

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA

Ponente: Sr. Dr. _____

TRIBUNAL

Presidente: Sr. Dr. ANTONIO BEGUE

Vocal: Sr. Dr. JOSE GUM SANABAZ SEB

Vocal: Sr. Dr. JESU FUENTE SALVEDA

Vocal: Sr. Dr. M^a CASIMIRO DOBERGUE

Secretario: Sr. Dr. JOSE COLL HALLER

ESTUDIO DE LA FRACCION LIPIDICA DE
ALIMENTOS CONSUMIDOS POR LA
POBLACION INFANTIL

TESIS DOCTORAL

PEDRO MARIO FERNANDEZ SAN JUAN

MADRID 1.994

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II:
BROMATOLOGIA

«ESTUDIO DE LA FRACCION LIPIDICA DE ALIMENTOS CONSUMIDOS
POR LA POBLACION INFANTIL»

Tesis Doctoral que presenta

D. Pedro Mario Fernández San Juan

para optar al grado de Doctor en Farmacia.

DIRECTOR

D. Pedro Burdaspal Pérez

Jefe de Area Química del Centro Nacional
de Alimentación (Instituto de Salud Carlos III).

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE FARMACIA

MADRID, 1.994



MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO

INSTITUTO DE SALUD CARLOS III

SUBDIRECCION GENERAL DE CONTROL

CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACION

PEDRO BURDASPAL PEREZ, JEFE DE AREA QUIMICA DEL CENTRO NACIONAL DE ALIMENTACION (INSTITUTO DE SALUD CARLOS III), MAJADAHONDA (MADRID).

CERTIFICA: Que el presente trabajo titulado "Estudio de la fracción lipídica de alimentos consumidos por la población infantil" se ha realizado en este Departamento bajo mi dirección y constituye la memoria que presenta el Licenciado **D. Pedro Mario Fernández San Juan** para optar al Grado de Doctor en Farmacia.

Y para que conste a los efectos oportunos firmo el presente certificado en Majadahonda (Madrid) a veintitrés de mayo de mil novecientos noventa y cuatro.



Pedro Burdaspal

Deseo expresar mi agradecimiento al Dr. D. Pedro Burdaspal Pérez por la dirección de esta Tesis.

Asimismo quiero expresar mi agradecimiento a la Dra. D^a Esperanza Torija Isasa en primer lugar por aceptar la ponencia de esta tesis y también por los consejos, orientaciones y ayuda prestada que ha sido decisiva para la conclusión de este trabajo.

Agradezco especialmente a la Dirección del Centro Nacional de Alimentación, al Servicio de Bromatología y muy sinceramente a los componentes de la Sección Aditivos y Componentes III por las facilidades y apoyo dados para la realización de este trabajo.

También agradezco al personal de la Biblioteca del Centro Nacional de Alimentación la labor desempeñada en la búsqueda y entrega de bibliografía que me fue de gran utilidad.

Mi sincero agradecimiento a mis compañeros y amigos D. Manuel Alvarez de Pablos y D. Federico Luzón por sus largas veladas de ayuda, comprensión y trabajo.

Mi reconocida gratitud a D^a Ana García Quintanilla por su interés, dedicación e inquietudes demostradas a lo largo de la realización de este trabajo.

Agradezco a Juana Bustos, Elisa Casado, M^a Angeles Gómez del Pino, Joaquín Berenguer, Lázaro López Jurado y a todos los compañeros que de forma diversa han participado en la realización de esta Tesis.

A Benjamín Martín por su trabajo informático que ha supuesto el impulso final para la conclusión de este trabajo.

A Teresa, Mario y ...

INDICE

INDICE

I.- PARTE GENERAL

| | Página |
|---|--------|
| 1.- INTRODUCCION | 1 |
| 1.1.- ASPECTOS NUTRICIONALES DE LAS GRASAS EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA | 1 |
| 1.1.1.- Actualidad de las grasas en la problemática alimentaria | 1 |
| 1.1.2.- Funciones de las grasas y sus necesidades | 7 |
| 1.1.2.1.- Tipos de ácidos grasos | 12 |
| 1.1.3.- Acidos grasos esenciales. Valor nutricional y actividad biológica .. | 18 |
| 1.1.3.1.- Factores que intervienen en el metabolismo de los ácidos grasos esenciales | 23 |
| 1.1.4.- Colesterol. Importancia y recomendaciones dietéticas para su control | 28 |
| 1.1.4.1.- Funciones metabólicas del colesterol | 30 |
| 1.1.4.2.- Aspectos clínicos y niveles recomendables de colesterol .. | 40 |
| 1.1.4.3.- Contenido de colesterol en los alimentos | 46 |
| 1.1.5.- Índice Colesterol/Grasas Saturadas: Un indicador del potencial hipercolesteremiante y aterogénico de los alimentos | 52 |
| 1.2.- TECNOLOGIAS DE PRODUCCION DE LOS ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES | 60 |
| 1.2.1.- Aplicación de estas tecnologías en el procesamiento de los aceites y grasas comestibles | 60 |
| 1.2.1.1.- Refinación | 63 |
| 1.2.1.2.- Hidrogenación | 68 |
| 1.2.1.3.- Frigelización o fraccionamiento | 73 |
| 1.2.1.4.- Aleatorización o interesterificación | 75 |
| 1.2.2.- Alteraciones debidas a la aplicación de estos procesos tecnológicos | 79 |
| 1.2.2.1.- Isómeros trans de los ácidos grasos | 79 |
| 1.2.2.2.- Acidos grasos saturados en la posición beta de los triglicéridos | 86 |
| 1.2.2.3.- Compuestos polares | 87 |

| | |
|--|-----------|
| 1.2.2.4.- Otros compuestos: Estigmasta-3,5-Dieno | 91 |
| 1.3.- ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL DE LA RELACION EXISTENTE ENTRE LAS GRASAS INGERIDAS CON LA DIETA, LOS LIPIDOS PLASMATICOS Y LA SALUD EN LA POBLACION INFANTIL | 93 |
| 1.3.1.- Estudio de la problemática alimentaria en la población infantil. Nuevos hábitos alimentarios: Origen, desarrollo y consecuencias . | 93 |
| 1.3.2.- Dieta y aterosclerosis. Implicaciones en la infancia | 99 |
| 1.3.3.- Evolución de los lípidos plasmáticos en la infancia en relación con la ingesta dietética | 101 |
| 1.3.4.- Estudio de la casuística de la hipercolesterolemia infantil en España | 108 |
| 1.3.4.1.- Consenso para el control de la colesterolemia en España . | 108 |
| 1.3.4.2.- Estudios más recientes sobre la hipercolesterolemia infantil en España | 113 |

II.- PARTE EXPERIMENTAL

| | |
|---|------------|
| 2.- OBJETIVOS | 136 |
| 3.- MATERIAL Y METODOS | 138 |
| 3.1.- DISEÑO DEL ESTUDIO | 138 |
| 3.2.- OBTENCION Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS | 142 |
| 3.2.1.- Obtención de las muestras | 142 |
| 3.2.2.- Preparación de las muestras | 143 |
| 3.2.2.1.- Hamburguesas | 143 |
| 3.2.2.2.- Aperitivos | 145 |
| 3.2.2.3.- "Pastelitos" | 145 |
| 3.2.2.4.- Galletas | 145 |
| 3.3.- METODOS ANALITICOS | 147 |
| 3.3.1.- Humedad | 147 |
| 3.3.2.- Proteína bruta | 147 |
| 3.3.3.- Grasa total | 147 |
| 3.3.4.- Cenizas | 147 |
| 3.3.5.- Hidratos de carbono | 148 |

| | |
|---|------------|
| 3.3.6.- Acidos grasos | 148 |
| 3.3.6.1.- Material y reactivos | 148 |
| 3.3.6.2.- Extracción de la grasa | 149 |
| 3.3.6.3.- Preparación de los ésteres metílicos | 150 |
| 3.3.6.4.- Cromatografía de los ésteres metílicos de los ácidos grasos | 152 |
| 3.3.7.- Acidos grasos trans-insaturados | 154 |
| 3.3.7.1.- Material y reactivos | 156 |
| 3.3.7.2.- Extracción de la grasa | 157 |
| 3.3.7.3.- Métodos de preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos | 158 |
| 3.3.7.4.- Cromatografía de los ésteres metílicos de los ácidos grasos | 160 |
| 3.3.8.- Colesterol | 164 |
| 3.3.8.1.- Material y reactivos | 164 |
| 3.3.8.2.- Tratamiento de la muestra previo al análisis cromatográfico | 166 |
| 3.3.8.3.- Análisis por cromatografía de gases | 172 |
| 3.3.8.4.- Ensayos de exactitud: Estudio de la recuperación del colesterol | 178 |
| 4.- RESULTADOS | 180 |
| 4.1.- TABLAS DE RESULTADOS | 182 |
| 4.2.- GRAFICOS | 223 |
| 5.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS | 245 |
| 5.1.- ANALISIS GENERALES | 247 |
| 5.1.1.- Alimentos de hamburgueserías | 247 |
| 5.1.1.1.- Hamburguesas | 247 |
| 5.1.1.1.1.- Proteínas | 248 |
| 5.1.1.1.2.- Grasa | 249 |
| 5.1.1.1.3.- Hidratos de carbono | 249 |
| 5.1.1.1.4.- Valor energético | 250 |
| 5.1.1.2.- Patatas fritas de hamburgueserías | 253 |
| 5.1.2.- Aperitivos | 255 |

