

## Ingesta y evolución ponderal de ratas alimentadas con diferentes aceites crudos y fritos

Por A. M. Pérez-Granados, M. P. Vaquero y M. P. Navarro

Instituto de Nutrición y Bromatología (CSIC). Facultad de Farmacia, Universidad Complutense.  
Ciudad Universitaria. 28040 Madrid. Tel. 91/549 00 38 - Fax 91/549 50 79.

### RESUMEN

#### Ingesta y evolución ponderal de ratas alimentadas con diferentes aceites crudos y fritos

Se utilizaron aceites de oliva, girasol y oleína de palma, crudos o procedentes de frituras repetidas de patatas sin reposición de aceite hasta alcanzar el límite del 25% de compuestos polares (CP). Ratas Wistar se alimentaron durante 28 días con dietas que contenían un 8% de: aceite de oliva, aceite de oliva de 48 frituras, aceite de oliva de 69 frituras (25% CP), aceite de girasol, aceite de girasol de 48 frituras (25% CP), oleína de palma y oleína de palma de 80 frituras (25% CP). Peso e ingesta se controlaron semanalmente y se calculó el coeficiente de eficacia alimentaria. Al final del experimento los animales se sacrificaron para extraer los hígados y determinar el índice hepatosomático. El consumo de los aceites empleados en fritura no modificó la ingesta, peso, coeficiente de eficacia alimentaria ni el peso de los hígados, observándose únicamente un incremento del índice hepatosomático en los animales que ingirieron la oleína de palma frita frente a la cruda.

**PALABRAS-CLAVE:** Aceite de girasol — Aceite de oliva — Crecimiento — Fritura — Oleína de palma.

### SUMMARY

#### Intake and body weight gain of rats fed different types of unused and used frying oils

Olive oil, sunflower oil and palm olein, unused or used in repeated potato frying until the oils reached the limit of 25% of polar compounds (PC) were used. Wistar rats were fed over 28 days diets containing 8% of: olive oil, olive oil from 48 fryings, olive oil from 69 fryings (25% PC), sunflower oil, sunflower oil from 48 fryings (25% PC), palm olein and palm olein from 80 fryings (25% PC) Body weight and food intake were monitored weekly and food efficiency was calculated. At the end of the experiment the animals were sacrificed to separate the liver and calculate the hepatosomatic index. The consumption of frying oils did not modify food intake, body weight, food efficiency nor liver weight, but hepatosomatic index was higher in rats consuming frying palm olein compared to unused palm olein.

**KEY-WORDS:** Frying — Growth — Olive oil — Palm olein — Sunflower oil.

## 1. INTRODUCCIÓN

La influencia del consumo de alimentos fritos o de grasas empleadas en frituras sobre ingesta, crecimiento, evolución ponderal, etc. resulta controvertida en ex-

tremo, ya que mientras algunos autores hablan de deterioro ponderal y menor consumo alimentario (Crampton *et al.*, 1953; Rodríguez *et al.*, 1984; Billek, 1985; López-Varela *et al.*, 1995), otros describen estabilidad (Keane *et al.*, 1959; Ramel *et al.*, 1965; Izaki *et al.*, 1984) o incluso incrementos (Lanteaume *et al.*, 1968; Lang, 1973).

Durante la fritura en baño de aceite se producen una serie de reacciones concatenadas que ocasionan alteraciones termooxidativas e hidrolíticas, diferentes según el tipo de aceite y alimento que se fríe, que conllevan cambios estructurales en la grasa y formación de nuevos compuestos (Permanyer y col., 1985; Gutiérrez González-Quijano y Dobarganes, 1988; Dobarganes y col., 1988; Sebedio y col., 1990; Cuesta y col., 1993a; Monferrer y Villalta, 1993; Sánchez-Muniz y col., 1993 y 1994; Romero y col., 1995) que podrían condicionar la utilización de la dieta.

La posibilidad de un efecto negativo debido a la ingesta de grasas fritas debió surgir al observar las consecuencias deletéreas y toxicológicas de las grasas termooxidadas de forma drástica. A grandes rasgos, parece deducirse que cuando se trabaja con grasas sobrecalentadas, en condiciones extremas de temperatura y aireación, se producen enormes alteraciones incluyendo la aparición de altas concentraciones de compuestos polares. Algunos de dichos compuestos resultan tóxicos para el organismo y, si se emplean a niveles dietéticos elevados, los resultados apuntan deterioro ponderal y, a veces, menor ingesta (Nolen *et al.*, 1967; Wilson *et al.*, 1970; Márquez-Ruiz *et al.*, 1990). En estas condiciones, se ha observado que el consumo de grasas calentadas a elevadas temperaturas con borboteo de aire produce una clara disminución del crecimiento tanto mayor cuanto más rica es la grasa en ácidos poliinsaturados (Johnson *et al.*, 1957).

