

Original

Composición grasa de diversos alimentos servidos en establecimientos de “comida rápida”

E. Barrado*, M. T. Mayo*, A. Tesedo**, H. Romero** y F. de la Rosa*

*Departamento de Química Analítica. Facultad de Ciencias. Universidad de Valladolid. **Departamento de Nutrición y Dietética. Hospital Clínico Universitario. Valladolid. España.

Resumen

Se determina el porcentaje de grasa, de diversos alimentos servidos en establecimientos de los denominados genéricamente de comida rápida (“fast food”) o “hamburgueserías”. Dicho porcentaje es muy variable, con un promedio del $35,83 \pm 10,68\%$ en hamburguesas de vacuno, $35,84 \pm 8,66\%$ en patatas fritas, el $23,02 \pm 5,07\%$ en hamburguesas de pollo y el $34,02 \pm 13,49\%$ en los denominados “perritos calientes”. La composición lipídica está formada en su mayoría por ácidos grasos saturados (28 a 52% relativo al total de grasa y monoinsaturados (46-48%), mientras que la proporción de los ácidos grasos poliinsaturados tiene valores más dispares, oscilando desde el 6,9% en hamburguesas de vacuno al 25,1% en las patatas fritas. Cuando se tratan los resultados de los porcentajes relativos de los ácidos grasos contenidos en las distintas muestras mediante técnicas estadísticas apropiadas, se comprueba que se generan una serie de agrupaciones en función del tipo de alimento de que se trate y en algunos casos por lugar de origen, lo que puede ser interesante en caso de problemas relacionados con la salud. En algún caso se han detectado porcentajes ligeramente altos de ácidos grasos trans, respecto a lo recomendado. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad urgente de que la legislación obligue a especificar el tipo de grasa exacta utilizada en la elaboración de estos alimentos, así como un mayor control por parte de las administraciones.

(Nutr Hosp. 2008;23:148-158)

Palabras clave: Ácidos grasos. Comida rápida. Hamburguesas. Patatas fritas. Perritos calientes. Análisis multivariante.

Introducción

Desde hace algunos años, los temas dietético-nutricionales están en primera línea de actualidad, tanto en ámbito científico, al constituir una de las grandes líneas

Correspondencia: Enrique Barrado.
Departamento de Química Analítica.
Facultad de Ciencias. Universidad de Valladolid.
47005 Valladolid.
E-mail: ebarrado@qa.uva.es

Recibido: 12-X-2007.
Aceptado: 17-01-2008.

FAT COMPOSITION OF SEVERAL “FAST FOOD”

Abstract

The percentage of fat of a variety of foods served in fast food establishments has been determined. This percentage is very variable, with mean contents of total fat of $35.83 \pm 10.68\%$ in beef hamburgers, $35.84 \pm 8.66\%$ in chips, $23.02 \pm 5.07\%$ in chicken hamburgers and $34.02 \pm 13.49\%$ in “hot dogs”. The lipidic composition is mainly formed by saturated fatty acids (28-52% of total fat) and monounsaturated (46-48%), whereas the proportion of polyunsaturated fatty acids showed more variable values, ranging from 6.9% in beef hamburgers to 25.1% in chips. Statistical treatment of the results of relative percentage of fatty acids by multivariate methods revealed clusters of samples grouped as a function of the type of food and in some instances of its source, which can be interesting in case of healthy problems. Percentages of trans fatty acids slightly higher than the maximum recommended values have been detected in some cases. These results show the urgent need of modifying the laws to force fast food establishments to specify the type and amounts of fat used in the processing of these foods, as well as a greater control from the local administrations.

(Nutr Hosp. 2008;23:148-158)

Key words: Fat. Fatty acids. Fast food. Hamburguers. Chips. Hot dog. Multivariate analysis.

de investigación, como en el campo de la medicina preventiva, clínica y terapéutica. En las últimas décadas se han producido cambios sustanciales en los hábitos alimenticios de la población, debido a diversos factores como pueden ser el ritmo vida, la incorporación de la mujer al ámbito laboral y la influencia de los medios de comunicación y publicitarios¹.

Todo ello ha contribuido al aumento y generalización de consumo de alimentos que se venden o bien ya preparados, precocinados, o semielaborados, o la alimentación directamente en el tipo de establecimientos de los denominamos de “comida rápida”. También

contribuye a ello el hecho de que se trata de alimentos sabrosos y que tienen un aspecto que corresponde con el gusto del consumidor²⁻³.

Sin embargo, este tipo de comida aporta, en una gran cantidad de casos, tantas calorías que una sola comida sustituiría a todas las de una alimentación sana. Además, algunos de los de mayor consumo entre los jóvenes, como las patatas fritas, hamburguesas, “perritos calientes”, pueden estar elaborados con grasas que nos inducen a pensar que no son las habituales, ya que a pesar de ser vegetal contiene unos niveles elevados de ácidos grasos saturados⁴, o también con grasas vegetales parcialmente hidrogenadas⁵.

Por todo ello, es importante controlar este tipo de productos de consumo cada vez mayor y alertar, en su caso, a la población sobre los posibles riesgos de su abuso. En un trabajo previo⁶ ya encontramos algunos datos alarmantes sobre el contenido en grasa de algunos de estos alimentos, por lo que en éste se realiza un análisis más exhaustivo del contenido en grasa y la composición de la misma en diversos productos de establecimientos conocidos genéricamente como “hamburgueserías” y se lleva a cabo un estudio estadístico comparativo con los resultados obtenidos.

Experimental

Reactivos

- Diclorometano para análisis (Merck ACS, ISO); Trifloruro de boro, 20% in metanol (Prolabo, para síntesis); N-Hexano 95%, M & B (May & Baker, grado HPLC); Éter de petróleo (PANREAC), NaCl y NaOH (Merck).

- Disolución de cloroformo/metanol 2:1 v/v, con antioxidante. Preparada con Triclorometano (cloroformo) estabilizado con etanol (0,5%) (Panreac ACS-ISO), Metanol (Panreac, HPLC grade) y antioxidante 2,6-Di-ter-Butil-4-Metilfenol (BHT) (Panreac).

- Disolución cloroformo/metanol/agua desionizada.

- Disolución de cloruro de magnesio al 0,017%, preparada con MgCl₂·6H₂O (Panreac, PA).

- Supelco Fatty Acid Methyl Ester Mix Standards 189-19, 7-7123 and 4-7118.