| | |
|---|-----|
| 5.1.2.1.- Patatas fritas | 255 |
| 5.1.2.2.- Aperitivos sabor a queso | 259 |
| 5.1.3.- "Pastelitos" | 260 |
| 5.1.3.1.- "Pastelitos" tipo "Donuts" | 261 |
| 5.1.3.2.- "Pastelitos" rellenos | 264 |
| 5.1.3.3.- "Pastelitos" rellenos con cobertura | 266 |
| 5.1.4.- Galletas | 268 |
| 5.1.4.1.- Galletas "María" | 268 |
| 5.1.4.2.- Galletas tostadas | 271 |
| 5.1.4.3.- Galletas con chocolate | 272 |
| 5.1.4.4.- Galletas con nata y/o mantequilla | 274 |
| 5.2.- ESTUDIO DE LA FRACCION LIPIDICA | 277 |
| 5.2.1.- Alimentos de hamburgueserías | 277 |
| 5.2.1.1.- Hamburguesas | 277 |
| 5.2.1.1.1.- Acidos grasos | 277 |
| 5.2.1.1.2.- Isómeros trans | 287 |
| 5.2.1.1.3.- Colesterol | 290 |
| 5.2.1.2.- Patatas fritas de hamburgueserías | 292 |
| 5.2.1.2.1.- Acidos grasos | 292 |
| 5.2.1.2.2.- Isómeros trans | 293 |
| 5.2.1.2.3.- Colesterol | 294 |
| 5.2.2.- Aperitivos | 294 |
| 5.2.2.1.- Patatas fritas | 294 |
| 5.2.2.1.1.- Acidos grasos | 295 |
| 5.2.2.1.2.- Isómeros trans | 299 |
| 5.2.2.1.3.- Colesterol | 300 |
| 5.2.2.2.- Aperitivos sabor a queso | 300 |
| 5.2.2.2.1.- Acidos grasos | 300 |
| 5.2.2.2.2.- Isómeros trans | 303 |
| 5.2.2.2.3.- Colesterol | 303 |
| 5.2.3.- "Pastelitos" | 303 |
| 5.2.3.1.- Acidos grasos | 305 |
| 5.2.3.2.- Isómeros trans | 313 |

| | |
|---|------------|
| 5.2.3.3.- Colesterol | 314 |
| 5.2.4.- Galletas | 318 |
| 5.2.4.1.- Galletas "María" | 319 |
| 5.2.4.1.1.- Acidos grasos | 320 |
| 5.2.4.1.2.- Isómeros trans | 322 |
| 5.2.4.1.3.- Colesterol | 322 |
| 5.2.4.2.- Galletas tostadas | 322 |
| 5.2.4.2.1.- Acidos grasos | 323 |
| 5.2.4.2.2.- Isómeros trans | 325 |
| 5.2.4.2.3.- Colesterol | 325 |
| 5.2.4.3.- Galletas con chocolate | 326 |
| 5.2.4.3.1.- Acidos grasos | 326 |
| 5.2.4.3.2.- Isómeros trans | 327 |
| 5.2.4.3.3.- Colesterol | 327 |
| 5.2.4.4.- Galletas con nata y/o mantequilla | 329 |
| 5.2.4.4.1.- Acidos grasos | 329 |
| 5.2.4.4.2.- Isómeros trans | 332 |
| 5.2.4.4.3.- Colesterol | 332 |
| 5.3.- ANALISIS ESTADISTICO | 334 |
| 5.3.1.- Análisis de correlación | 334 |
| 5.3.1.1.- Estudio de las correlaciones obtenidas en los alimentos de hamburgueserías | 334 |
| 5.3.1.2.- Estudio de las correlaciones obtenidas en los aperitivos .. | 343 |
| 5.3.1.3.- Estudio de las correlaciones obtenidas en los "pastelitos" | 347 |
| 5.3.1.4.- Estudio de las correlaciones obtenidas en las galletas | 352 |
| 6.- CONCLUSIONES | 358 |
| 7.- BIBLIOGRAFIA | 364 |

INDICE DE ABREVIATURAS

AGE: Acidos Grasos Esenciales.
AGM: Acidos Grasos Monoinsaturados.
AGP: Acidos Grasos Poliinsaturados.
AGS: Acidos Grasos Saturados.
ALA: Acido Alfa-Linolénico.
C.A.E.N.P.E.: Consumo de Alimentos y Estado Nutricional de la Población Escolar.
C.I.N.: Conferencia Internacional de la Nutrición.
C.I.O.A.: Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria.
CG: Cromatografía de Gases.
D-5-D: Delta-5-Desaturasa.
D-6-D: Delta-6-Desaturasa.
D.R.E.C.E.: Dieta y Riesgo de Enfermedades Cardiovasculares en España.
DGLA: Acido Dihomo-Gamma-Linolénico.
DHA: Acido Docosahexaenoico.
EPA: Acido Eicosapentaenoico.
E.P.C.U.M.: Estudio de Prevalencia y Prevención Primaria de las Enfermedades Cardiovasculares en Madrid.
ESPGAN: European Society for Pediatric Gastroenterology and Nutrition.
F_x: Factor de corrección de los ácidos grasos.
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
GLA: Acido Gamma-Linolénico.
HDL: Lipoproteínas de alta densidad.
I.N.E: Instituto Nacional de Estadística.
IC: Indice de Colesterol.
ICGS: Indice de Colesterol/Grasas Saturadas.
IDL: Lipoproteínas de densidad intermedia.
LA: Acido Linoleico.
LDL: Lipoproteínas de baja densidad.
MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
N.I.H.: National Institute of Health.
OMS: Organización Mundial de la Salud.
P/S: Acidos Grasos Poliinsaturados/Saturados.
PGE-1: Prostaglandina E-1.
PGE-3: Prostaglandina E-3.
PUFA: Polyunsaturated Fatty Acids.
QM: Quilomicrones.
TCM: Triglicéridos de Cadena Media.
TMSE: Trimetilsililéteres.
VLDL: Lipoproteínas de muy baja densidad.
WHO: World Health Organization.

I PARTE GENERAL

1.- INTRODUCCION

1.1.- ASPECTOS NUTRICIONALES DE LAS GRASAS EN LA ALIMENTACION HUMANA

1.1.1.- ACTUALIDAD DE LAS GRASAS EN LA PROBLEMATICA ALIMENTARIA

Existe una preocupación cada día más acentuada por parte de los ciudadanos acerca de la importancia relativa que en nuestros días ha adquirido la alimentación como uno más de los factores que influyen sobre nuestra "calidad de vida".

La creciente inquietud existente acerca de la necesidad de una alimentación correcta, junto con el interés por conocer el contenido y la naturaleza de determinados nutrientes presentes en los alimentos, unido a los avances en los estudios epidemiológicos que demuestran una alta correlación entre determinadas formas incorrectas de alimentación y la alta tasa de enfermedades cardiovasculares, hace necesario establecer unos principios con una serie de conceptos estandarizados, bien definidos y fácilmente comprensibles, que ayuden al ciudadano a comparar y escoger los alimentos más adecuados para satisfacer sus necesidades nutricionales.

En la actualidad, nadie duda que la alimentación ejerce una acción decisiva sobre el desarrollo físico y el crecimiento, sobre la reproducción, sobre la frecuencia de aparición de enfermedades y la intensidad de las mismas, así como sobre el rendimiento físico e intelectual.

El desarrollo industrial alimentario aunque ha sucedido con bastante retraso respecto al de otros sectores está en estos momentos en pleno crecimiento. Las nuevas tecnologías han conseguido multiplicar la capacidad productiva, prolongar los periodos de conservación, industrializar procesos tradicionalmente artesanales y, así, los alimentos se han convertido en un instrumento del desarrollo de los pueblos.

En los últimos cuarenta años ha cambiado mucho la alimentación de los españoles. Ciertamente, el nivel de vida en nuestro país ha subido de tal manera que permite a las familias disponer de muchos alimentos que antes eran escasos, pero la alimentación no es por esto equilibrada. Los conocimientos sobre nutrición no han aumentado a nivel popular a la misma velocidad que la mejora económica y, como consecuencia, sigue habiendo problemas nutricionales. El hambre de antaño ha sido sustituida por una alimentación desequilibrada. Los problemas patológicos son distintos, pero existen; ya no se ven casos de pelagra o edemas por falta de proteínas, pero aumenta el número de infartos y lesiones cardiovasculares. Muchas enfermedades crónicas que afectan a gran número de personas siguen siendo debidas a una mala alimentación (Soler, 1.991).

España está ubicada en el entorno geográfico que alimentariamente tiene más posibilidades. Nuestros recursos fito y zoogenéticos son superiores a los de cualquier otra zona del mundo y nuestra alimentación tradicional hasta hace unos años, está considerada como una de las más adecuadas. Nos estamos refiriendo a la "dieta mediterránea" consistente básicamente

en la ingesta de aceites vegetales (preferentemente de oliva), cereales y legumbres (proteína vegetal), frutas y hortalizas frescas, pescado y un consumo moderado de grasas animales saturadas, pero es evidente que nuestros hábitos alimentarios están cambiando y se han sustituido elementos "autóctonos" de nuestro entorno por otros de nueva creación, formando parte de la "estandarización" actual que está sufriendo la alimentación mundial (Díaz Yubero, 1.990).

En los últimos años ha habido una profunda transformación de los hábitos alimentarios que ha afectado de forma directa al consumo de grasas y aceites, concretamente en España hemos pasado de un consumo casi exclusivo del aceite de oliva, a un progresivo aumento en el consumo de otros aceites y grasas tales como las grasas láuricas (coco y palmiste), aceite de palma, aceites vegetales hidrogenados, aceites marinos, grasas animales y otros productos elaborados como margarinas, minarinas y preparados grasos. La modificación de estos hábitos alimentarios por razones económicas, políticas o sociales, no solamente afecta a la población adulta sino que incide preocupantemente sobre la más frágil población infantil (Cabrera y Moreira, 1.990).

Por otra parte, si bien es cierto que una correcta nutrición es deseable en cualquier edad, la población infantil presenta un especial interés en el estudio nutricional debido a diversos factores que podríamos englobar en: factores biológicos (en estas edades se produce un considerable desarrollo general, correspondiente a un período de intenso crecimiento, cambios sexuales, etc.), factores psicológicos (importante desarrollo intelectual, psicomotor y afectivo) así como factores sociales (adquisición de hábitos que van a condicionar su correcta alimentación en épocas posteriores) (Bayés, 1.991)

Las enfermedades derivadas de una mala nutrición son hoy las que ocupan el primer puesto de las estadísticas de morbilidad. El organismo puede vivir aparentemente sin problemas a pesar de una alimentación desequilibrada, pero al cabo de un tiempo, generalmente largo, se manifestarán los síntomas del daño producido y entonces el mal puede ya tener difícil solución.

Según un informe redactado conjuntamente por el Ministerio de Sanidad y Consumo y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) presentado en la Conferencia Internacional de Nutrición (CIN) celebrada en Roma (Diciembre, 1992) se hace una comparación entre la dieta media de un español y las recomendaciones dietéticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y se pone de manifiesto que existe un deterioro de la dieta del español medio, con una tendencia al consumo excesivo de grasas y proteínas, sobre todo animales, y a un déficit de fibra alimentaria (14%) e hidratos de carbono (12%). El consumo de proteína es de 90,5 gramos/día que supera con creces las recomendaciones dietéticas establecidas (0,8 g/kg/día). Casi la mitad de la grasa de la dieta es de origen animal con una alta proporción de ácidos grasos saturados. Además, la tendencia actual consistente en la reducción de alimentos ingeridos, está teniendo en España el efecto adicional de incrementar el desequilibrio a favor de las grasas y de las proteínas y en detrimento de los hidratos de carbono. Los efectos patológicos de esta dieta son evidentes. Por lo que se refiere a las cardiopatías, primera causa de mortalidad en España (44,75% de los casos), el informe destaca que "la evolución de los niveles de colesteroemia es preocupante en diversas comunidades españolas y que pudieran estar ligados a los cambios dietéticos". En definitiva, que nuestro país va a contracorriente de la

tendencia general consistente en corregir los riesgos del exceso de ingesta de alimentos asociados al desarrollo económico (C.I.N., 1.992).