Al referirse en concreto a la influencia de las grasas fritas sobre la ganancia ponderal y el crecimiento surge la disparidad, debido, en gran parte, a las condiciones del experimento: tipo de aceite empleado, alteración del mismo, número de frituras, características del alimento frito, concentración lipídica de los ensayos, duración de los mismos, etc. Potteau *et al.* (1977) y

Keane *et al.* (1959), utilizando grasas procedentes de restaurantes y freidorías comerciales durante períodos cortos de tiempo, no observaron alteraciones ponderales; mientras que Lanteaume *et al.* (1966), utilizando en ensayos a largo plazo aceite de gramilla de uva, cruda o procedente de 60 frituras de patatas, sólo constataron una leve ganancia ponderal en este último caso. Este efecto sólo se manifestó de alguna manera en los períodos más tempranos de crecimiento en los ensayos que Nolen *et al.* (1967) realizaron en ratas por espacio de dos años con aceite de soja crudo y frito con distinto grado de alteración.

En términos generales, los estudios realizados con grasas de fritura indican ausencia de toxicidad en sentido estricto (Billek, 1985; Causeret *et al.*, 1978), ya que estas grasas contienen pocas cantidades de sustancias tóxicas para la rata, y los compuestos causan daño sólo si se administran en dosis muy elevadas. En tal sentido, Perkins e Iwaoka (1973) introdujeron monómeros cíclicos en las raciones de ratas en las proporciones de 75 a 1500 ppm y tras varias semanas de consumo observaron ligerísimos o ningún cambio en la ganancia ponderal. Por su parte, los dímeros cíclicos, tipo Diels-Alder, en concentraciones de 0.015 a 0.75% durante 6 semanas, tampoco fueron capaces de alterar el crecimiento, la eficacia alimentaria ni el peso del hígado (Hsieh y Perkins 1976 y 1977). Por ello, se comprende que el consumo de la grasa de fritura entera, a niveles dietéticos adecuados, en la que los compuestos nocivos no alcanzan concentraciones importantes, no produce efectos negativos apreciables en los animales.

Por todo lo mencionado anteriormente, nos propusimos analizar comparativamente la influencia del consumo de grasas de carácter mayoritariamente saturado (oleína de palma), monoinsaturado (aceite de oliva) y poliinsaturado (aceite de girasol), crudas o sometidas al proceso de fritura, sobre la ingesta y evolución ponderal de ratas en crecimiento.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

Se realizaron dos grupos de ensayos con ratas en crecimiento, a las que se les administraron diferentes dietas que contenían aceite de oliva, girasol u oleína de palma ya fueran crudos o empleados en frituras repetidas de patatas hasta alcanzar el límite del 25% de compuestos polares permitido por la legislación.

### 2.1. Aceites objeto del estudio

Se emplearon aceite de oliva de 0.4° de acidez (Carbonell, Córdoba), aceite de girasol de 0.2° de acidez (Elosol, Elosua, León), y oleína de palma (AGRA, S.A., Bilbao), cuyos contenidos iniciales en compuestos polares fueron 4.79%, 5.29% y 9.27% respectivamente.

Como alimento a freír se escogieron patatas nuevas (variedad Kennebec). Las frituras se realizaron en 6 freidoras domésticas de 3 litros de capacidad. En cada una de las freidoras se pusieron 3 litros de aceite y 500 g de patatas peladas, limpias y secas, cortadas en rodajas de aproximadamente 2 mm de espesor. La relación grasa culinaria/alimento fue, por tanto, de 3 l/500 g.

Se empleó la modalidad de fritura discontinua sin recambio de aceite. Para ello, debido a la disminución del volumen de aceite, cada 16 frituras, se eliminó una de las freidoras y con su aceite se completó el volumen de las restantes, de modo que no existió reposición con aceite nuevo.

El alimento se introdujo en el baño cuando el aceite alcanzó una temperatura estable de 180 °C, y la duración de la fritura fue, en todos los casos, de ocho minutos. Para la siguiente fritura el aceite se calentó de nuevo hasta 180 °C, así hasta cuatro frituras sucesivas. Se realizaron doce frituras diarias en tres series diferentes de cuatro frituras cada una, entre las cuales se dejó enfriar el aceite hasta temperatura ambiente. Al final de cada día el aceite permaneció a temperatura ambiente hasta el día siguiente.