Equipo

- Cromatógrafo Agilent Technologies 6890N Network GC System equipado con: Inyector automático en modo split, mantenido a 220 °C durante todo el análisis, con presión controlada automáticamente. Columna capilar modelo Varian CP8822 260 °C máx. de 30 x 250 µm x 0,25 µm nominal, con recubrimiento interno de fase enlazada VF 23MS. Alojada en un horno al que se programó según se indica: 1 min a 50 °C, rampa de 5 °C/min hasta 225 °C, manteniéndose

Tabla I
Muestras analizadas y números asignados a cada una

Establecimiento	Muestra	Número
HG1	Hamburguesa	1
	Patatas fritas	2
	“Perrito caliente”	3
SP1	Hamburguesa	4
	Patatas fritas	5
	“Perrito caliente”	6
KB1	Hamburguesa	7
	Patatas fritas	8
	Hamburguesa de pollo	9
KB2	Hamburguesa	10
	Patatas fritas	11
	Hamburguesa de pollo	12
GG1	Hamburguesa	13
	Patatas fritas	14
	“Perrito caliente”	15
DM1	Hamburguesa	16
	Patatas fritas	17
	Hamburguesa de pollo	18
DM2	Hamburguesa	19
	Patatas fritas	20
	Hamburguesa de pollo	21
DM3	Hamburguesa	22
	Patatas fritas	23
	Hamburguesa de pollo	24
DM4	Hamburguesa	25
	Patatas fritas	26
	Hamburguesa de pollo	27
HT1	Hamburguesa	28
	Patatas fritas	29
	“Perrito caliente”	30

constate durante 15 min. Gas portador: N₂, con un flujo de 11,25 ml/min. Detector de Ionización de llama (FID) con los siguientes flujos: O₂: 450 ml/min, H₂: 40 ml/min. Registro informático Windows 2000 profesional (Agilent Technologies).

Muestras

Para realizar este trabajo se han seleccionado una serie de muestras recogidas en varios establecimientos denominados genéricamente “hamburgueserías”. Las muestras han sido recogidas tal y como llegan al consumidor, ya que la adquisición se realiza como un cliente más. En el caso de las hamburguesas se solicitan sin salsas o cualquier otro producto añadido (también en el caso de los perritos) y sin materias vegetales. A continuación se separa la materia cárnica, que se almacena para su transporte al laboratorio en un recipiente apropiado y en otro del mismo tipo se guardaba el pan. Una vez llegados al laboratorio se congelan a -20 °C hasta el momento de su pesada y análisis.

Tabla II
Porcentaje relativo de grasa en materia seca

<i>Hamburguesas vacuno</i>		<i>Patatas fritas</i>		<i>Hamburguesa de pollo</i>		<i>Perritos calientes</i>	
<i>Nº</i>	<i>% Grasa</i>	<i>Nº</i>	<i>% Grasa</i>	<i>Nº</i>	<i>% Grasa</i>	<i>Nº</i>	<i>% Grasa</i>
1	21,45	2	20,42			3	15,37
4	21,23	5	27,04			6	39,78
7	48,94	8	31,04	9	29,97		
10	51,60	11	34,30	12	28,38		
13	28,38	14	39,79			15	46,87
16	36,36	17	43,89	18	18,73		
19	45,55	20	43,77	21	18,67		
22	35,61	23	37,88	24	19,29		
25	38,63	26	48,79	27	23,08		
28	30,52	29	31,43			30	34,05
Promedio	35,83		35,84		23,02		34,02
D. típica	10,68		8,66		5,07		13,49

Las muestras se tomaron por triplicado en diferentes días y se analizan también por triplicado, como se explica en el apartado siguiente. Tanto el muestreo como el análisis se realizaron de modo aleatorio, para impedir la introducción de errores sistemáticos. Dado que este tipo de muestreo no permite identificar las muestras por su nombre comercial, vamos a asignar a cada una de ellas un número, tal y como se observa en la tabla I.

Procedimientos

Tanto por ciento de grasa

El porcentaje de grasa se determinó por el método Soxhlet. Se toma la cantidad correspondiente en un cartucho de papel desengrasado y se introduce en la estufa durante 4 horas y 30 minutos. Posteriormente se realiza la extracción con éter de petróleo durante aproximadamente 4 horas. Una vez frío se destila el éter y por diferencia de pesada del matraz se obtiene el % de grasa.

Extracción de los ácidos grasos

MÉTODO DE FOLCH

Para la extracción de los ácidos grasos se siguió el método de Folch y cols.⁷, que consiste en tratar las muestras con cloroformo, metanol y agua desionizada, obteniendo un extracto lipídico libre de sustancias como aminoácidos, sustancias no lipídicas o carbohi-

dratos solubles en agua. De cada una de las muestras se realizaron tres análisis, para lo que se tomaron en cada caso 0,5 g de las mismas, que se llevaron a tubos de ensayo, a los que se añadieron 10,0 ml de la disolución de la cloroformo/metanol 2:1 v/v. Se cierran los tubos herméticamente, se agita hasta conseguir una sola fase y se mantienen en el frigorífico durante 20 minutos a 4-5 °C. Transcurrido este tiempo se filtran, utilizando papel desengrasado, a tubos de similares características que los anteriores, a los que se les añadirán 2,0 ml de la disolución de MgCl₂ al 0,017%. Se agitan mediante burbujeo de N₂ y se centrifugan a 4.500 rpm durante 5 minutos, pudiéndose observar dos fases, la superior que contiene las sustancias no lipídicas y una fase inferior que contiene los diferentes lípidos. Las fases superiores son desechadas, lavando las fases inferiores resultantes con 10,0 ml de disolución de cloroformo/metanol/agua 5:48:47. Esta operación se realiza por duplicado. Las fases inferiores resultantes se mezclan y se transvasan a matraces de 250 ml de fondo redondo. Se desecan en Rotovapor a vacío y 40 °C.

OBTENCIÓN DE LOS ÉSTERES METÁLICOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS

Al residuo resultante de la operación anterior se le añaden 5,0 ml de cloroformo. Posteriormente se toma 1,0 ml del líquido, que se lleva a en un tubo de ensayo de tapón de teflón, al que también se añade 2,0 ml de trifloruro de boro-metanol y 1,0 ml de diclorometano. Se cierra herméticamente y se deja estar durante 1 hora en una estufa a 100 °C, obteniéndose así los esteres metílicos correspondientes a los ácidos grasos presen-

Tabla III
Peso de los diversos componentes de los alimentos analizados (g)

Muestra	Pan H	Hamburguesa	Pan HP	H. Pollo	Pan PC	Perrito caliente	Patatas
DM	50,98	28,75	55,30	76,78			110,46
KB	60,62	41,33	74,51	86,54			120,20
HG	42,69	75,65			46,19	71,49	163,43
HT	89,93	74,97			58,37	45,24	130,98
SP	110,98	92,53			65,45	90,25	420,82
GG	190,98	197,04			98,74	142,28	254,10

tes. Un vez enfriados los tubos, se abren y se les añade 1,5 ml de agua desionizada y 3,0 ml de hexano, obteniéndose dos fases. Se recoge la fase superior, volviendo a tratar la inferior de la misma manera. Se unen las dos fases superiores obtenidas y la muestra ya queda preparada para ser analizada en el cromatógrafo, en las condiciones descritas en el apartado 2.2.