Actualmente, en los países desarrollados la sociedad dispone de abundantes suministros de alimentos, gasta poca energía en actividades físicas y se ingieren más alimentos de los necesarios. Dado que el único medio del cual dispone el organismo para eliminar el exceso de energía en la alimentación consiste en acumularlo en forma de grasa, lo cual trae consigo la obesidad con su nocivo efecto para la salud, ésta viene siendo actualmente una característica muy frecuente entre los niños, adolescentes y adultos de nuestro entorno.

Es decir, las personas que reducen su actividad física tienen que reducir la energía que ingieren, para mantener así su peso ideal, y en muchas ocasiones esto puede hacer necesaria una reducción de las grasas en la dieta. A este problema no son ajenos los niños de nuestra sociedad en los que se han detectado niveles altos de lípidos plasmáticos (FAO/OMS, 1.978).

Es necesario destacar la especial sensibilización del ciudadano con respecto al colesterol, su contenido en los alimentos y las posibles repercusiones por una ingesta elevada de éste o de las grasas saturadas. Concretamente en España los niveles de colesterol están alcanzando niveles preocupantes no solo en la población adulta sino también en la población infantil y en la adolescente (Estudio D.R.E.C.E., 1.993; Estudio C.A.E.N.P.E., 1.993).

Hoy en día, se maneja el concepto de dieta equilibrada como aquella que proporciona los nutrientes imprescindibles para el normal funcionamiento actual y futuro de nuestro organismo. Una cantidad adecuada y variada de alimentos será la que proporcione en definitiva los nutrientes necesarios.

En países desarrollados como el nuestro, donde el suministro de alimentos está asegurado, uno de los principales objetivos de las autoridades sanitarias debería ser el conseguir una nutrición racional, puesto que de ello depende en gran parte la salud de los ciudadanos. Para ello es fundamental llevar la educación alimentaria a los hogares, las escuelas, los colegios, los hospitales, las consultas médicas y la industria.

Sabemos que es muy difícil cambiar las costumbres o los gustos alimentarios de una población. Los hábitos relacionados con los alimentos se mantienen mucho tiempo y son aparentemente inofensivos, puesto que sus consecuencias no suelen ser inmediatas. En la elección de una comida influye mucho más el que sea considerada buena por la sociedad en que se vive e incluso sus características externas, que sus posibles efectos en el organismo.

Este es un aspecto preocupante sobre todo para la población infantil en la que los criterios de elección están más mediatizados al no disponer los niños de conocimientos objetivos respecto a la conveniencia o no de la ingesta de determinados alimentos. Además, los estudios de consumo muestran un afán por las novedades y la variedad, reflejando frecuentemente la influencia de la publicidad en los hábitos alimentarios de los más pequeños (MAPA, 1.991; Consorcio Sanitario de Mataró, 1.994).

Finalmente existe el riesgo de que la preocupación creciente del consumidor por las dietas adecuadas le lleven a considerar solamente aspectos parciales, por ejemplo el aporte de grasa. La sustitución de ingredientes naturales por productos especialmente diseñados para un fin determinado puede provocar un desequilibrio en la dieta, ya que al fijarse sólo en un aspecto de la misma pueden provocar deficiencias de nutrientes esenciales.

Debe insistirse en que la selección de los alimentos que componen la dieta, se hará adoptando una postura positiva frente a los aportes nutritivos y caracteres organolépticos, no se trata simplemente de evitar nutrientes o aditivos alimentarios. Es frecuente que frente a un alimento mucha gente se pregunte ¿Cómo evitar la grasa excesiva y el colesterol?, para ello no es útil contemplar un alimento aislado, la dieta debe de considerarse en su conjunto, por lo que se recomienda evaluar los riesgos/beneficios de cualquier alimento en relación al conjunto de la ración.

Cada día es más evidente la estrecha relación entre nutrición y salud. Por ello es necesario suministrar al ciudadano una serie de recomendaciones dietéticas basadas en datos científicos, sólidamente documentados y contrastados que le permitan discernir en cada momento la idoneidad de los alimentos, evitando así el estado de confusión que a menudo se crea por opiniones infundadas y contradictorias.

En resumen, se repite el consejo de siempre, en el comer se procederá con **moderación, equilibrio y variedad** (Farré, 1.991).

1.1.2.- FUNCIONES DE LAS GRASAS Y SUS NECESIDADES

Es evidente que no todas las grasas que tomamos en la alimentación son iguales, ni tampoco las que se encuentran en el interior de nuestro organismo.

Con carácter general, existen dos consideraciones: la primera es la importancia de las grasas en la alimentación y la segunda, los aspectos de la seguridad en su consumo.

Las grasas comestibles son mezclas complejas de triglicéridos y pequeñas cantidades de otras sustancias, provenientes de modo natural de las plantas y de los animales, o transformadas a través de ciertos procesos tecnológicos, industriales y/o de almacenamiento.

Las grasas están formadas en general por una *materia saponificable* constituida por compuestos grasos en su mayor parte triglicéridos (Figura 1), mono y diglicéridos de ácidos grasos, y ácidos grasos libres. Y otra *materia insaponificable* formada por compuestos no grasos o sus productos de hidrólisis, esta fracción insaponificable es relativamente minoritaria (1-2 %) y en ella se encuentran los esteroides (el colesterol entre ellos), alcoholes alifáticos, hidrocarburos, vitaminas liposolubles y otros compuestos.

De todos los componentes de las grasas, los ácidos grasos son los más representativos y los que, en definitiva, definen sus características.

Las grasas y aceites comestibles se definen como aquellas sustancias orgánicas, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos (éter, hexano, cloroformo, etc.), y se caracterizan por poseer un aspecto oleaginoso, tener pesos específicos menores que el del agua y ser fácilmente saponificables con álcalis. Se aplica la denominación genérica de aceites a los productos grasos, líquidos a la temperatura ambiente (20°C) y la de grasas a los productos grasos sólidos a la misma temperatura.

A continuación se enumeran las funciones más importantes que desempeñan las grasas:

- a) como fuente de energía.
- b) forman parte de la estructura celular y están presentes en las funciones de la membrana.

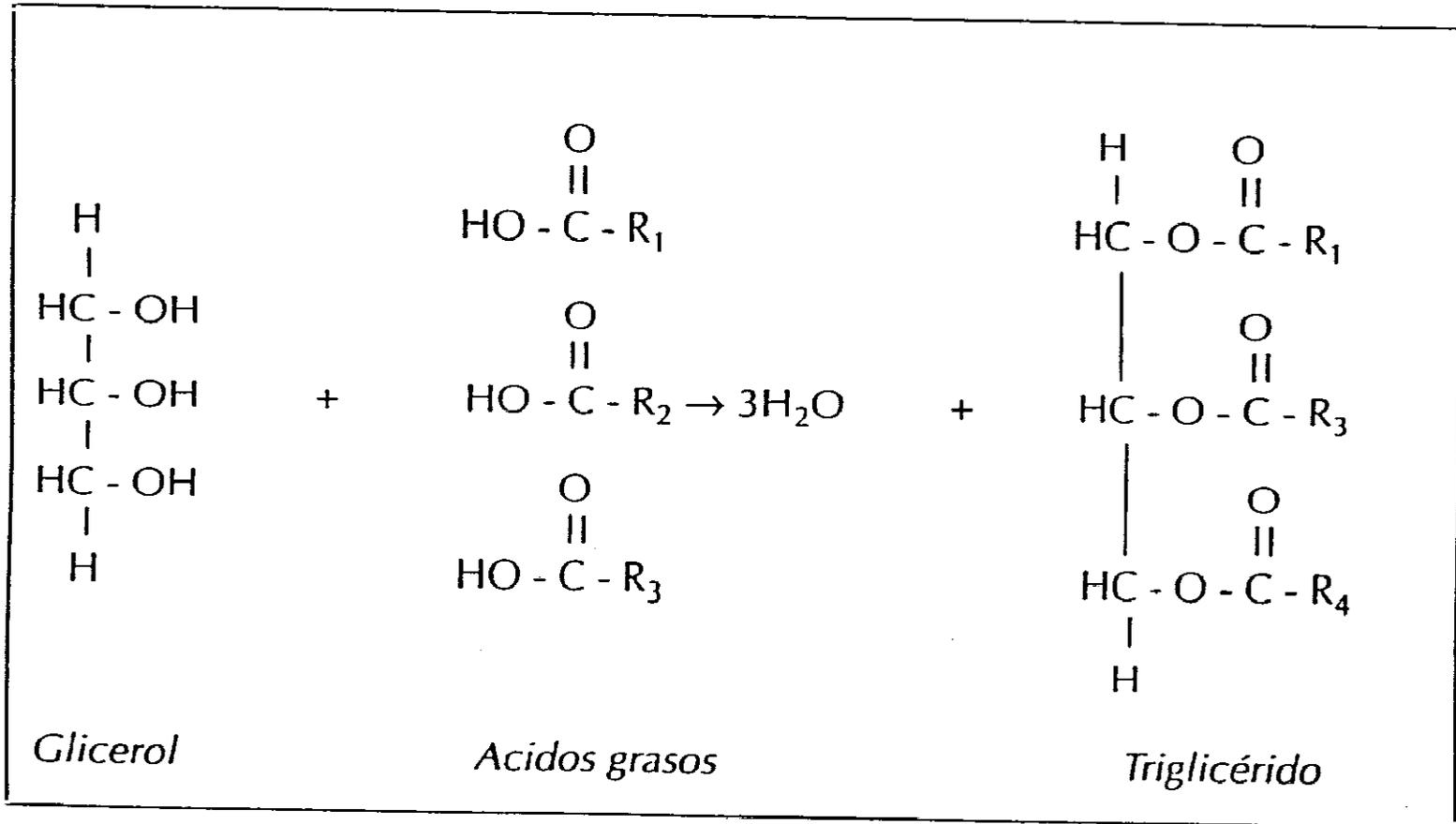


Figura 1.- Formación de los triglicéridos (Mechlenbacher, 1.970).