El control de la alteración de los aceites durante las frituras, se llevó a cabo mediante la determinación de compuestos polares (Walking y Wessels, 1981) a fin de obtener un aceite de fritura con un contenido de estos compuestos próximo al 25%, límite permitido por la legislación cuando se trata de aceites destinados al consumo humano (Ministerio de Relaciones con las Cortes y de Secretaría del Gobierno, 1989; Firestone, 1991). Dicho valor se obtuvo tras 48 frituras con el aceite de girasol (24.32%), 69 frituras con el aceite de oliva (24.27%), y 80 frituras con la oleína de palma (24.32%). También se empleó el aceite de oliva procedente de 48 frituras, con un contenido en compuestos polares del 19.02%, para comparar aceites empleados en igual número de frituras (aceite de girasol de 48 y aceite de oliva de 48 frituras). La evolución del contenido en compuestos polares de los aceites se muestra en la figura 1.

### 2.2. Preparación de las dietas

Se prepararon 7 dietas semisintéticas e isocalóricas de acuerdo con las recomendaciones del National Research Council (1978) para la rata, con la siguiente composición teórica (porcentaje en sustancia seca): 11.8% de caseína láctica (Central Ibérica de Drogas, S.A., Madrid), 0.2% de DL-Metionina (Merck, Darmstadt, Alemania), 35.5% de almidón de trigo (Central Ibérica de Drogas, S.A., Madrid), 35.5% de sacarosa (Confisa, S.A., Madrid), 5% de celulosa microcristalina (Central Ibérica de Drogas, S.A., Madrid), 3.85% de complemento mineral (Merck, Darmstadt, Alemania), 0.16% de complemento vitamínico (Roche, Basel, Suiza).

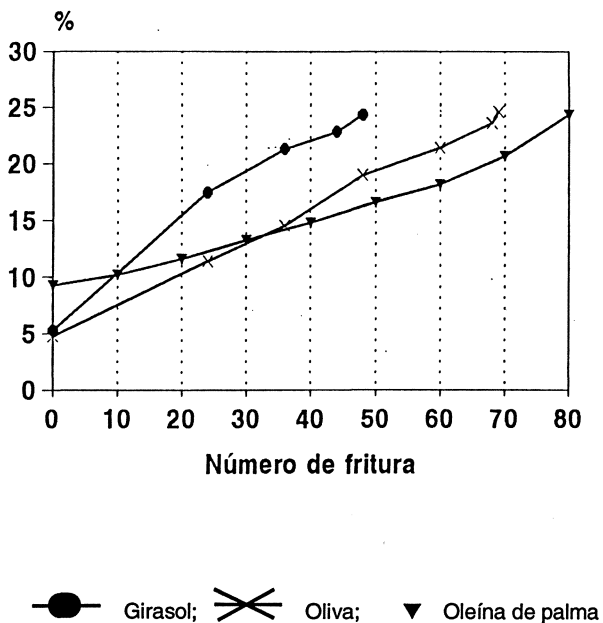


Figura 1

Incremento de compuestos polares durante las frituras

La única diferencia en las dietas fue la fuente grasa, que al 8%, fue aportada por los distintos aceites crudos o procedentes de frituras repetidas de patatas, de este modo resultaron los siguientes grupos experimentales: oliva crudo, oliva de 48 frituras (48F), oliva de 69 frituras (69F), girasol crudo, girasol de 48 frituras (48F), oleína de palma cruda y oleína de palma procedente de 80 frituras (80F).

### 2.3. Desarrollo de los experimentos

En el primer experimento se ensayaron los aceites de oliva y girasol y en el segundo la oleína de palma, empleando como control un grupo de ratas alimentadas con aceite de oliva crudo.

Se emplearon 80 ratas Wistar en crecimiento, seleccionadas en el momento del destete, con un peso

inicial de  $40 \pm 0.3$  g (media  $\pm$  error estándar). Los grupos estaban constituidos por 10 animales, 5 machos y 5 hembras. En total fueron 8 grupos de 10 animales que consumieron las dietas experimentales «ad libitum» y bebieron agua desionizada (Milli-Q plus, Ultrapure Water System, Millipore, U.S.A.) «ad libitum». Los animales se alojaron en células metabólicas individuales instaladas en cámaras termostáticas a  $22 \pm 2$  °C con una humedad relativa entre el 50-70% y un fotoperíodo controlado de 12 horas.

Ambos ensayos constaron de un período experimental de 28 días, durante los cuales se controló semanalmente el peso de las ratas y la ingesta sólida. Asimismo se calculó el coeficiente de eficacia alimentaria (CEA) mediante la siguiente fórmula: Incremento de peso por día (g) / sustancia seca ingerida por día (g).

El último día del experimento los animales se sacrificaron previa anestesia con Nembutal (pentobarbital sódico) (Laboratorios Abbott, Madrid) al 30% vía intraperitoneal, en dosis de 0.15ml/100g de peso. En todos los animales se procedió a la extracción del hígado calculando posteriormente el índice hepatosomático (peso del hígado/peso corporal x 100).

### 2.4. Tratamiento estadístico

Los datos de los tres experimentos fueron sometidos inicialmente a un test descriptivo para estudiar su distribución. Se observó que cada una de las variables en el conjunto de la muestra seguía una distribución *cuasi* normal, por lo que se aplicaron pruebas paramétricas.