Método del sodio metilato

Los resultados del método seguido se han validado frente a los obtenidos con el sodio metilato. Para ello, se pesan aproximadamente 0,3 g de la grasa extraída por el método de Soxhlet en un matraz de fondo redondo y se coloca en la manta calefactora. A continuación se añaden 6 ml de sodio metilato. Se coloca el refrigerante en el matraz y se calienta hasta la ebullición, manteniendo ésta hasta conseguir una sola fase (15 min). Se interrumpe la calefacción, se deja enfriar y se añaden 5 ml de la disolución de trifloruro de boro en metanol. Se vuelve a calentar durante 10 minutos. Se deja enfriar y se extraen los ésteres formados. La disolución contenida en el matraz se pasa a otro aforado de 50 ml de cuello estrecho y largo, enjuagando el primero con unos ml de hexano para evitar pérdidas de la muestra. A continuación se añade la disolución de NaCl saturada en cantidad suficiente para situar la capa de

hexano en el cuello del matraz. Este extracto de hexano, que contiene los ésteres metílicos, debe estar limpio y transparente.

Resultados y discusión

Contenido en grasa

En la tabla II se ha recogido el porcentaje relativo de grasa referido a materia seca, obtenido por el método Soxhlet antes citado, en cada una de las muestras tratadas. Como puede observarse hay una gran heterogeneidad en los resultados. En las hamburguesas de vacuno el valor del porcentaje promedio de grasa es del 35,83% (desviación típica de 10,68%), con valores mínimos y máximos de 21,23% y 51,60%. En las hamburguesas de pollo, los valores son respectivamente 23,02% (d. típ. = 5,07%) con mínimos y máximos de 8,67 y 29,97%. Las patatas fritas analizadas tienen un promedio de grasa del 35,84% (d. típ. = 8,66%), con valores extremos de 20,42 y 48,79%. Finalmente, los perritos calientes presentan una media y desviación típica de 34,02% y 13,49% con valores extremos de 15,37 y 46,87%. Nótese, en todo caso, el diferente número de muestras analizadas de cada uno de los diferentes productos.

En la tabla III se muestran los valores promedios del peso en gramos del pan de las hamburguesas (vacunas

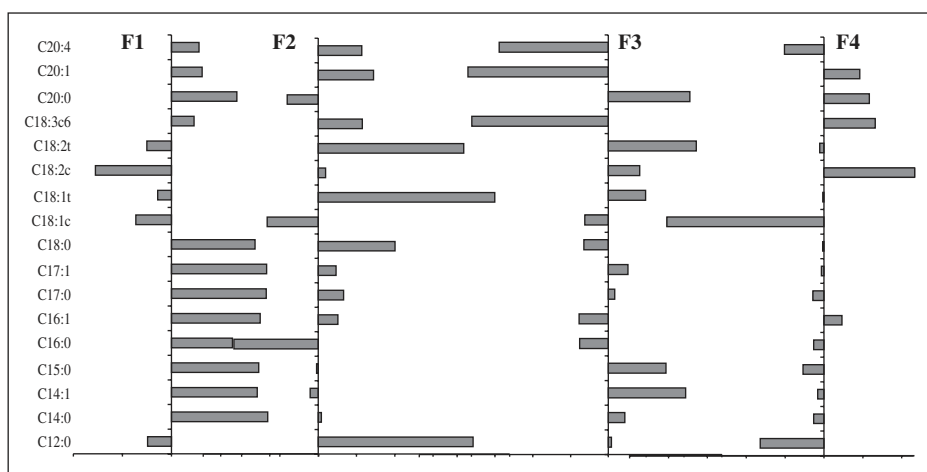


Fig. 1.—Contribución de los diferentes ácidos grasos a los nuevos factores del ACP.

Tabla IV
Porcentaje relativo de los principales ácidos grasos en las diferentes muestras analizadas

Muestra/AG	C12:0	C14:0	C14:1	C15:0	C15:1	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1c	C18:1t	C18:2c	C18:2t	C18:3c9	C18:3c8	C20:0	C20:1	C20:4
Hamburguesas de vacuno																			
1	0,1	2,9	0,5	0,2	0,0	27,4	3,0	0,8	0,5	13,1	39,3	1,8	8,9	0,1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,1
4	0,1	1,7	0,0	0,0	0,0	28,3	2,8	0,4	0,4	10,1	39,4	2,7	12,7	0,0	0,0	0,8	0,0	0,4	0,0
7	0,1	4,3	1,4	0,6	0,2	32,4	5,0	1,1	0,8	14,3	35,9	1,4	2,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1	0,1
10	0,0	3,6	1,1	0,6	0,0	28,8	4,1	1,0	0,7	13,7	38,7	1,1	5,9	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,1
13	0,1	2,3	0,1	0,1	0,0	28,4	2,5	0,5	0,3	13,9	38,4	2,0	10,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0
16	0,0	4,2	1,5	0,4	0,1	33,6	5,9	0,9	0,7	12,7	36,3	1,5	1,7	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
19	0,0	3,7	1,7	0,5	0,0	29,6	6,5	0,9	0,9	12,8	39,2	1,6	1,8	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1
22	0,0	4,1	1,4	0,5	0,0	32,8	5,5	0,8	0,9	13,0	36,7	1,5	1,7	0,0	0,0	0,3	0,2	0,2	0,0
25	0,0	2,4	0,8	0,2	0,0	27,1	5,3	0,8	0,4	9,0	40,4	1,9	10,8	0,0	0,0	0,8	0,2	0,1	0,1
28	0,1	2,3	0,1	0,1	0,0	28,8	4,4	0,8	0,5	10,8	41,7	2,8	7,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,0
Promedio	0,0	3,1	0,9	0,3	0,0	29,7	4,5	0,8	0,6	12,3	38,6	1,8	6,3	0,0	0,0	0,4	0,1	0,2	0,1
Patatas fritas																			
2	0,1	0,7	0,0	0,0	0,0	26,1	0,0	0,0	0,0	4,0	58,1	0,6	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	32,2	0,3	0,0	0,0	4,7	33,9	0,7	27,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,7	0,0	0,0	0,2	33,9	0,2	0,0	0,0	4,2	50,6	0,4	10,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
11	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	32,6	0,1	0,0	0,0	4,4	51,7	0,4	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	16,6	0,1	0,0	0,0	4,0	27,1	0,5	50,9	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
17	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	11,7	0,0	0,0	0,0	7,9	38,2	9,9	27,9	3,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
20	0,1	1,1	0,4	0,1	0,0	16,3	1,8	0,2	0,2	7,1	46,1	2,6	23,6	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
23	0,2	0,7	0,1	0,1	0,0	15,9	2,3	0,1	0,1	6,6	50,3	1,4	21,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,1	0,1
26	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	12,1	0,1	0,0	0,0	8,3	44,9	4,0	30,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
29	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	27,8	0,2	0,0	0,0	4,8	32,0	0,6	33,6	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Promedio	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	22,5	0,5	0,0	0,0	5,6	43,3	2,1	24,5	0,4	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
Hamburguesa de pollo																			
9	0,0	0,9	0,2	0,1	0,0	19,4	1,0	0,2	0,1	5,6	51,1	0,9	20,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
12	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	17,7	0,6	0,0	0,0	4,6	51,8	1,0	23,3	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
18	0,1	2,2	0,8	0,2	0,0	22,7	2,9	0,5	0,4	10,3	37,2	5,7	14,8	1,9	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0
21	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	21,0	3,4	0,0	0,0	6,9	42,8	1,9	22,0	0,1	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
24	0,0	2,2	0,8	0,2	0,0	27,3	5,1	0,4	0,4	8,7	39,5	1,8	11,7	0,0	0,0	0,7	0,3	0,2	0,0
27	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	23,2	3,3	0,1	0,1	7,5	42,5	1,4	20,3	0,0	0,0	0,7	0,1	0,1	0,1
Promedio	0,0	1,2	0,3	0,1	0,0	21,9	2,7	0,2	0,2	7,3	44,2	2,1	18,7	0,3	0,0	0,5	0,1	0,1	0,0
Perrito caliente																			
3	0,1	1,7	0,0	0,1	0,0	26,0	3,0	0,4	0,2	11,1	40,5	2,9	12,4	0,0	0,0	0,8	0,0	0,4	0,2
6	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	25,7	3,2	0,3	0,3	10,2	40,1	2,9	14,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,5	0,0
15	0,1	1,7	0,0	0,0	0,0	26,0	2,9	0,4	0,3	10,6	40,8	3,1	12,5	0,1	0,0	0,8	0,0	0,4	0,2
30	0,1	1,7	0,1	0,1	0,0	28,4	4,0	0,5	0,2	10,3	38,1	2,5	12,2	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3	0,2
Promedio	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	26,5	3,3	0,4	0,3	10,6	39,9	2,8	12,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,4	0,1