- c) como fuente de ácidos grasos esenciales (AGE) precursores de la síntesis de prostaglandinas.
- d) como vehículo de las vitaminas liposolubles.
- e) como control de los niveles de lípidos en la sangre.

Además, las grasas contribuyen al buen sabor de los alimentos aumentando su palatabilidad, siendo importantes en su preparación y elaboración (Mechlenbacher, 1.970).

El hombre obtiene la energía que precisa de tres fuentes principales de elementos nutritivos: proteínas, grasas e hidratos de carbono. De estas tres, las grasas son las que tienen el mayor valor energético (9 kcal/g), frente a 4 kcal/g para proteínas e hidratos de carbono. Mientras que en muchos países en desarrollo son frecuentes ingestas de grasas comprendidas entre el 10 y el 20% de la energía, el promedio de la energía aportada en los países desarrollados por las grasas en la dieta oscila en general entre el 35 y el 45% de la energía total, ligeramente superiores a las recomendaciones establecidas por la Organización Mundial de la Salud que están en torno al 30% (OMS, 1.990).

Aunque las necesidades diarias de grasas se pueden satisfacer cuando su ingesta suponga alrededor de un 30% de las calorías consumidas; también debe existir una correcta proporción de los distintos tipos de ácidos grasos siendo aconsejable que la relación ácidos grasos poliinsaturados/saturados sea igual o mayor de uno ($P/S \geq 1$) (National Academy of Science, 1.989; OMS, 1.990).

Se habló mucho tiempo de la regla de los 3/3, es decir, un tercio de grasas saturadas, un tercio de monoinsaturadas y un tercio de poliinsaturadas. pero hoy se tiende a disminuir los

ácidos grasos saturados (por sus efectos sobre el colesterol sanguíneo) y a aumentar los monoinsaturados, por lo que se aconsejan cifras de un cuarto de saturados, la mitad de monoinsaturados y un cuarto de poliinsaturados (PUFA) (Committee on Diet, Nutrition and Cancer, 1.982; Jacotot, 1.988).

Sobre los AGE existen varias teorías acerca de los niveles aconsejables pero en general las cifras que se aconsejan de ácido linoleico van del 1% al 7% de las calorías totales, o de 2 a 20 g diarios; y de ácido linolénico, del 0,5% al 1% de las calorías. Debido a la competencia metabólica existente entre las familias n-3 y n-6 de los ácidos grasos, se recomienda que el cociente linoleico/linolénico esté comprendido entre 5 y 10 (OMS, 1.990).

También debe haber cierta proporción entre las cantidades ingeridas de ácidos grasos poliinsaturados y de vitamina E, pues, entre otras cosas, ésta evita la oxidación de aquéllos. Se recomienda que el cociente de vitamina E (mg)/AGP (g) sea algo mayor de 0,6 (Debry, 1.980; Barrón y Santa-María, 1.991).

Además de servir de vehículo a las vitaminas liposolubles (A,D,E y K), la principal misión de las grasas es la de almacenarse en el tejido adiposo cuando sobra energía. Las grasas que se almacenan no se sintetizan solo con las componentes de los alimentos, sino también con las procedentes de los hidratos de carbono y proteínas que no se utilizan. Se comprende que la composición de las grasas del tejido adiposo no sea la misma que la de las grasas que comemos, aunque éstas hacen cambiar aquélla lentamente, a veces incluso al cabo de meses.

A las diferencias en las cantidades globales de grasas consumidas entre unos pueblos y otros, se suma el factor de la gran diversidad de los orígenes de éstas. Hasta ahora, las fuentes

de las mismas se habían clasificado en animales o vegetales, pero hoy sabemos que ésta división es algo imprecisa y será necesario perfeccionarla para poder describir mejor los efectos metabólicos que producen las distintas grasas. En la Tabla I podemos apreciar el consumo mundial de aceites y grasas en el año 1985 y la estimación del consumo en el año 1995. En general, podemos observar un descenso relativo de los aceites de consumo tradicional en nuestro entorno (oliva, girasol, soja) y un fuerte incremento en el consumo de aceites de otras culturas y otras latitudes como son los de palma, coco, algodón, colza, etc. (Berra y Fedeli, 1988).

Aunque las grasas naturales contienen vestigios de muchos componentes deseables, tales como ácidos grasos esenciales, vitaminas liposolubles, aceites esenciales, etc., en los últimos años han pasado a ser, al igual que otros componentes de la alimentación, vehículo para compuestos liposolubles indeseables. Los más frecuentes de éstos son los plaguicidas, herbicidas y otros productos químicos empleados en agricultura, los cuales exigen un estricto control para que no incidan negativamente en la salud de los consumidores.

1.1.2.1.- Tipos de ácidos grasos

Los ácidos grasos intervienen en la constitución de los lípidos complejos (triglicéridos, fosfolípidos y ésteres de colesterol). Son compuestos orgánicos formados por una larga cadena hidrocarbonada y un grupo terminal carboxílico ($-\text{COOH}$), los más abundantes en las grasas contienen un número par de átomos de carbono. Las diferencias estriban en la longitud de la cadena, en el grado de insaturación (número de dobles enlaces) y en la posición de estos. Estas diferencias confieren las características propias de cada ácido graso (Figura 2).

TABLA I.- ESTIMACION DEL CONSUMO DE ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES EN EL MUNDO (Berra y Fedeli, 1.988).

| ORIGEN | % | ACEITES VEGETALES | 1985 (%) | 1995 (%) |
|------------------------|--------|-----------------------------------|-------------|-------------|
| VEGETAL | 77,5 % | SOJA | 29,6 | 20,5 |
| | | GIRASOL | 13,9 | 11,7 |
| | | PALMA | 13,8 | 20,4 |
| | | COLZA | 12,2 | 14,9 |
| | | ALGODON | 8,2 | 9,2 |
| | | CACAHUETE | 6,2 | 8,4 |
| | | COCO | 4,8 | 5,9 |
| | | OLIVA | 4,1 | 1,4 |
| | | PALMISTE | 1,9 | 0,8 |
| | | OTROS (Sésamo, Maíz y Cártamo) | 5,3 | 6,8 |
| GRASAS ANIMALES | | | | |
| ANIMAL | 22,5 % | SEBOS | 36,1 | 33,6 |
| | | MANTEQUILLA | 35,0 | 39,5 |
| | | MANTECA | 28,9 | 26,9 |

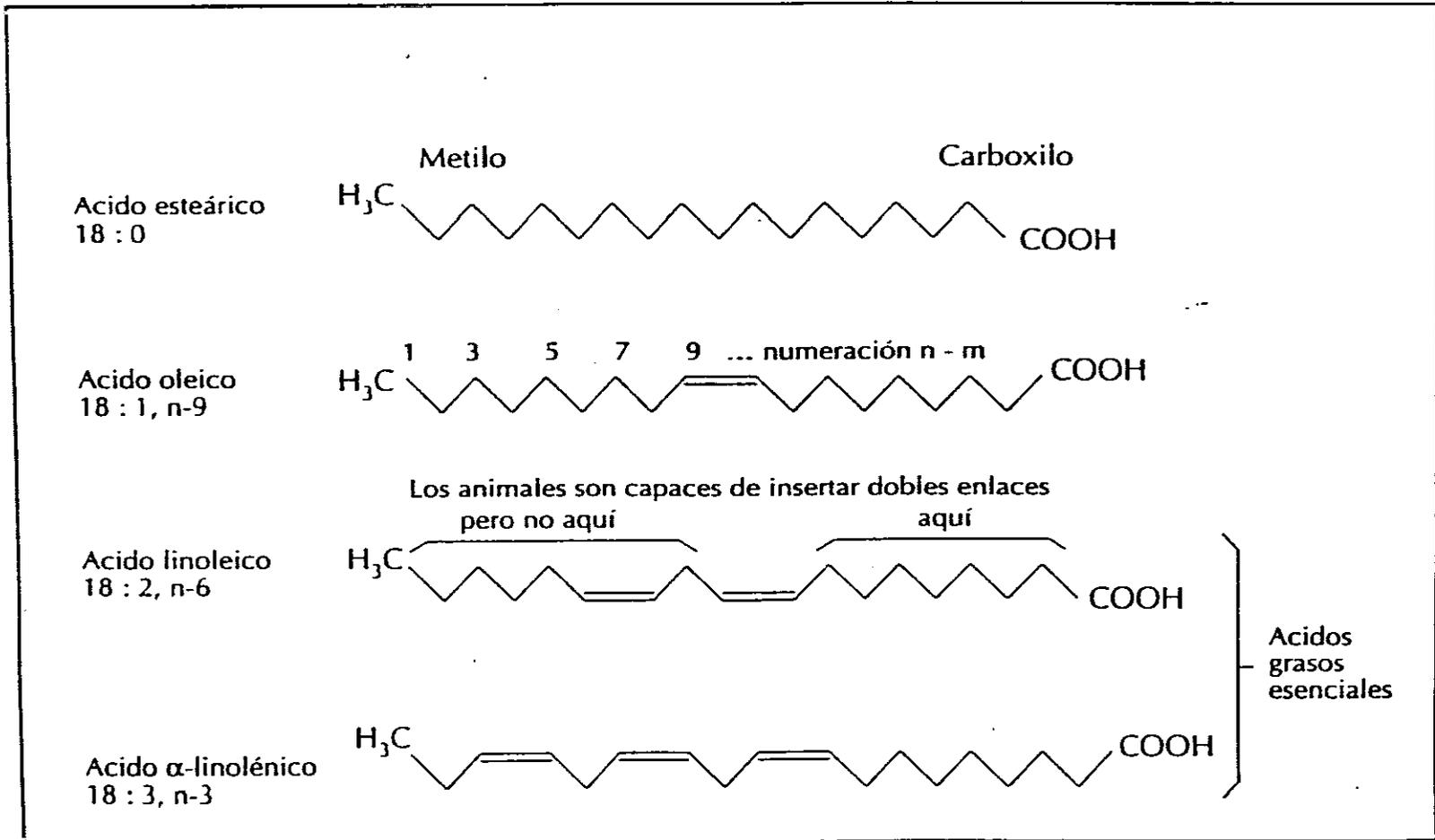


Figura 2.- Representación esquemática de los ácidos grasos (FAO/OMS, 1.978).

