productos fritos.

Consecuentemente con la idea de complementar o sustituir el análisis sensorial, se han ido desarrollando métodos instrumentales (ej. determinación mediante nariz electrónica) que pueden ser correlacionados mediante algoritmos con diferentes métodos analíticos o atributos sensoriales con la idea de dar una percepción del producto frito.

Los productos fritos deben sus características sensoriales básicamente al aceite donde han sido sometidos a fritura y, es por ello, que las fracciones lipídicas extraídas del producto frito son similares en sus características químicas a los del medio de fritura. Asimismo, el proceso de alteración de los alimentos grasos engloba la oxidación de los ácidos grasos insaturados, particularmente de los poliinsaturados, afectando al valor nutritivo del alimento y siendo críticos y esenciales en el desarrollo del flavors desagradables o indeseables.

IV) EFECTOS TÓXICOS Y BIOLÓGICOS DE LOS ACEITES CALENTADOS Y DE LOS PRODUCTOS DE OXIDACIÓN LIPÍDICA

Se han realizado múltiples estudios en los que se han alimentado animales de experimentación, principalmente ratas, con aceites de fritura, aceites calentados a temperaturas de 175-220 °C en presencia de aire y fracciones alteradas obtenidas a partir de dichos aceites.

En la mayoría de estos estudios la cantidad de grasa añadida a la dieta es muy elevada. A pesar de ello, son pocos los estudios que utilizando aceites de fritura observan efectos negativos sobre la salud del animal, únicamente en algunos estudios se observa principalmente un menor crecimiento y/o un ligero aumento del peso del hígado. Cuando se utilizan aceites calentados, los resultados también son controvertidos pero los estudios que muestran un efecto sobre el crecimiento y/o el peso del hígado son un poco más numerosos.

En algunos de estos estudios, también se ha observado un aumento del peso de los riñones, de la mortalidad y otros efectos tóxicos. La disminución del crecimiento y el aumento de la mortalidad han sido atribuidos por algunos autores principalmente a la menor digestibilidad que presentan estos aceites debido a su elevado contenido en dímeros y polímeros, lo cual puede conllevar la aparición de diarreas y que se dejen de absorber nutrientes esenciales. La aparición de dichas diarreas también viene favorecida por las altas dosis de grasa incorporadas a la dieta del animal.

Además, diversos estudios han demostrado que la digestibilidad de los dímeros y especialmente la de los polímeros es menor que la de los TG inalterados. No obstante, la mayoría de estos estudios que encuentran efectos sobre el crecimiento, la mortalidad y/o el peso del hígado y de los riñones utilizan dosis muy altas. Alrededor de estos estudios existe un cierto consenso en atribuir estos efectos negativos y otros efectos tóxicos a la fracción polar de estos aceites.

A partir de todos estos estudios se puede concluir que los aceites de fritura no suelen presentar toxicidad crónica en animales de experimentación, incluso cuando se utilizan aceites con un elevado contenido en compuestos polares a dosis muy altas. Además, hay que

tener en cuenta que estos estudios se encuentran un tanto alejados de la realidad puesto que las dietas que normalmente se utilizan para criar ratas de laboratorio tienen un contenido total de grasa que oscila entre el 3 y el 6%.

Por otro lado, la mayoría de las normativas de los distintos países establecen un máximo para el contenido de compuesto apolares del 25-27 % y aunque estos valores no deberían sobrepasarse, en realidad algunos aceites de fritura tomados de restaurantes los sobrepasan ampliamente.

A pesar que los aceites de fritura no parecen suponer un riesgo evidente para la salud, no hay que olvidar que algunos estudios han atribuido a los aceites oxidados o a su fracción polar efectos biológicos negativos y que diversos de los componentes de esta fracción también presentan en mayor o menor grado efectos biológicos negativos claramente demostrados.