(pan H) y de pollo (pan HP), de la propia materia cárnica, así como de las patatas fritas, del pan de los perritos (que es diferente del de las hamburguesas, pan PC) y de los propios perritos calientes, según el establecimiento de origen.

Los datos demuestran que la cantidad de grasa obtenida con este tipo de productos es muy elevada. Además del porcentaje y el tipo de grasa utilizado para su cocinado, deben considerarse los aderezos de cada menú, por ejemplo salsas preparadas, cuyo estudio no hemos contemplado.

Una de las principales consecuencias de este tipo de comidas, es, por tanto, la cantidad de calorías que introducimos en una sola toma, casi tantas como nuestro cuerpo necesita para todo un día. Hablamos de un menú compuesto por una hamburguesa (u otro producto que la sustituya), patatas fritas, refresco, pan de molde, salsas y productos altamente calóricos añadidos a las hambur-

guesas, como por ejemplo, queso, beicon, etc. Debe tenerse en cuenta, además, que en algunos casos incluso la ración de hamburguesa es doble e incluso triple. También nos llama la atención la diferencia de tamaños que existe entre unos tipos de hamburguesas y otros, aunque en relación a la grasa su valoración es inversamente proporcional, es decir, las hamburguesas de menor tamaño son las que mayor cantidad de grasa se obtiene. En cuanto a las patatas y hamburguesas de pollo, nuestro estudio nos lleva a la necesidad de insistir en el cambio de aceite de manera periódica, hecho que deducimos se lleva a cabo en casi todos los establecimientos sometidos al estudio, así como en el tipo de aceites utilizados. Sus cantidades de grasas, dependiendo de donde se recojan las muestras, es más homogéneo y tiene más relación con el tamaño de la ración.

En consecuencia, la gran cantidad de calorías aportadas por estos menús, unidas al hecho del sedentarismo

hacen que sobrecarguemos nuestro organismo, lo que contribuye a que se produzcan los actuales problemas de obesidad. El abuso de la llamada “comida rápida” puede considerarse, por tanto, como un factor de riesgo en algunas de etiologías, como puede ser la obesidad, enfermedades cardiovasculares y sobre todo es un problema en la juventud y la infancia, ya que, para ellos este tipo de alimentación es la habitual en su vida cotidiana.

Composición de la grasa extraída

En las condiciones óptimas antes señaladas (apartado 2.2) se han determinado los ácidos grasos de las distintas muestras. No hemos tratado de realizar un análisis exhaustivo, sino que para nuestros propósitos nos sirven aquellos que están presentes en valores superiores al 0,1%. Los resultados aparecen en la tabla IV, en la que puede observarse que el ácido

graso mayoritario en todas las muestras es el C18:1c, que está presente con un valor promedio del 41,44%, oscilando entre el 32,0 y el 58,1%. La excepción la constituye la muestra 14 que presenta un valor del 27,1%. Los otros componentes mayoritarios son el C16:0 con un valor promedio de 25,3%, con valores extremos que oscilan entre el 11,7 y el 33,9%; el C18:2cc cuyos porcentajes varían entre el 1,7 y el 50,9% (valor promedio de 15,7%) y C18:0 que oscila entre el 4,0 y el 13,9% con un valor promedio del 8,8%. En conjunto, estos cuatro ácidos grasos suponen más del 90% de total de los ácidos grasos presentes en las muestras.