Los ácidos grasos saturados se caracterizan por tener todos los átomos de carbono de la cadena unidos por enlaces sencillos y exceptuando el grupo carboxílico, todas las demás posiciones están ocupadas por átomos de hidrógeno. Por el contrario, en los insaturados, dos átomos de carbono contiguos están unidos por un doble enlace y si existieran varios dobles enlaces sería un ácido graso poliinsaturado.

En la Tabla II están reflejados los ácidos grasos más característicos clasificados por el tipo, nomenclatura, número de átomos de carbono y número de dobles enlaces.

De los alimentos más comunes, tienen grasas ricas en ácidos grasos saturados los de origen animal, por ejemplo, las carnes de vacuno, ovino y cerdo, los quesos y la mantequilla; también el cacao (chocolate), los aceites de coco y palmiste, el aceite de palma y algunas margarinas elaboradas con grasas animales. Son ricos en ácidos grasos monoinsaturados los aceites de oliva, colza, cacahuete y almendras y los más novedosos aceites de girasol altos en ácido oleico, también el tocino (además de serlo en saturados). Son ricos en ácidos grasos poliinsaturados los aceites de muchos vegetales y animales marinos. Así, son ricos en linoleico los aceites de girasol, soja y maíz; en linolénico, los aceites de soja y de colza; en araquidónico las grasas de la carne y la yema de huevo y en eicosapentaenoico (EPA) y docosaheptaenoico (DHA) los aceites de pescados (García Rollán, 1.990).

La absorción de las grasas es distinta según la longitud de los ácidos grasos que las componen. Así, las que tienen ácidos de cadena larga (con más de 12 átomos de carbono), después de hidrolizarse (separarse sus componentes) más o menos en el intestino, penetran en las células intestinales. Dentro de ellas vuelven a recomponerse y salen como grasas incluidas en partículas lipoproteicas que las transportan por los vasos linfáticos y luego sanguíneos.

T A B L A II

CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LOS ACIDOS GRASOS

| NOMBRE COMUN | ABREVIATURA |
|-----------------------------------|-------------|
| SATURADOS | |
| Butírico | C4:0 |
| Capróico | C6:0 |
| Caprílico | C8:0 |
| Cáprico | C10:0 |
| Laúrico | C12:0 |
| Mirístico | C14:0 |
| Pentadecanoico | C15:0 |
| Palmítico | C16:0 |
| Heptadecanoico (Margárico) | C17:0 |
| Esteárico | C18:0 |
| Aráquico | C20:0 |
| Behénico | C22:0 |
| Lignocérico | C24:0 |
| MONOINSATURADOS | |
| Miristoléico | C14:1 |
| Palmitoléico | C16:1 |
| Heptadecenoico (margaroleico) | C17:1 |
| Oleico | C18:1, n-9 |
| Erúcico | C22:1, n-9 |
| Cetoléico | C22:1, n-11 |
| Selacoleico | C24:1, n-9 |
| POLIINSATURADOS | |
| Linoleico | C18:2, n-6 |
| Gamma-Linolénico | C18:3, n-6 |
| Alfa-Linolénico | C18:3, n-3 |
| Dihomo-Gamma-Linolénico | C20:3, n-6 |
| Araquidónico (AA) | C20:4, n-6 |
| Eicosapentaenoico (EPA) | C20:5, N-3 |
| Docosatetraenoico | C22:4, n-6 |
| Docosapentaenoico | C22:5, n-6 |
| Docosapentaenoico (Clupanodónico) | C22:5, n-3 |
| Docosahexaenoico (DHA) | C22:6, n-3 |

Pero las grasas con ácidos de cadena mediana o corta (escasos en los alimentos) pueden penetrar en las células intestinales tanto hidrolizadas como sin hidrolizar y, dentro de ellas, acaban en glicerina y ácidos grasos (componentes de los triglicéridos) que pueden llegar directamente al hígado por la vena porta. Este tipo de grasas tienen interés para enfermos con problemas de "malaabsorción" y que no digieren bien las otras. Un ejemplo de éstas son los triglicéridos de cadena media (TCM), muy útiles para el tratamiento de pacientes con problemas de absorción intestinal caracterizados por una disminución de la lipasa pancreática, ácidos biliares o en proceso postoperatorios (Fernández S. Juan, 1.988).

Dadas las muchas interacciones que existen entre los ácidos grasos, y de éstos con otras sustancias, es conveniente cambiar de grasas en la dieta de vez en cuando para corregir así posibles desequilibrios. La escasez de grasas (es muy difícil una alimentación totalmente carente de grasas) no lleva consigo perjuicios importantes directos, aunque el funcionamiento intestinal es menor y está muy dificultada la absorción de algunas vitaminas.

La composición en ácidos grasos del pescado y de las carnes varía mucho con la edad del animal y la alimentación que ha recibido. El cerdo y sus productos son mucho menos grasos que antaño porque los animales se sacrifican más jóvenes, antes de que acumulen mucha grasa en su cuerpo. Hay que advertir también que en las tablas de alimentos anglosajonas las carnes de vacuno dan cifras demasiado altas de grasa, que no corresponden a los animales de nuestro entorno. Nuestras razas tienen carnes menos grasas, que se adaptan mejor a nuestros gustos, y los animales no se ceban tanto como en Norteamérica. Por otro lado, es preocupante el aumento considerable del consumo que en nuestro país están teniendo las grasas vegetales

saturadas (láuricas y de palma) formando parte de productos alimenticios consumidos sobre todo por los niños y adolescentes (García Rollán, 1.990).

1.1.3.- ACIDOS GRASOS ESENCIALES. VALOR NUTRICIONAL Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA

En 1.929, dos especialistas en nutrición, el matrimonio que formaban los Dres. George y Mildred Burr, descubrieron un grupo de nutrientes, denominados ácidos grasos esenciales. Igual que las vitaminas, deben de estar presentes en la dieta, puesto que nuestro organismo no es capaz de sintetizarlos y como ocurre con ellas, la deficiencia de ácidos grasos esenciales (antiguamente llamados vitamina F), puede causar graves problemas metabólicos y enfermedades, algunas de ellas corregibles con la incorporación a nuestra dieta de estos compuestos (Horrobin, 1.983).

Así por ejemplo, la piel se ve muy alterada y pierde su capacidad para retener la humedad. El pelo se cae y aparecen alteraciones tales como el acné y eczema. Los riñones, el cerebro, el corazón, la circulación sanguínea y el sistema reproductor, dejan de funcionar normalmente. Las heridas no cicatrizan bien y se pierden los mecanismos normales de defensa contra las infecciones.

Hoy sabemos algunas de las causas de estas deficiencias de los nutrientes AGE, así como la importancia de sus funciones metabólicas y funcionales. Los ácidos grasos esenciales son componentes vitales de todas las membranas celulares del cuerpo humano, regulando la flexibilidad y fluidez de dichas membranas, contribuyendo de forma decisiva a establecer que sustancias entran en las células, cuáles son las que salen y como responden a los impulsos

nerviosos, funcionales y hormonales. También, los AGE actúan como sustancias precursoras de las Prostaglandinas beneficiosas, E-1 y E-3 (Figura 3) y otros eicosanoides, productos de vida muy corta que deben producirse "in situ" a nivel celular, y que regulan, segundo a segundo, el comportamiento de células y tejidos (Horrobin, 1.990).

En los últimos años se ha investigado bastante acerca de los ácidos grasos esenciales, que consisten en un grupo específico de ácidos grasos poliinsaturados. El organismo animal es capaz de sintetizar muchos ácidos grasos, pero no los AGE, los cuales han de ser obtenidos de la dieta. Estudios experimentales realizados en ratas han demostrado que, con dietas carenciales en estos ácidos, se reduce el crecimiento, aparecen lesiones en la piel (dermatitis eczematosa) y, más recientemente, se ha observado una disminución en la síntesis de prostaglandinas y una agregación trombocítica anormal. Todos estos síntomas desaparecen, o al menos pueden ser evitados, con pequeñas cantidades de AGE. Dentro de este grupo, los ácidos grasos esenciales que tienen una mayor actividad conocida son el ácido linoleico (C18:2, cis-9, 12-octadecadienoico), ácido linolénico (C18:3, cis-9, 12, 15-octadecatrienoico) y el ácido araquidónico (C20:4, cis-5,8,11, 14-eicosatetraenoico).

La formación de enlaces dobles en los ácidos grasos se produce en presencia del oxígeno y un enzima, dando lugar a ácido oleico o palmitoléico. Estos ácidos grasos pueden ser alargados posteriormente con dos átomos de carbono. El ácido oleico puede ser desaturado de nuevo a C18:2, que a su vez puede ser alargado y desaturado. El metabolismo de los ácidos grasos sigue esta vía en los casos de carencia en ácido linoleico. Los productos de desaturación del ácido oleico aparecen entonces en forma de polienos en posición 9. Ahora bien, estos productos no pueden sustituir a los ácidos grasos esenciales.