Los valores de ingesta y peso de los animales fueron analizados mediante regresión lineal simple, siendo el tiempo la variable independiente. Esto se planteó comparativamente dentro de cada grupo experimental. Se determinó el coeficiente de asociación y si la pendiente general obtenida era significativamente diferente de cero. Como en todos los casos se obtuvieron pendientes positivas y significativamente mayores de cero ( $p < 0.0001$ ), se continuó con un análisis de varianza (ANOVA) sobre las pendientes de regresión correspondientes a cada grupo experimental a fin de comparar las evoluciones de los animales tratados con las distintas dietas.

En el caso de los valores de los coeficientes de eficacia alimentaria se utilizó un ANOVA de medidas repetidas con dos fuentes de variación, tiempo (medida repetida) y grupo (bloques).

Para los pesos de los hígados y los valores de los índices hepatosomáticos se aplicó un ANOVA de 1 vía.

El nivel de significación se estableció en el 5% y se emplearon los programas BMDP (Biomedical Statistical Package, 1992).

### 3. RESULTADOS

No existieron diferencias significativas en la ingesta alimentaria (tablas I y II), en la evolución ponderal (tablas III y IV) ni en el coeficiente de eficacia alimentaria (tablas V y VI) debidas al consumo de los tres tipos de aceites, al mayor o menor número de frituras ni al grado de alteración. Durante el período experimental la ingesta alimentaria y el peso de los animales aumentó en todos los grupos, mientras que la eficacia alimentaria disminuyó.

El peso del hígado en los animales que tomaron los aceites fritos, tuvo un valor ligeramente más alto que en los que ingirieron el aceite correspondiente sin usar, aunque las diferencias no fueron significativas (tablas VII y VIII). Esa misma tónica se apreció en el índice hepatosomático (tablas VII y VIII), pero sólo aparecieron diferencias significativas entre los grupos de la oleína de palma cruda y frita (tabla VIII).

### 4. DISCUSIÓN

Los resultados de nuestros ensayos concuerdan con aquéllos que no manifiestan efectos deletéreos macroscópicos por el consumo de grasas empleadas en fritura, dado que el número de frituras y los compuestos polares desarrollados no sobrepasaron el nivel que la legislación vigente permite (Ministerio de Relaciones con las Cortes y de Secretaría del Gobierno, 1989) y, además, la concentración lipídica de la dieta fue adecuada para los animales; de ahí que a lo largo del período experimental no aparecieran diferencias en el alimento consumido por los animales, ni en la evolución ponderal (tablas I, II, III y IV), independientemente de que la grasa de su dieta fuera cruda o frita, ni siquiera en el caso del aceite de girasol, señalado como más vulnerable por su mayor insaturación, lo que coincidiría con los resultados de distintos autores que describe Causeret (1982), en los que alimentando a ratas durante 28 días, como en estos ensayos, con aceite de girasol calentado a una temperatura muy superior, tampoco observaron efectos negativos sobre el crecimiento al incluirlos al 10% en la dieta, que sí se pusieron de manifiesto al doblar la dosis. Por su parte, tampoco fue determinante de ningún cambio que el aceite de oliva frito procediera de 48 ó 69 frituras. Todo ello parece lógico si se considera que los compuestos señalados como más nocivos son los monómeros cíclicos y los dímeros polares (Márquez-Ruiz y col., 1990). Los primeros se producen en ausencia de oxígeno y por

tanto no tienen mucha entidad en la fritura, y los dímeros polares aunque se incrementaron tras el proceso, debieron estar en escasísimas cantidades en las dietas, por lo que su ingesta hubo de ser mínima. Era, pues, razonable la ausencia de efectos detrimentales sobre el crecimiento y la evolución ponderal de los aceites de oliva, girasol u oleína de palma procedentes de fritura, ya que ninguno de estos aceites contenía cantidades importantes de ácido linolénico, descrito como precursor principal de compuestos nocivos, y aunque estos productos se forman también a partir del linoleico, parecen resultar menos tóxicos (Causeret, 1982, Sebedio y col., 1990).

Nuestros resultados de estabilidad en la ingesta y la evolución ponderal de los animales que consumen las grasas empleadas en fritura ponen de manifiesto la importancia de las condiciones metodológicas en los distintos estudios llevados a cabo sobre este tipo de grasas, ya que discrepan con los obtenidos por Rodríguez y col. (1984) y Cuesta y col. (1993b), quienes señalan disminuciones ponderales tras el consumo de aceites de oliva y girasol fritos, pero utilizando dietas con un contenido de grasa, 15%, muy superior al empleado en estos ensayos, y, además, en algunos casos los aceites que utilizaban procedían de mayor número de frituras y bajo otra modalidad.