En cuanto a los componentes no mayoritarios, las hamburguesas se distinguen por sus mayores porcentajes de C14:0 (3,1%), C14:1 (0,9%) y C15:0 (0,3%). Los “perritos calientes” se parecen a ellas en que el porcentaje de C14:1 es elevado (1,7%), pero contienen los mayores porcentajes de C18:3c6 (0,8%) y C20:1 (0,4%). Las patatas fritas y las hamburguesas de pollo

Tabla V
Porcentaje relativo de los distintos tipos de ácidos grasos

Tipo	Número	Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados	TRANS	CIS
Hamburguesas	1	44,7	45,5	9,8	1,9	49,0
	4	40,6	45,7	13,7	2,7	43,1
	7	52,8	44,7	2,5	1,4	38,2
	10	47,8	45,8	6,4	1,1	45,0
	13	45,5	43,5	11,0	2,0	49,4
	16	52,0	46,0	1,9	1,5	38,2
	19	47,8	50,1	2,2	1,6	41,3
	22	51,6	46,3	2,1	1,5	38,8
	25	39,4	48,9	11,7	1,9	52,0
	28	42,8	49,9	7,3	2,8	48,9
	Promedio		46,5	46,6	6,9	1,8
Patatas fritas	2	31,3	58,8	10,0	0,6	68,0
	5	37,5	34,9	27,6	0,7	61,5
	8	38,8	51,2	10,0	0,4	60,6
	11	37,8	52,2	10,0	0,4	61,7
	14	21,0	27,8	51,2	0,7	78,1
	17	20,1	48,1	31,8	13,6	66,2
	20	25,0	51,2	23,9	2,6	70,0
	23	23,6	54,3	22,1	1,4	72,2
	26	20,7	49,0	30,3	4,0	75,1
	29	33,4	32,9	33,7	0,7	65,6
	Promedio		28,9	46,0	25,1	2,5
Hamburguesa de pollo	9	26,3	53,2	20,5	0,9	71,5
	12	23,0	53,5	23,5	1,0	75,3
	18	36,1	47,1	16,9	7,6	52,2
	21	28,6	48,1	23,3	2,0	66,0
	24	39,7	47,9	12,4	1,8	51,9
	27	31,4	47,4	21,2	1,4	63,5
Promedio		29,2	47,9	22,9	2,3	66,1
Perrito caliente	3	39,3	47,1	13,6	2,9	54,0
	6	37,7	47,0	15,2	2,9	55,2
	15	38,8	47,5	13,7	3,1	54,2
	30	41,5	45,2	13,4	2,5	51,3
	Promedio		34,5	47,9	17,6	2,8

Tabla VI
Matriz de correlación de las variables estudiadas

	C12:0	C14:0	C14:1	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1c	C18:1t	C18:2c	C18:2t	C18:3c6	C20:0	C20:1
C14:0	-0,213															
C14:1	-0,259	0,876														
C15:0	-0,190	0,900	0,937													
C16:0	-0,472	0,615	0,408	0,421												
C16:1	-0,174	0,834	0,762	0,724	0,446											
C17:0	-0,101	0,974	0,837	0,902	0,522	0,816										
C17:1	-0,154	0,964	0,884	0,893	0,511	0,858	0,962									
C18:0	-0,130	0,848	0,635	0,715	0,357	0,774	0,903	0,850								
C18:1c	-0,086	-0,345	-0,300	-0,293	-0,177	-0,327	-0,380	-0,362	-0,415							
C18:1t	-0,708	-0,109	-0,088	-0,123	-0,473	-0,044	-0,039	-0,034	0,217	-0,170						
C18:2c	-0,091	-0,777	-0,590	-0,615	-0,689	-0,687	-0,729	-0,725	-0,663	-0,185	0,101					
C18:2t	-0,606	-0,183	-0,062	-0,109	-0,416	-0,227	-0,145	-0,143	-0,023	-0,167	0,868	0,218				
C18:3c6	-0,043	0,134	-0,040	-0,046	0,042	0,485	0,155	0,136	0,341	-0,144	0,079	-0,199	-0,175			
C20:0	-0,301	0,626	0,757	0,626	0,342	0,641	0,554	0,650	0,388	-0,340	-0,126	-0,357	-0,140	-0,084		
C20:1	-0,110	0,249	-0,019	-0,027	0,236	0,391	0,311	0,303	0,478	-0,232	0,106	-0,301	-0,216	0,568	-0,082	
C20:4	-0,182	0,205	0,086	0,209	0,08	0,329	0,319	0,188	0,343	-0,030	-0,031	-0,250	-0,176	0,392	-0,142	0,384

son las que elevan la media del componente mayoritario C18:2c, ya que contienen el 24,5% y el 18,7% de promedio, respectivamente.

Por lo que se refiere a la composición lipídica (tabla V), vemos que todas las muestras tienen una proporción de ácidos grasos monoinsaturados semejante, entre el 46 y el 48%. Sin embargo se diferencian en los otros tipos. Así, mientras en las hamburguesas y los perritos calientes predominan los ácidos grasos saturados, 46,5% y 34,5%, en las patatas fritas y las hamburguesas de pollo la proporción es diferente, puesto que el porcentaje de poliinsaturados se eleva al 25,1 y 22,9%, respectivamente. También debemos destacar que en las muestras de un establecimiento comercial se han encontrado porcentajes importantes de ácidos trans, muestras 17 y 18. Estos valores (hasta el 13%) son muy elevados y demuestran que no existe un control apropiado de los establecimientos comerciales que

se dedican a la alimentación. Además, no parece que los posibles cauces de denuncia sean tampoco los apropiados.

Los ácidos grasos saturados aportan, por tanto, entre el 7 y el 10% de las kilocalorías totales, los alrededor del 13% y los poliinsaturados cerca del 10%. Esto indica que solo los monoinsaturados se encuentran dentro de los límites recomendados, ya que que los saturados y poliinsaturados superan, con tantos por ciento muy elevados, las cantidades recomendadas, si exceptuamos el caso de alguna hamburguesa de pollo.

Análisis multivariante

Durante la observación y discusión de los resultados de la composición en ácidos grasos de los alimentos analizados, hemos observado algunas singularidades y

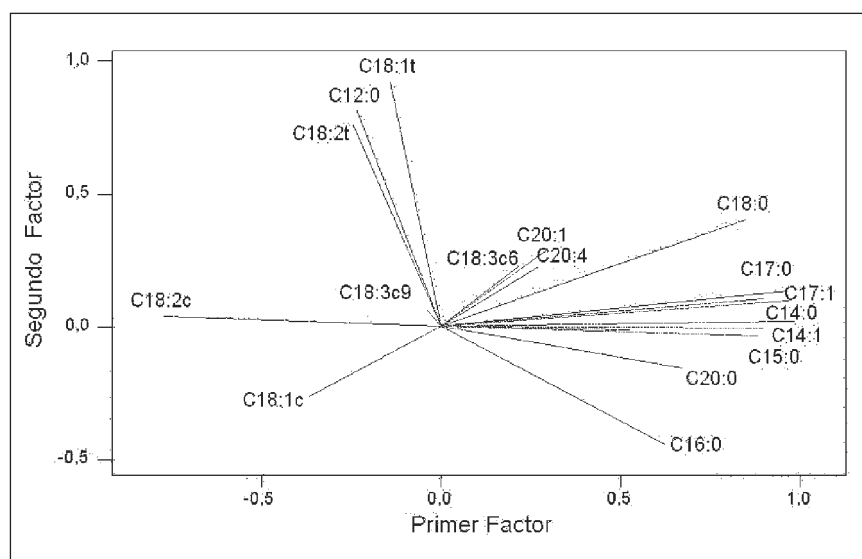


Fig. 2.—Gráfico de las cargas del factor 2 frente al factor 1.