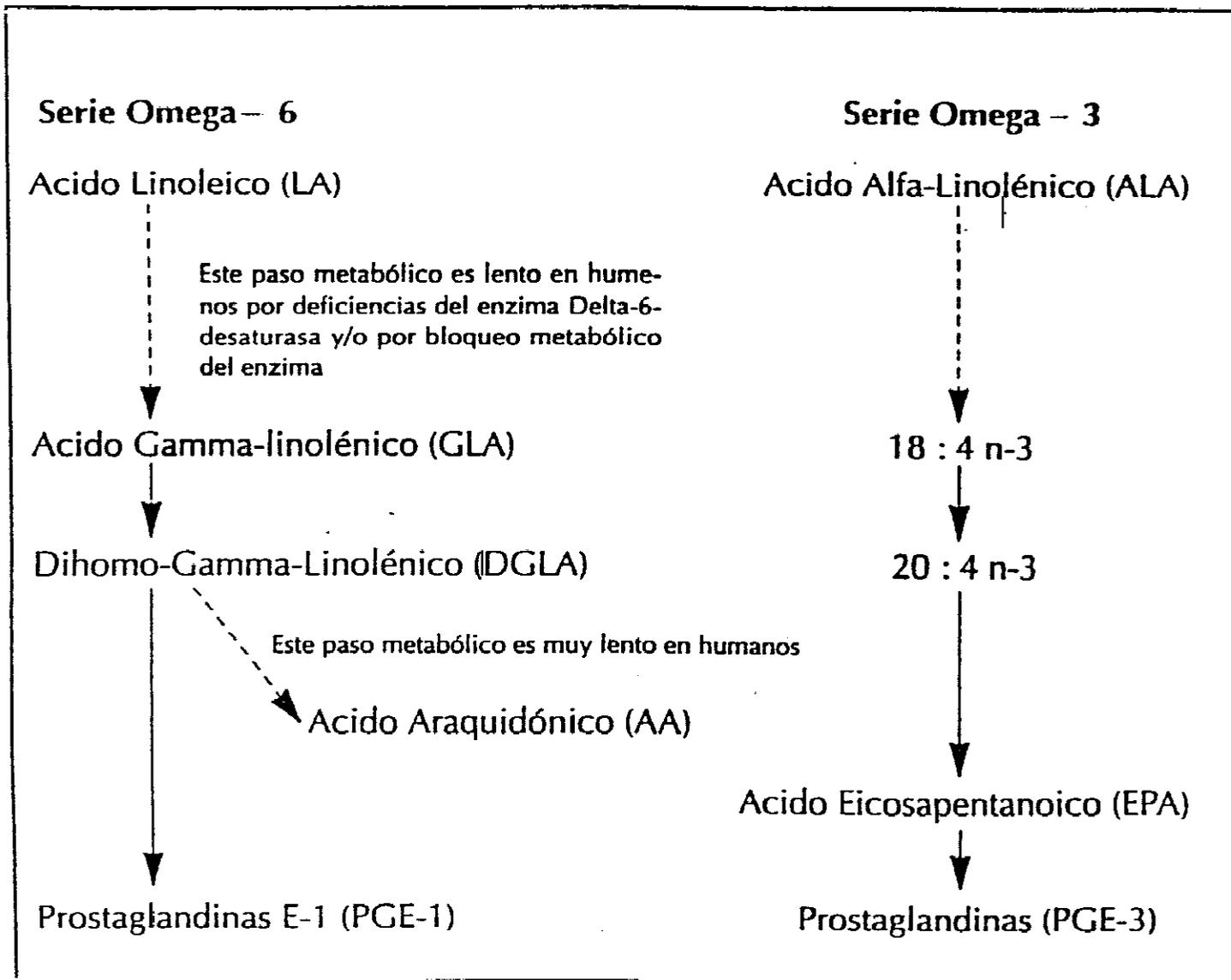


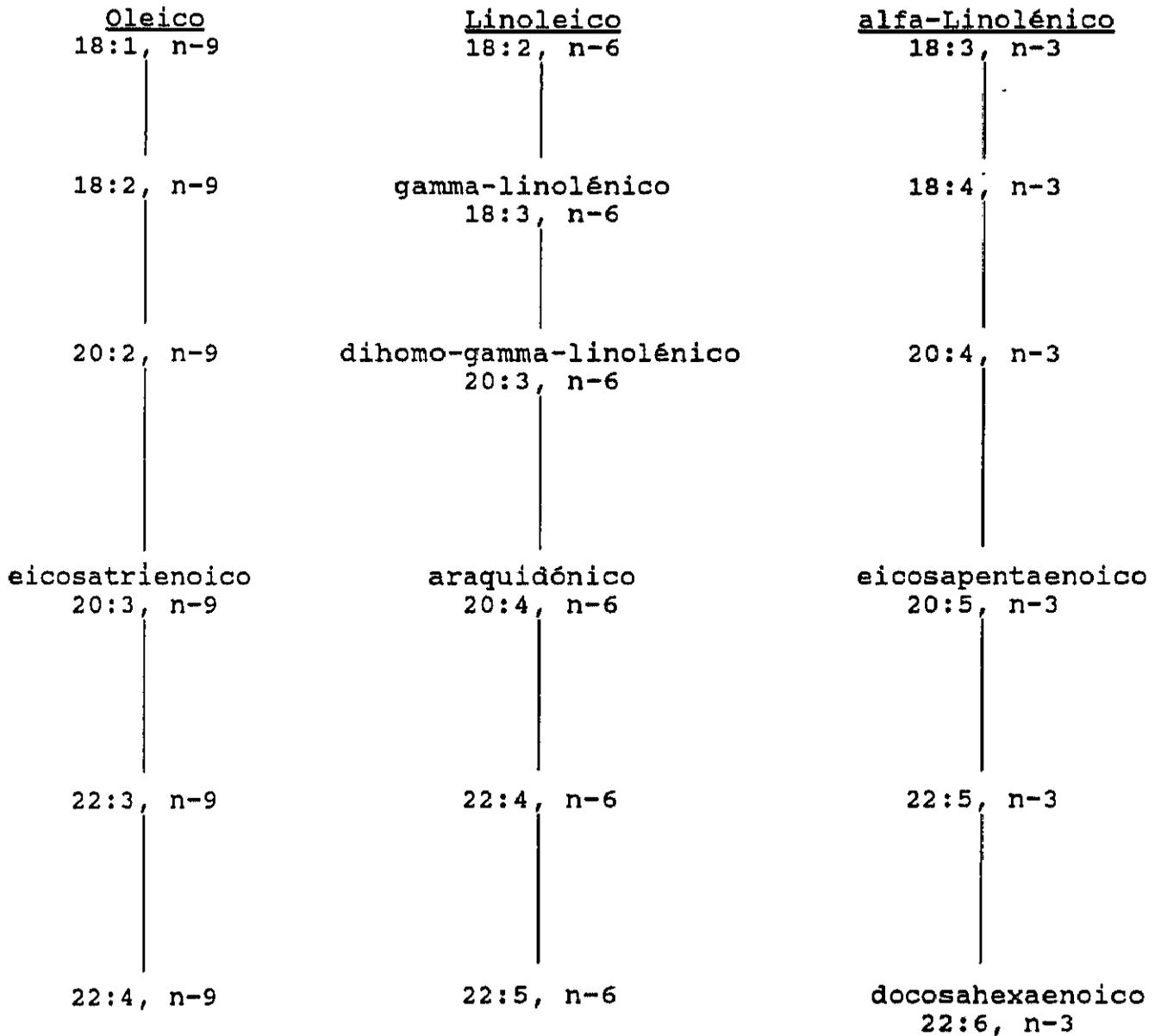
Figura 3.- Series Omega-6 y Omega-3 de los ácidos grasos esenciales (Horrobin, 1.990).

Los ácidos grasos esenciales tienen que estar presentes en la dieta de los animales y del hombre ya que no son capaces de introducir los dobles enlaces en los carbonos 3 y 6 (Figura 2). Por desaturación y alargamiento de los ácidos linoleico y linolénico se metabolizan a derivados de cadena más larga, dando lugar a dos familias de ácidos n-6 y n-3, que intervienen en las estructuras y funciones de todos los tejidos. En ausencia de estos ácidos grasos esenciales, los animales pueden alargar la cadena de 18 carbonos e introducir dobles enlaces, pero en la posición 9, llegando hasta el ácido C20:3, n-9 y produciendo una nueva familia de ácidos poliinsaturados (Figura 4).

Durante la formación endógena de ácidos grasos poliinsaturados, puede producirse la inhibición competitiva de linoleato, linolenato y oleato. Las afinidades del sustrato enzimático son, por este orden, linolenato--->linoleato--->oleato. Esta secuencia hace suponer que existen mecanismos bioquímicos comunes, y explicaría por qué el metabolismo de los ácidos grasos insaturados superiores sólo se produce en situación de carencia de linoleato y linolenato. Puede invertirse la secuencia aumentando el aporte alimentario de ácido oleico o linoleico. Así, una elevada ingesta de ácido oleico va asociada a una disminución de araquidonato de los tejidos, lo que puede repercutir en los niveles de determinadas prostaglandinas (Sinclair, 1.990).

Las deficiencias en ácidos grasos esenciales se observan en el aspecto de la piel que no es normal, en la dificultad de regeneración de los tejidos, aumento de susceptibilidad a las infecciones y un incremento del cociente llamado trieno/tetraeno que expresa la relación entre los ácidos grasos de 20 átomos de carbono procedentes del oleico y del linoleico, C20:3, n-9 y C20:4, n-6.

Figura 4.- Etapas metabólicas simplificadas de los ácidos grasos (Horrobin, 1.990).



Las recomendaciones de la FAO/OMS sobre los niveles de ingesta mínimos de ácido linoleico requeridos para prevenir síntomas de deficiencia son de un 3% en condiciones normales y entre un 5-7% para requerimientos especiales como son los periodos de gestación y lactancia (FAO/OMS, 1.978).

Son evidentes los cambios que se producen continuamente en los hábitos alimentarios y en lo que respecta a las grasas que tomamos en nuestra dieta, según recomendaciones de la FAO/OMS debemos reducir la cantidad total de éstas y, además, cambiar su naturaleza en lo que a ácidos grasos respecta.

Como ya comentamos anteriormente, la relación ácidos grasos poliinsaturados/saturados debe ser igual o mayor de uno ($P/S \geq 1$). Por lo tanto para mantener la relación P/S próxima a la unidad, habrá que moderar el consumo de alimentos ricos en grasas saturadas, combinándolo con alimentos de alto contenido en ácido linoleico (Figura 5).

El ácido linoleico, y en concreto sus derivados metabólicos (ácido araquidónico), juegan un papel importante como partes integrantes de los fosfolípidos en la estructura y función de la biomembrana. Los tipos de ácidos grasos presentes en los fosfolípidos de las membranas celulares pueden ser influenciados por cambios en la dieta, los cuales afectan también a la estructura y función de la membrana celular.