La estabilidad de la ingesta encontrada con el aceite de palma, crudo y frito (tabla II), contradice, en cierto modo, las observaciones de Edionwe y Kies (1993) en las que señalaron mayor aceptabilidad por los consumidores de alimentos fritos en aceite de palma frente a los mismos fritos en aceites más insaturados; si bien la discrepancia debe tomarse con reservas ya que dichos autores trabajaron con palma-estearina y palma-oleína frente a soja y, además, los resultados del presente trabajo se refieren a ingesta de animales. Tampoco existieron diferencias en la evolución ponderal de los animales que tomaron la oleína de palma usada o no en las frituras (tabla IV), lo que coincide con los resultados de Alharbi y Alkahtani (1993) utilizando aceite de palma descartado en restaurantes y locales de comidas rápidas, cuyo contenido en compuestos polares era levemente superior, 26.7%, al de estos trabajos.

En concordancia con la estabilidad descrita en la ingesta y evolución ponderal de los animales a lo largo de los ensayos, los coeficientes de eficacia alimentaria tampoco variaron entre los distintos grupos (tablas V y VI), lo que demuestra que los aceites fritos, ya sea oliva, girasol u oleína de palma permiten utilizar el alimento con un rendimiento similar a los crudos.

Tabla I  
Ingesta de los animales alimentados con aceite de oliva o girasol (g/día)

Grupos	Días 1-7	Días 7-14	Días 14-21	Días 21-28	r
Oliva crudo	8.72±0.24	12.42±0.14	15.45±0.42	16.00±0.67	0.8797
Oliva frito (48F)	8.82±0.29	12.63±0.27	15.61±0.42	17.29±0.81	0.8946
Oliva frito (69F)	9.25±0.20	12.73±0.42	15.13±0.59	16.63±0.90	0.8314
Girasol crudo	8.30±0.16	12.13±0.30	14.76±0.46	16.01±0.72	0.8848
Girasol frito (48F)	8.76±0.30	12.30±0.22	14.91±0.35	17.19±0.61	0.9295

Valores medios de 10 animales ± error estándar.

No aparecieron diferencias significativas entre grupos (ANOVA de los coeficientes de regresión).

Tabla II  
Ingesta de los animales alimentados con oleína de palma (g/día)

Grupos	Días 1-7	Días 7-14	Días 14-21	Días 21-28	r
Oliva crudo	9.01±0.26	11.86±0.93	13.81±0.82	13.94±0.69	0.6370
Palma crudo	8.39±0.39	12.36±0.58	14.41±0.36	14.89±0.44	0.8421
Palma frito (80F)	8.42±0.17	12.07±0.52	13.89±0.54	14.84±0.34	0.8540

Valores medios de 10 animales ± error estándar.

No aparecieron diferencias significativas entre grupos (ANOVA de los coeficientes de regresión).

Tabla III  
Evolución ponderal de los animales alimentados con aceite de oliva o girasol (g)

Grupos	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	r
Oliva crudo	40.21±0.34	61.76±2.30	95.96±2.25	134.72±3.38	170.58±6.56	0.9587
Oliva frito (48F)	40.11±0.36	63.96±1.67	98.08±2.79	135.67±4.15	174.70±8.48	0.9399
Oliva frito (69F)	40.16±0.40	63.60±1.18	97.08±3.05	132.05±4.12	171.18±7.81	0.9423
Girasol crudo	40.13±0.43	64.04±1.00	96.48±2.76	131.89±4.85	170.38±7.81	0.9387
Girasol frito (48F)	40.15±0.37	63.03±1.53	97.37±2.38	134.99±3.54	172.88±6.45	0.9607

Valores medios de 10 animales ± error estándar.

No aparecieron diferencias significativas entre grupos (ANOVA de los coeficientes de regresión).

Tabla IV  
Evolución ponderal de los animales alimentados con oleína de palma (g)

Grupos	Día 1	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	r
Oliva crudo	40.19±0.38	64.85±1.43	95.58±3.98	125.52±6.39	152.77±6.88	0.9046
Palma crudo	40.26±0.29	62.75±1.57	95.00±4.40	128.27±3.21	157.73±4.60	0.9601
Palma frito (80F)	40.21±0.37	60.29±1.74	91.48±3.57	116.83±4.43	148.34±4.66	0.9431

Valores medios de 10 animales ± error estándar.

No aparecieron diferencias significativas entre grupos (ANOVA de los coeficientes de regresión). Influencia del tiempo  $p < 0.001$ .