Tabla VII
Contribución de las antiguas variables a los nuevos factores y porcentaje de varianza que explican

A. Graso	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
C12:0	-0,244	0,810	0,016	-0,328
C14:0	0,981	0,016	0,087	-0,053
C14:1	0,872	-0,042	0,409	-0,032
C15:0	0,889	-0,008	0,304	-0,108
C16:0	0,621	-0,440	-0,152	-0,053
C16:1	0,903	0,103	-0,154	-0,093
C17:0	0,965	0,133	0,034	-0,057
C17:1	0,969	0,093	0,104	-0,014
C18:0	0,850	0,401	-0,129	-0,007
C18:1c	-0,363	-0,266	-0,125	-0,808
C18:1t	-0,140	0,923	0,197	-0,006
C18:2c	-0,775	0,039	0,165	0,512
C18:2t	-0,251	0,760	0,465	-0,022
C18:3c6	-0,229	0,231	-0,722	0,263
C20:0	0,665	-0,162	0,431	0,233
C20:1	0,311	0,290	-0,743	0,184
C20:4	0,279	0,228	-0,577	-0,203
Valor propio	7,851	2,766	2,233	1,126
% Varianza	46,20	62,50	75,60	83,00

semejanzas. Sin embargo, existen técnicas estadísticas que permiten tratar los datos y aclarar estos aspectos de forma mucho más científica⁸. Para ello, consideraremos que las muestras de alimentos analizadas son “objetos” y los ácidos grasos las “variables” de los mismos. Se comienza obteniendo la matriz de correlación de las variables normalizadas, que se observa en la tabla VI. En ella hemos señalado en negrita aquellos valores superiores al crítico, y que además superan el valor de 0,4 (con el fin de resaltar más las correlaciones importantes).

Como consecuencia de dichas correlaciones, el test de esfericidad de Bartley nos indica que puede disminuirse el tamaño de la tabla. Por ello, el paso siguiente es la obtención de los valores propios de la matriz de correlación, además de los porcentajes de varianza que explica cada uno de ellos (tabla VII). Como se puede observar, el nuevo factor 1 explica el 46,20% de la varianza de la tabla de datos original, y al mismo contribuyen de forma significativa y positiva los ácidos grasos de cadena corta y negativa el C18: 2cc. Para el resto de los factores, pueden realizarse observaciones similares mediante los valores marcados en negrita. La figura 1 permite observar de modo gráfico estas contribuciones a los nuevos factores.

Para elegir el número de Componentes Principales se puede utilizar varios criterios, siendo el más adecuado considerar significativos aquellos valores propios mayores que la unidad, ya que son los que muestran más información que cada una de las variables por separado, por lo que en nuestro caso hemos seleccionado los cuatro primeros factores.

La representación de las cargas (“loadings”) de estos nuevos factores nos permite comprobar las conclusiones extraídas de la tabla VII y la figura 1 y posteriormente, en función de la localización de los objetos, relacionarlos con las variables.

En la figura 2 se ha representado la carga del Factor 2 se ha representado la carga del Factor 2 frente a la del Factor 1. Puede observarse que el componente mayoritario C18:1c contribuye de forma negativa al primer factor y muy ligeramente positiva al segundo, el C16:0 lo hace positivamente al primero y negativamente al segundo, mientras que el C18: 1c lo hace negativamente a ambos. También aparecen agrupados los ácidos trans (junto con el C12:0), mientras que la agrupación de los ácidos grasos menor de 17 átomos de carbono, contribuyen positivamente al primer factor.

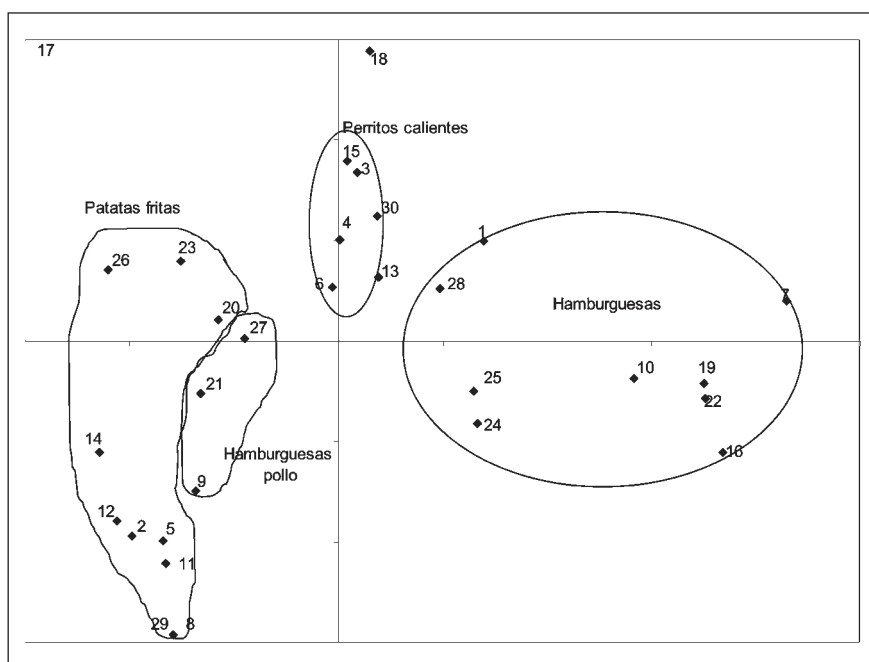


Fig. 3.—Representación de los “scores” del factor 2 frente al 1.

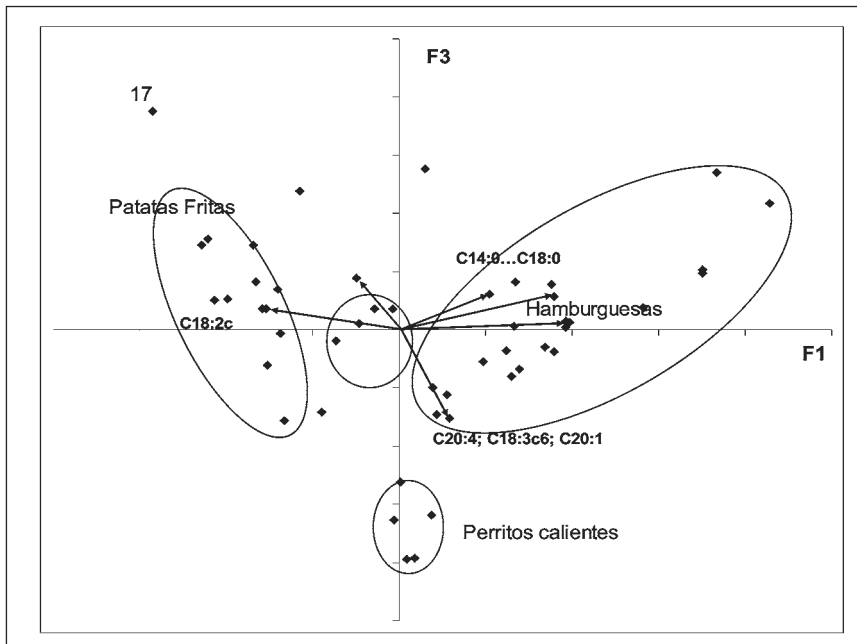


Fig. 4.—Representación de los “scores” del factor 3 frente al 1.