V) LÍMITES PARA LA REUTILIZACIÓN DE ACEITES USADOS EN LA FRITURA

Los organismos internacionales y la administración de los diferentes países han dictado recomendaciones y disposiciones legales, que regulan la utilización y vida máxima de los aceites y grasas sometidos a fritura. El sistema más aceptado para el control es el parámetro denominado porcentaje de compuestos polares totales (debe ser <24% en Alemania, <25% en España, Bélgica, Chequia, Hungría, Francia e Italia; <27% en Holanda, Suiza y Austria).

A partir de datos bibliográficos, se estimaron los valores límite que deben cumplir los aceites y grasas sometidas a fritura:

Valores de descarte de los aceites y grasas sometidos a fritura.

Parámetro analítico	Valores límite
% Compuestos polares	< 25-28%
% Polímeros	< 16-18%
% TG oxidados (compuestos no eluibles)	< 6-8%
% AG insolubles en éter de petróleo	< 1-2%
% AG libres	<5%
Viscosidad	< 27 mPa.s (a 50°C)
Constante dieléctrica (<i>FOS method</i>)	< 4
Índice de carbonilos	< 45-55
Índice p-anisidina	< 150-160

En una investigación, los expertos realizaron diferentes frituras con aceites de oliva, soja, girasol y maíz, y los utilizaron para freír diez veces. Tras cada fritura se analizó el índice de fenoles, peróxidos y componentes polares totales (TPM), componentes que degradan las grasas al cocinar y que afectan a la consistencia, al sabor y al aroma, así como a la calidad de la fritura.

Generalmente, cuando los TPM superan el 25% en un aceite para freír debe ser desechado. En España se consideran grasas gastadas cuando alcanzan este valor de compuestos polares y la ley prohíbe la venta de productos fritos con un aceite con este nivel de degradación,

de hecho, en el año 1989 se aprobó la Norma de Calidad para los Aceites y Grasas calentadas, en la que se contemplan sanciones si se utiliza este tipo de aceite con ese nivel de degradación. Parece ser que la proporción de componentes polares en una fritura óptima debe establecerse entre un 14% y un 20%.

Tras las pruebas y mediciones realizadas, se constató que el aceite de oliva refinado era la variedad que mejor resistía el deterioro oxidativo, también se determinó que los ácidos grasos trans y el porcentaje de compuestos polares totales era más bajo que en las otras tres variedades de aceites. En el análisis quimiométrico, método para procesar la información química tras realizar el análisis químico, el análisis de los procesos fisicoquímicos y el análisis instrumental, se comprobó que el deterioro más bajo en la calidad de los aceites se produjo en el aceite de oliva refinado en frituras a 160° C, y el mayor deterioro lo experimentó el aceite de girasol refinado en cocciones a 180° C.

En cualquier caso, debe precisarse que los estudios existentes no pueden considerarse suficientes y que algunos de estos valores deberían revisarse después de haberse realizado estudios más detallados en muestras reales procedentes de diferentes sistemas de fritura y cocinado y correspondientes a una mayor diversidad de aceites, lo que permitiría fijar valores más acordes con la realidad.

BIBLIOGRAFÍA:

- Revista Food Chemistry
- Código Alimentario Argentino

Organismo consultado:

- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

Páginas de internet:

- <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TsIA-62Molina-Hernandez-et-al-2012.pdf>
- <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v19n5/art04.pdf>
- <https://es.scribd.com/doc/25509287/38/II-6-12-Analisis-sensorial-del-producto-frito>
- http://www.nutrinfo.com/biblioteca/monografias/aceite_girasol_alt_o_oleico.pdf
- http://www.iata.csic.es/~btcgil/TRyCS_08_09/Tema20_cpr.pdf
- <http://www.muyinteresante.es/salud/preguntas-respuestas/ies-malo-recalentar-el-aceite-usado-para-freir>
- <http://www.economiaandaluza.es/sites/default/files/capitulo%2010.pdf>
- <http://www.papaslatinas.org/v14n1p33.pdf>
- <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/mangeles-aylon-blog.pdf>
- <http://www.esenciadeolivo.es/aceite-de-oliva/gastronomia/freir-con-aceite-de-oliva/>