Tabla V  
Coeficiente de eficacia alimentaria de los animales alimentados con aceite de oliva o girasol

Grupos	Días 1-7	Días 7-14	Días 14-21	Días 21-28
Oliva crudo	0.37±0.04	0.42±0.02	0.38±0.02	0.33±0.02
Oliva frito (48F)	0.41±0.02	0.41±0.01	0.37±0.01	0.34±0.03
Oliva frito (69F)	0.39±0.02	0.40±0.02	0.35±0.02	0.35±0.02
Girasol crudo	0.44±0.01	0.42±0.02	0.39±0.01	0.36±0.02
Girasol frito (48F)	0.44±0.01	0.42±0.01	0.38±0.01	0.33±0.02

Valores medios de 10 animales ± error estándar.

No aparecieron diferencias significativas entre grupos, influencia del tiempo  $p < 0.001$  (ANOVA de medidas repetidas).

Tabla VI  
Coeficiente de eficacia alimentaria de los animales alimentados con oleína de palma

Grupos	Días 1-7	Días 7-14	Días 14-21	Días 21-28
Oliva crudo	0.41±0.01	0.39±0.02	0.32±0.02	0.24±0.02
Palma crudo	0.41±0.03	0.41±0.02	0.35±0.02	0.24±0.03
Palma frito (80F)	0.36±0.03	0.39±0.02	0.27±0.03	0.26±0.03

Valores medios de 10 animales ± error estándar.

No aparecieron diferencias significativas entre grupos (ANOVA de medidas repetidas). Influencia del tiempo  $p < 0.001$ .

A medida que transcurrió el tiempo, y sin diferencias significativas entre grupos, se observó una evolución negativa de la eficacia alimentaria, que sin duda debe relacionarse con el más intenso crecimiento que se produce en los estadios más tempranos

de la vida. De hecho, es bien conocido que la utilización de otros nutrientes como proteína, calcio, zinc, etc., es mucho más eficaz en ratas después del nacimiento que en las más maduras o que en las adultas (Flynn y Brennan, 1991).

La hipertrofia hepática, que se acompaña con cambios en los lípidos del hígado y, en ocasiones, con esteatosis (Potteau y Grandgirard, 1974), ha sido descrita también bajo el consumo de otros aceites calentados (Billek, 1980). Sin embargo, no se evidenció significativamente en nuestros ensayos, bien es cierto que todos los pesos de los hígados en los animales que tomaron los aceites fritos tuvieron valores más altos que los de los que ingirieron el aceite correspondiente sin usar (tablas VII y VIII), lo que en el caso de la oleína de palma frita coincidiría con los resultados de Alharbi y Alkahtani (1993) que observaron un incremento en el peso hepático de los animales. Esa misma tónica se apreció en el índice hepatosomático, pero sólo en el caso de la oleína de palma cruda y frita las diferencias, aunque pequeñas, resultaron significativas. Por el contrario, en el caso del girasol los cambios fueron menores que los que López-Varela y col. (1995) describen alimentando a ratas con dietas más ricas en grasa.

Todo ello parece ser indicativo de que el consumo de aceites de fritura, en las condiciones ensayadas, no implica la ingestión excesiva de compuestos de alteración, por lo que no se evidencia daño hepático, alteración del consumo alimentario, de la utilización de la dieta ni del crecimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha financiado con el proyecto de la CICYT ALI 92-0289-C02-02 y una Beca Predoctoral para Formación de Personal Investigador de la Universidad Complutense de Madrid.

Tabla VII  
Peso de los hígados e Índice hepatosomático de los animales alimentados con aceites de oliva o girasol

Grupos	Peso (g)	Índice hepatosomático (%)
Oliva crudo	8.23±0.94	4.71±0.38
Oliva frito (48F)	8.76±0.95	4.89±0.31
Oliva frito (69F)	8.64±0.77	4.98±0.27
Girasol crudo	7.86±0.80	4.52±0.26
Girasol frito (48F)	8.14±0.74	4.64±0.27

No aparecieron diferencias significativas entre grupos (ANOVA 1 vía).

Tabla VIII  
Peso de los hígados e Índice hepatosomático de los animales alimentados con oleína de palma

Grupos	Peso (g)	Índice hepatosomático (%)
Oliva crudo	5.27±0.27	3.45±0.07 <sup>ab</sup>
Palma crudo	5.24±0.16	3.32±0.06 <sup>a</sup>
Palma frito	5.37±0.16	3.63±0.06 <sup>b</sup>
ANOVA grupo	N.S.	p=0.002