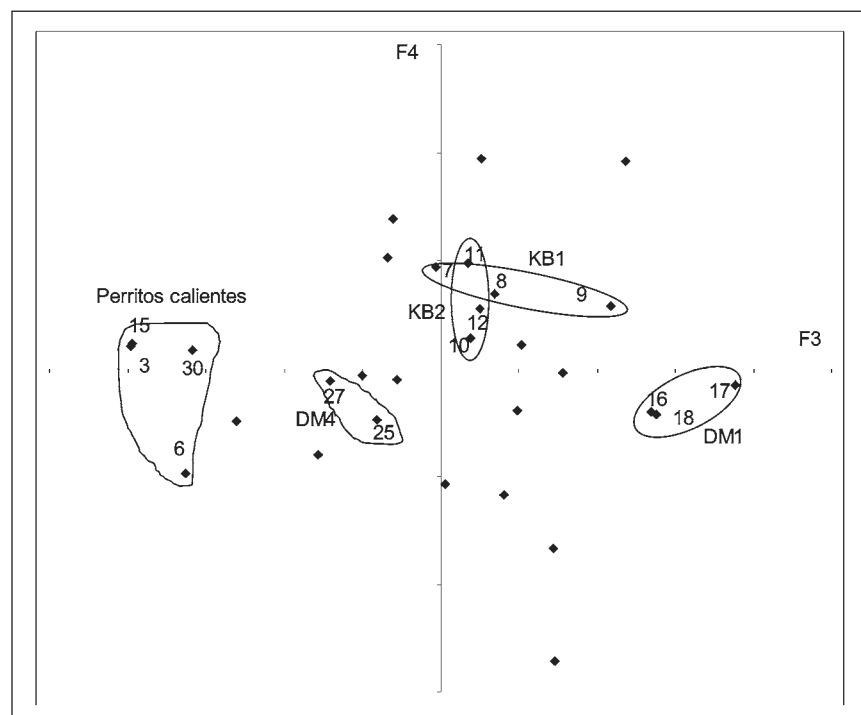


Fig. 5.—Representación de los “scores” del factor 4 frente al 3.

En la representación de los denominados “scores”, generados también en el tratamiento matemático, se producen agrupaciones de los objetos, es decir, las diferentes muestras, en espacios relacionados con las cargas correspondientes. En la figura 3 pueden observarse las agrupaciones al representar el “score” del Factor 2 frente al del Factor 1. Se observa que las hamburguesas de vacuno aparecen agrupadas a la derecha (mayor contribución de los ácidos grasos de cadena corta), la patatas fritas a la izquierda (zona del C18:2c) y los perritos calientes en el

centro. La muestra 17 aparece completamente separada del resto, en una zona donde podemos diferenciarla por su valor en ácidos trans. La muestra 18 tampoco aparece exactamente con las de su mismo tipo. Estas agrupaciones están en concordancia con las observaciones que hicimos previamente considerando la composición de cada uno de estos grupos y las que acabamos de realizar de las cargas de estos dos factores. Las hamburguesas de pollo aparecen distribuidas en la zona intermedia, pero mezclándose con patatas fritas.

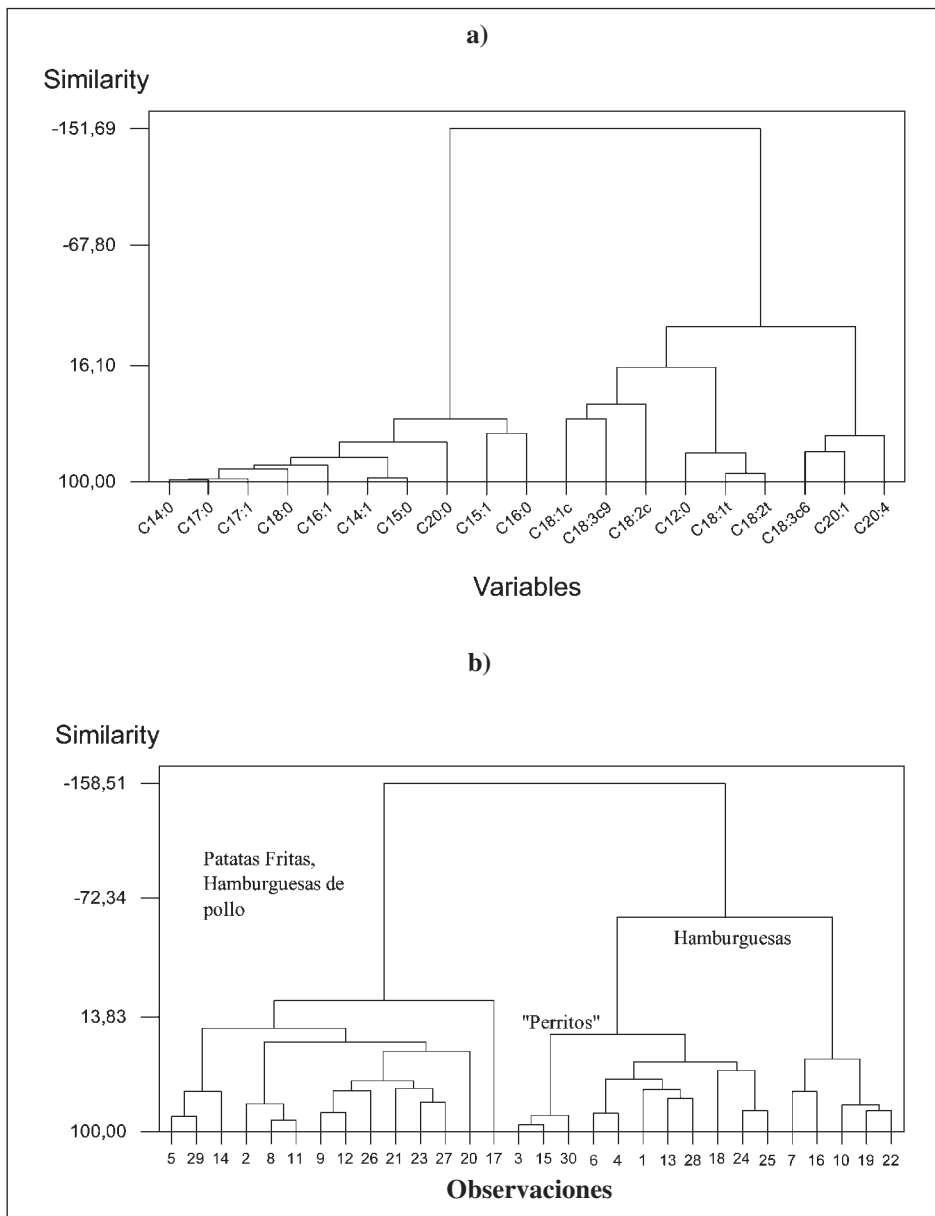


Fig. 6.—Dendrogramas a) de las variables (ácidos grasos) b) de los objetos (muestras).