1.1.3.1.- Factores que intervienen en el metabolismo de los ácidos grasos esenciales

La problemática de la bioquímica y rutas metabólicas de los ácidos grasos esenciales se resume en los dos apartados siguientes:

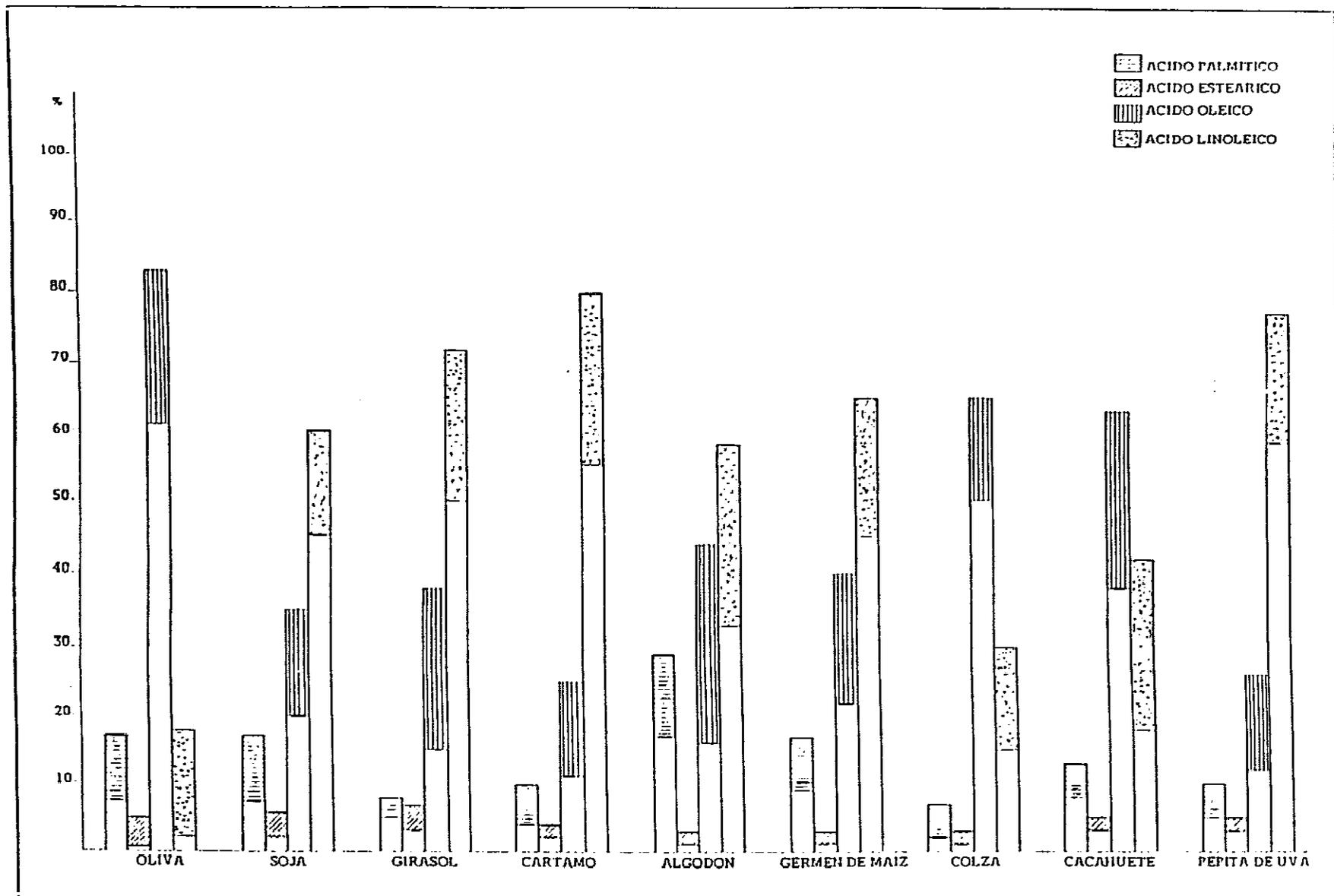


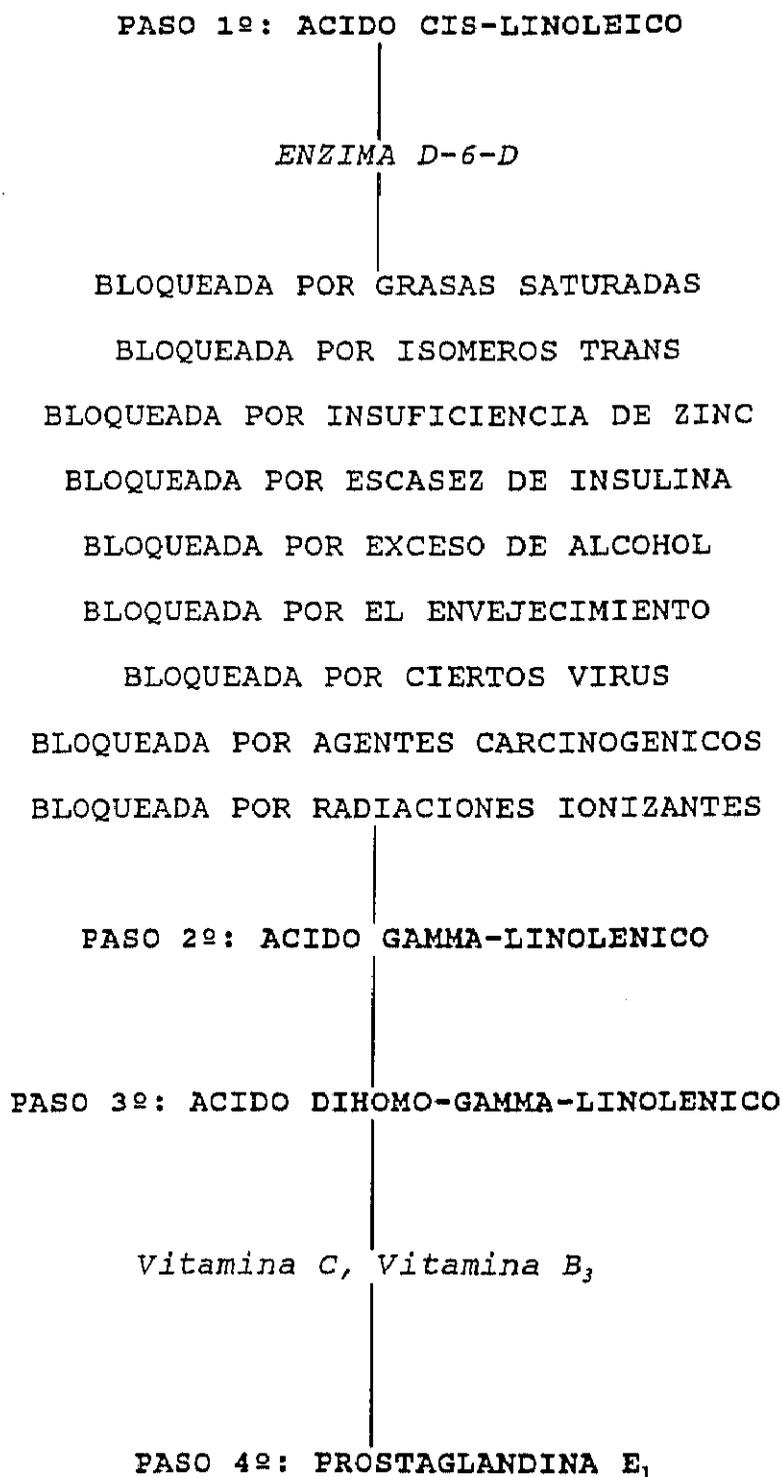
Figura 5.- Distribución porcentual de los ácidos grasos en los aceites vegetales comestibles (Fdez. San Juan, 1.988).

a) El ácido linoleico y el ácido alfa-linolénico, son ácidos grasos poliinsaturados. Los PUFA pueden existir en dos formas "cis" y "trans". Solamente las formas cis de los PUFA tienen actividad biológica, como tales ácidos grasos esenciales, aunque, como después veremos, actividad parcial, ya que es necesaria su conversión metabólica a ácido gamma-linolénico (GLA). Las formas más estables trans no tienen actividad biológica como tales ácidos grasos esenciales, incluso se comportan prácticamente como grasas saturadas, y su única utilización en el organismo consiste en ser oxidados para suministrar energía.

Los PUFA, en forma cis, no son muy estables y tienden a alterarse fácilmente. Por tanto, su presencia en los alimentos, hace que su conservación sea difícil; así, los fabricantes de productos alimenticios prefieren los que no contienen "cis-linoleico", por lo que muchos alimentos se procesan hidrogenándolos para convertirlos en los menos activos biológicamente (pero más estables para su conservación), los ácidos grasos trans. Igual sucede con el ácido alfa-linolénico (ALA), que también se transforma por hidrogenación en ácidos grasos trans, los cuales no sólo no tienen actividad biológica como tales ácidos grasos esenciales, sino que son "per-se" factor bloqueante de la conversión metabólica de cis-linoleico a gamma-linolénico al afectar al enzima delta-6-desaturasa (D-6-D) (Graham, 1.984).

b) Enzima Delta-6-Desaturasa, a veces se tienen deficiencias congénitas. Otras veces, este enzima no parece funcionar bien en el hombre, ya que existe una serie de factores bloqueantes que dificultan su función metabólica. Entre estos factores bloqueantes destacan: envejecimiento, "estrés", niveles altos de colesterol, diabetes, cáncer, ingesta de grasas saturadas y grasas ricas en isómeros trans (margarinas, minarinas y otros productos alimenticios), ingesta elevada de alcohol y otras (Figura 6).

Figura 6.- Agentes bloqueantes de la enzima Delta-6-Desaturasa en la formación de la Prostaglandina E₁ (Graham, 1.987).



Este enzima es también responsable de la conversión metabólica de ALA a C18:4, n-3; por tanto, los factores bloqueantes del enzima son también de gran importancia para la formación de prostaglandinas E-3 (PGE-3).

El ácido gamma-linolénico está ausente en aceites vegetales comestibles y prácticamente sólo está presente en pequeñas proporciones en la leche materna (no en la de vaca ni en la de cabra), siendo más abundante en las semillas de *Oenothera Biennis* (conocida también como onagra, prímula o bellorina) y en las semillas de borraja (*Borago Officinalis*). También está presente este ácido en la microalga *Spirulina*, en hongos *Phycomicetes* y en algunos *Protozoos* (Hudson, 1.984).

Por tanto, si la leche humana constituye una guía de lo que el hombre necesita en su dieta, es previsible pensar que el hombre necesite, no solamente cis-linoleico y alfa-linolénico, sino también los ácidos gamma-linolénico, dihomo-gamma-linolénico (DGLA) y eicosapentaenoico, los cuales facilitan el by-pass del enzima D-6-D y/o el bloqueo de D-6-D con uno o varios de los citados factores bloqueantes, muchos de ellos, tan frecuentes como inevitables.

La Figura 6 muestra esquemáticamente la síntesis metabólica de prostaglandinas esenciales E-1, a través del cis-linoleico, GLA, factores bloqueantes de D-6-D y los nutrientes co-factores de la síntesis de PGE-1.

Aunque teóricamente el ácido dihomogamma-linolénico (DGLA) puede pasar a ácido araquidónico (AA), esto en el hombre normalmente no sucede, ya que para ello es necesaria la intervención del enzima delta-5-desaturasa (D-5-D), y el hombre es, en general, deficitario en

este enzima. Además, las mayores cantidades de ácido araquidónico que ingerimos en nuestra dieta no proceden de la serie omega-3 de ácidos grasos esenciales, sino de nuestra propia dieta, aportando entre 100 a 400 mg de AA al día a través de las carnes, mariscos y productos lácteos (Horrobin y Manku, 1.990).