Letras distintas indican diferencias significativas entre grupos p<0.05.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alharbi, M. M. y Alkahtani, H. A. (1993).—«Chemical and biological evaluation of discarded frying palm oil from commercial restaurants».—*Food Chemistry* **48**, 395-401.
- Billek, G. (1980).—«Heated oil-chemistry and nutritional aspects» en «Lipids and lipoproteins».—*Nutrition Metabolism* **24** (suppl. 1), 200-210.
- Billek, G. (1985).—«Heated fats in diet» en «The role of fats in human nutrition» p. 163-172.—Padley, F. B., Podmore, J. (Eds.) (in collaboration with Brun, J. P., Burt, R., Nicols, B. W.), Ellis Horwood, Chichester, (England).
- BMDP (1992) BMDP Statistical Software. Univ. California Press, Berkeley, CA, USA.
- Causeret, J., Potteau, B. y Grandgirard, A. (1978).—«Contribution a l'etude des effets physiopathologiques de l'ingestion d'huiles chauffées chez le rat».—*Annals of Nutrition Alimentation* **50**, 483-497.
- Causeret, J. (1982).—«Chauffage des corps gras et risques de toxicité».—*Cahiers de Nutrition et de Dietetique* **17**, 19-33.
- Clark, W. L. y Serbia, G. W. (1991).—«Safety aspects of frying fats and oils».—*Food Technology* **45**, 84-89.
- Crampton, E. W., Common, R. H., Farmer, F. A., Wells, A. F. y Crawford, D. (1953).—«Studies to determine the nature of the damage to the nutritive value of some vegetable oil from heat treatment III. The segregation of toxic and nontoxic material from the esters of heat-polymerized linseed oil by distillation and by urea adduct formation».—*Journal of Nutrition* **49**, 333-346.
- Cuesta, C., Sánchez-Muniz, F. J., Garrido-Polonio, M. C., López-Varela, S. y Arroyo, R. (1993a).—«Thermoxidative and hydrolytic changes in sunflower oil used in fryings with a fast turnover of fresh oil».—*Journal of the American Oil Chemists' Society* **70**, 1069-1073.
- Cuesta, C., Sánchez-Muniz, F. J., López-Varela, S., Garrido-Polonio, M. C. y García-Diz, L. (1993b).—«Alteración termoxidativa en un aceite de girasol utilizado en 75 frituras de patatas. Efectos de su inclusión en die-