Pero después de la observación de la figura 1, decidimos ensayar otras combinaciones de “scores”. La figura 4 muestra la representación tanto de las cargas como de los “scores” del factor 3 frente al factor 1. Se observa ahora una separación más nítida todavía de los “perritos calientes” (zona de influencia del C20:4 y C18:3c6) dos zonas diferenciadas de hamburguesas, lo que nos orienta sobre diferentes composiciones. Las patatas fritas siguen apareciendo a la izquierda (zona del C18:2c) y las hamburguesas de pollo aparecen más dispersas, pero todas las muestras lo hacen entre las hamburguesas de vacuno y las patatas fritas. La muestra 17 sigue separada del resto.

Finalmente, cuando se representa el F4 frente al F3, se obtiene la figura 5, en la que las agrupaciones son bastante diferentes. De nuevo los perritos calientes aparecen

todos agrupados, ahora en la parte izquierda de la figura (factor 3 negativo). Pero aparecen agrupaciones de las muestras 7-8-9 que provienen del establecimiento denominado KB1, por otro lado aparecen las muestras 10-11-12, provenientes de KB2, las muestras 16-17-18 provenientes de DM1, así como las muestras 25 y 27 provenientes de DM4. Debemos hacer notar que estas agrupaciones son completamente diferentes a las anteriores, ya que se trata de muestras de distinto tipo (patatas-hamburguesas-perritos), por lo que este tipo de similitudes debemos buscarla en el producto empleado y en los aceites o grasas utilizados en su preparación. Este tipo de similitudes son semejantes a las que se utilizan en otras áreas como la enología para comprobar si una muestra pertenece a una determinada denominación de origen, por lo que podemos decir que en algunos casos la

composición de la grasa puede orientarnos sobre el origen de las muestras en casos de problemas alimentarios.

Análisis cluster

En el análisis en componentes principales hemos utilizado únicamente el 83% de la varianza de los datos originales (tabla VII). El análisis cluster permite utilizar el 100% de la misma, y teniendo en cuenta los resultados precedentes generará agrupaciones que respondan a dicha varianza. La figura 6a muestra el dendrograma de las variables, es decir, de los ácidos grasos. Vemos que aparecen en la zona izquierda una agrupación en la que están prácticamente todos los ácidos grasos de cadena corta (excepto el C12:0, pero incluye el C20:0) y otra en la parte derecha en que están todos los de cadena superior a 18 átomos de carbono. Las únicas excepciones son el C12:0 que aparece a la derecha y el C20:0 que lo hace a la izquierda.

Cuando se obtiene el cluster de las muestras analizadas, el resultado no es sorprendente. Efectivamente, aparecen dos cluster bien diferenciados, en uno de los cuales están todas las muestras de patatas y en el otro las hamburguesas. Los perritos calientes aparecen junto con las hamburguesas de vacuno, mientras las hamburguesas de pollo aparecen junto con las patatas fritas. También se observa que las muestras 17 y 18 están solas o descolocadas.

Conclusiones

Se comprueba que el porcentaje de grasa de diversos productos de comida rápida, hamburguesas, patatas fritas y perritos calientes oscila alrededor del $35 \pm 10\%$, siendo mucho menor en las hamburguesas de pollo $23,02 \pm 5,07\%$. Esta grasa está compuesta fundamentalmente por ácidos grasos saturados (28 a 52% relativo al total de grasa y monoinsaturados (46-48%), mientras

que la proporción de los ácidos grasos poliinsaturados tiene valores más dispares, oscilando desde el 6,9% en hamburguesas de vacuno al 25,1% en las patatas fritas. En algún caso se han detectado porcentajes ligeramente altos de ácidos grasos trans (hasta el 13%), respecto a lo recomendado lo que demuestra que falta control en este sector tan importante y que la legislación debería obligar a especificar el tipo de grasa utilizada.

El análisis estadístico de los porcentajes de ácidos grasos (ACP y cluster) demuestra que es posible distinguir los distintos tipos de alimentos, así como en algún caso detectar su origen, lo que en caso de controversia sobre problemas alimentarios es un resultado extremadamente importante.

Referencias

1. "Hábitos alimentarios: origen, evolución y posibilidades educativas". Ministerio de Sanidad y Consumo. 2007. <http://www.msc.es/ciudadanos/proteccionSalud/infancia/alimentacion/home.htm>
2. Mario Fernández San Juan P. "Fatty Acids Composition of Commercial Spanish Fast Food and Snack Food". *J of Food Composition and Analysis* 2000; 13:275-281.
3. CAENPE (1993), "Consumo de alimentos y Estado Nutricional de la población escolar", Dirección general de Salud Pública, Ministerio de Sanidad y Consumo, Hospital Severo Ochoa, INS, Madrid.
4. Mario Fernández San Juan P. "Study of isomeric trans-fatty acids content in the commercial Spanish Foods". *Intern J Food Sci and Nutrition* 1996; 47(5):399-403.
5. Parcerisa J, Codony R, Boatella J, Rafecas M. "Fatty Acids including trans content of commercial bakery products manufactured in Spain". *J Agric Food Chem* 1999; 47:2040-2043.
6. Barrado E, Prieto F, Sanz MA, Tesedo A, Romero H. "Estudio comparativo de la composición en ácidos grasos de diversos alimentos cocinados de forma casera y otros tratados industrialmente". *Nutrición y Dietética Hospitalaria* 2007; 27:20-27.
7. Folch J, Less M, Stanley GHS. "A Simple Method for the isolation and Purification of Total Lipide from Animal Tissues". *J Bio Chem* 1957; 226:497-509.
8. Massart DL, Vandeginste BMG, Buydens LMC, De Jong S, Lewi PJ, Smeyers-Verbeke J. "Handbook of Chemometrics and Qualimetrics", Elsevier, Amsterdam, 1997.