- tas sobre crecimiento e ingesta en ratas».—*Grasas y Aceites* **44**, 263-269.
- Dobarganes, M. C., Pérez-Camino, M. C. y Márquez-Ruiz, G. (1988).—«High performance size exclusion chromatography of polar compounds in heated and non-heated fats».—*Fat Science Technology* **8**, 308-311.
- Edionwe, A. O. y Kies, C. (1993).—«Palm oil and soybean oil as fry fats: sensory acceptability of a deep-fat fried Nigerian snack food».—*Plant Foods for human Nutrition* **44**, 105-110.
- Firestone, D., Stier, R. y Blumenthal, M. (1991).—«Regulation of frying fats and oils».—*Food Technology* **45**, 90-94.
- Flynn, A. y Brennan, M. M. (1991).—«Ontogeny of iron and zinc absorption in the rat» en «Trace Elements in Man and Animals», 19.10. TEMA 7. B. Momcilovic (Ed).—Institute for Medical Research and Occupational Health University of Zagreb.
- Gutiérrez González-Quijano, R. y Dobarganes, M. C. (1988).—«Analytical procedures for the evaluation of used frying fats» en «Frying of Food. Principles, Changes, New Approaches». p. 151.—G. Varela, A. E. Bender, I. A. Morton (Eds).—Ellis Horwood, Chichester (England).
- Hsieh, A. y Perkins, E. G. (1976).—«Nutrition and metabolic studies of methyl esters of dimeric fatty acids in the rat».—*Lipids* **11**, 763-768.
- Hsieh, A. y Perkins, E. G. (1977).—«Nutritional and metabolic studies of methyl esters of dimeric fatty acids in the rat».—*Revue Française des Corps Grass* **24**, 19-25.
- Izaki, Y., Yoshikama, S. y Vchiyama, M. (1984).—«Effect of ingestion of thermally oxidized frying oil on peroxidative criteria in rats».—*Lipids* **19**, 324-331.
- Johnson, O. C., Perkins, E. G., Sugai, M. y Kummerow, F. A. (1957).—«Studies on the nutritional and physiological effects of thermally oxidized oils».—*Journal of the American Oil Chemists' Society* **34**, 594-597.
- Keane, K. W., Jacobson, G. A. y Kriger, C. H. (1959).—«Biological and chemical studies on commercial frying oils».—*Journal of Nutrition* **68**, 57-74.
- Lang, K. (1973).—«Die physiologischen wirkungen erhitzter fette, insbesondere der frittierf ette».—*Fette Seifen Anstrichmitte* **75**, 73-76.
- Lanteaume, M. T., Ramel, P., LeClerc, A. M. y Rannaud, J. (1966).—«Influence de la friture et du chauffage sur les effets physiologiques d'une huile tres riche en acide linoléique. Huile de pépins de raisin».—*Revue Française des Corps Grass* **13**, 603-613.
- Lanteaume, M. T., Ramel, P., Acker, P., Le Clerc, A. M. y Wirth, C. (1968).—«Physiological effects on the dog of a heat degraded very unsaturated oil».—*Revue Française des Corps Grass* **15**, 71-79.
- López-Varela, S., Sánchez-Muniz, F. J. y Cuesta, C. (1995).—«Decreased food efficiency ratio, growth retardation and changes in liver fatty acid composition in rats consuming thermally oxidized and polymerized sunflower oil used for frying».—*Food Chemist and Toxicology* **33**, 181-189.
- Márquez-Ruiz, G., Pérez-Camino, M. C. y Dobarganes, M. C. (1990).—«Evaluación nutricional de grasas termooxidadas y de fritura».—*Grasas y Aceites* **41**, 432-439.
- Ministerio de Relaciones con las Cortes y Secretaría del Gobierno. Orden del 26 de Enero de 1989 (B.O.E. n.º 26 de 31 de Enero de 1989). Aceites y Grasas. Normas de calidad para los aceites calentados.
- Monferrer, A. y Villalta, J. (1993).—«La fritura desde un punto de vista práctico (I)».—*Alimentación, Equipos y Tecnología* Abril, 87-90.
- National Research Council (1978).—«Requeriments of laboratory animals».—3rd. edition.—National Academy of Sciences, Washington D.C.
- Nolen, G. A., Alexander, J. C. y Artman, N. R. (1967).—«Long-term rat feeding study with used frying fats».—*Journal of Nutrition* **93**, 337-348.
- Perkins, E. G. y Iwaoka, W. T. (1973).—«Purification of cyclic fatty acid esters: a GC-MS study».—*Journal of the American Oil Chemists' Society* **50**, 44-49.
- Permanyer, J. J., Boatella, J. y De la Torre, M. C. (1985).—«Modificaciones químicas de los aceites calentados».—*Grasas y Aceites* **36**, 217-222.
- Potteau, B. y Grandgirard, A. (1974).—«Effects toxiques d'une intubation unique de différentes fractions préparées a partir d'huiles chauffées chez le jeune rat».—*Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* **14**, 855-859.
- Potteau, B., Lhuissier, M., Leclerc, J., Custot, F., Mezonnet, R. y Cluzan, R. (1977).—«Reserches recents sur les effets physiopathologiques d'huiles vegetales chauffées».—*Bibliotheca Nutritio et Dieta* **25**, 122-133.
- Ramel, P., Lanteaume, M. T., Le Clerc, A. M., Rannaud, J. y Morel, L. (1965).—«La valeur nutritionnelle de l'huile de pépins de raisin, influence de la friture, effects physiologiques».—*Revue Francaise des Corps Grass* **12**, 517-523.
- Rodríguez, A. Cuesta, C., Sánchez-Muniz, F. J. y Varela, G. (1984).—«Estudio de las alteraciones en grasas producidas por frituras e incidencia de su administración sobre el peso e ingesta».—*Grasas y Aceites* **35**, 22-28.
- Romero, A., Sánchez-Muniz, F. J. y Cuesta, C. (1995).—«High-Performance size exclusion chromatographic studies on a high oleic sunflower oil during potato frying».—*Journal of the American Oil Chemists' Society* **72**, 1513-1517.
- Sánchez-Muniz, F. J., Viejo, J. M. y Medina, R. (1991a).—«Consideraciones sobre el consumo de pescado azul y riesgo cardiovascular con especial referencia a la composición en ácidos grasos de las familias n-9, n-6 y n-3».—*Nutrición Clínica* **11**, 30-40.
- Sánchez-Muniz, F. J., Cuesta, C. y Garrido-Polonio, C. (1993).—«Sunflower oil used for frying: Combination of column gas and high performance size exclusion chromatography for its evaluation».—*Journal of the American Oil Chemists' Society* **70**, 235-240.
- Sánchez-Muniz, F. J., Cuesta, C. y Garrido-Polonio, M. C. (1994).—«Evaluation of a sunflower oil for frying by different analytical indexes and column and gas chromatography».—*Z. Ernährungswis* **33**, 16-23.
- Sebedio, J. L., Bonpunt, A., Grandgirard, A. y Prevost, J. (1990).—«Deep fat frying of frozen prefried french fries: Influence of the amount of linolenic acid in the frying medium».—*Journal of Agricultural Food Chemistry* **38**, 1862-1867.
- Walking, A. E. y Wessels, H. (1981).—«Chromatographic separation of polar and non polar components of frying fats».—*Journal of the Association of Official Analytical Chemists* **64**, 1329-1330.
- Wilson, R., Doell, B. H., Groger, W., Hope, J. y Gellatly, J. B. M. (1970).—«The physiology of liver enlargement» en «Metabolic aspects of food safety» 363.—Roe, F. J. C. (Ed), Academic Press, New York.

Recibido: Octubre 1997  
Aceptado: Diciembre 1997