1.1.4.- COLESTEROL: IMPORTANCIA Y RECOMENDACIONES DIETÉTICAS PARA SU CONTROL

En los últimos años, existe una especial sensibilización por parte del ciudadano acerca del colesterol, su contenido en los alimentos y las posibles repercusiones sobre la salud por una ingesta elevada de éste o de las grasas saturadas.

Establecer una relación clara y evidente entre la ingesta alimentaria de grasas y la aparición de las denominadas "enfermedades cardiovasculares" ha sido el objeto de numerosas investigaciones y trabajos científicos. De todo el conjunto realmente importante de información generada como consecuencia de la problemática suscitada, resulta difícil extraer conclusiones prácticas para la población. No pocas veces, el ciudadano se ha visto bombardeado por recomendaciones contradictorias cuando no sesgadas o interesadas.

Incluso, la opinión científica mundial se ve incapaz a menudo de llegar a un consenso en cuanto a hábitos "saludables" de vida y, más específicamente, a hábitos alimentarios que recomendar.

Si aceptamos, como punto de partida, que el conjunto de alteraciones de los vasos que desemboca en la aparición de aterosclerosis, trombosis, infarto, etc., está producido al menos en parte, por una "constelación causal" en la cual intervienen tanto factores dietéticos como

ambientales e individuales (tanto a nivel de predisposición genética como por la existencia de patologías añadidas), estaremos entonces seguros de coincidir con las conclusiones obtenidas en la mayoría de los estudios científicos llevados a cabo. Por ello, podremos transmitir una información veraz y asequible, amén de útil a los consumidores (Martínez Alvarez, 1.990).

Está sólidamente demostrado que existe una relación entre el nivel de colesterol en el plasma sanguíneo y la probabilidad estadística de padecer un infarto de miocardio. Estudios epidemiológicos demuestran una correlación clara entre esta enfermedad y un exceso de colesterol por encima del umbral normal, entre hipercolesterolemia y enfermedad coronaria, relación que es exponencial y continua, llegando a la conclusión que dietas ricas en grasas, y, en particular, en grasas saturadas y en colesterol, aumentan los peligros de aterosclerosis (Keys, 1.980; Simons, 1.986 y Pyörälä, 1.987).

Por todo ello, existe una hipótesis de la dieta y el corazón (Diet Heart Hypothesis) del ateroma, la cual sugiere que el tratamiento de la hipercolesterolemia disminuye la incidencia de la patología coronaria.

El excesivo aporte de colesterol exógeno eleva los niveles de colesterol en sangre en una magnitud modulada por la cuantía del aporte y la predisposición genética del individuo (Vázquez y col., 1.987).

Es razonable pensar que una reducción del nivel del colesterol en la sangre puede reducir la incidencia de la enfermedad coronaria, sin embargo, es una enfermedad multifactorial y la hipercolesterolemia no es el único factor que influye sobre el desarrollo de la lesión arterial, habiéndose otros "factores de riesgo" que deben ser tenidos en cuenta, entre los que destacamos

los siguientes: hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes mellitus, obesidad, inactividad física, estrés emocional, antecedentes familiares, sexo, edad, etc.

Actualmente las enfermedades cardiovasculares son la primera causa de mortalidad en la mayoría de los países desarrollados. Es considerada como la verdadera plaga de nuestro tiempo, incluso más que el cáncer, puesto que supone un 43,3% de las muertes después de los 50 años, frente al 16,8% por diversos tipos de cáncer y al 5,9% por neumonías y gripe (Flórez Tascón y col. 1.990).

Sin embargo, hay que dejar constancia de que a pesar de la especial sensibilización hacia su consumo, el colesterol es un componente necesario en el desarrollo de muchas funciones metabólicas.

1.1.4.1.- Funciones metabólicas del colesterol

El colesterol es un tipo de compuesto liposoluble, prácticamente insoluble en el agua y que se encuentra en la fracción esterólica del insaponificable de las grasas. La presencia de un grupo hidroxilo (-OH) en su molécula (Figura 7) posibilita la formación de ésteres con los ácidos grasos, representando ésta forma el 70% del colesterol plasmático. El colesterol constituye la base química de compuestos tan diversos como las hormonas sexuales (andrógenos, estrógenos y progesterona), la vitamina D o las hormonas adrenocorticales (corticoides). Es el componente habitual de todos los tejidos animales y el principal constituyente del tejido cerebral y nervioso.

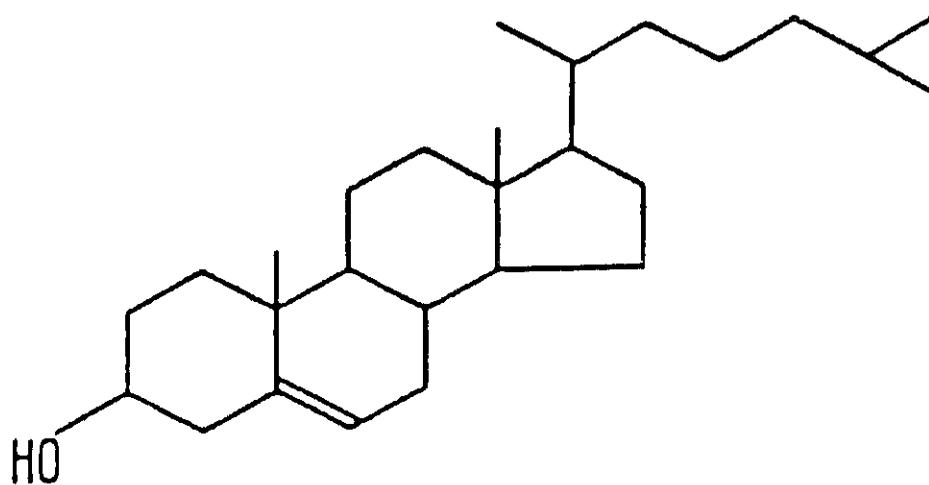


Figura 7.- Estructura química del colesterol (Diem y Lentner, 1.975).

Además, interviene en las estructuras de las membranas celulares y contribuye a la impermeabilidad de la piel, también el 70-80% del colesterol de procedencia exógena se transforma en ácido cólico en el hígado para constituir las sales biliares necesarias en los procesos digestivos.

La mayor parte del colesterol procede sobre todo del hígado, por síntesis endógena a partir del acetil-coenzima A (colesterol endógeno), aunque también se sintetiza en las células del intestino delgado, la otra parte procede de los alimentos que ingerimos (colesterol exógeno) (Diem y Lentner, 1.975).

Existe la tendencia generalizada apoyada por diversos autores según la cual no conceden una capital importancia a las fuentes exógenas de colesterol puesto que, cuantitativamente no son las más importantes. Aunque también es cierto que el control de la ingesta de colesterol y grasas saturadas es el único medio disponible y eficaz junto con el farmacológico, para actuar sobre la colesterolemia.

Las enfermedades, las transgresiones dietéticas y los factores no modificables (edad, sexo, factores genéticos, etc.) tienden a provocar exceso de oferta de colesterol, depositándose en las paredes arteriales al resultar su eliminación muy difícil, dada su escasa solubilidad y debido a la necesidad de ir ligado para su transporte, a una proteína (apoproteína). Al elemento resultante de la unión del colesterol y la apoproteína se le denomina lipoproteína. Las lipoproteínas son partículas muy pequeñas encargadas de transportar por la sangre los lípidos, es decir, las grasas, el colesterol y los fosfolípidos. Son de varias clases, aunque las principales, se denominan quilomicrones (QM), lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), lipoproteínas de densidad intermedia (IDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de alta

densidad (HDL). Tienen forma de bolitas de hasta una micra de diámetro, formadas por una capa externa muy delgada compuesta de colesterol, fosfolípidos y apoproteínas y un núcleo central grande compuesto de grasa y ésteres del colesterol. Pero su composición es diferente en cada clase de lipoproteínas, pues por ejemplo, las VLDL y los QM contienen mucha grasa, las LDL mucho colesterol y las HDL muchas apoproteínas y fosfolípidos (Tabla III). También es distinta su duración, pues la vida media de los QM es de unos minutos, de las VLDL unas horas y de las LDL y HDL de unos 3 a 5 días.

Veamos algunos aspectos importantes del metabolismo de esas partículas y de las anomalías (hiperlipidemias o hiperlipoproteinemias), en las que intervienen:

Los QM o quilomicrones son las partículas mayores. Se forman en las células del intestino a partir de las grasas de los alimentos (junto con el resto de los componentes). En los capilares sanguíneos sobre todo en los que están en los músculos y en el tejido adiposo, hay un cierto enzima (lipoproteínlipasa) que hidroliza las grasas de los quilomicrones en sus dos componentes (ácidos grasos y glicerol). Los QM, ya sin grasas, penetran al fin en las células del hígado, donde son destruidos, por lo que, cuando se está en ayunas, no hay QM en la sangre.

Muy raras veces se hereda un defecto del enzima que hidroliza las grasas o del cofactor que lo activa y en esos casos el número de QM aumenta fuera del periodo de digestión y se acumulan las grasas en la sangre. Es lo que viene llamándose anomalía de tipo I, que puede producir erupción cutánea, dolores de vientre, alteración de la retina o consecuencias más graves, como aumento del tamaño del hígado y bazo e inflamación del páncreas.

TABLA III.- COMPOSICION DE LAS LIPOPROTEINAS (Martínez, 1.990).

| | |
|-------------------------------------|-----|
| HDL: | |
| Proteína..... | 50% |
| Colesterol..... | 20% |
| Triglicéridos..... | 5% |
| Fosfolípidos..... | 25% |
| Proporción en el plasma: aprox. 17% | |
| LDL: | |
| Proteína..... | 25% |
| Colesterol..... | 50% |
| Triglicéridos..... | 7% |
| Fosfolípidos..... | 18% |
| Proporción en el plasma: aprox. 65% | |
| VLDL: | |
| Proteína..... | 10% |
| Colesterol..... | 15% |
| Triglicéridos..... | 60% |
| Fosfolípidos..... | 15% |
| QUILOMICRONES: | |
| Proteína y PL..... | 2% |
| Colesterol..... | 8% |
| Triglicéridos..... | 90% |
| IDL: | |
| Proteína..... | 10% |
| Colesterol..... | 30% |
| Triglicéridos..... | 40% |
| Fosfolípidos..... | 20% |

Las **VLDL** se denominan así por las iniciales de las palabras inglesas " very low density lipoprotein" o lipoproteínas de muy baja densidad. Contienen también muchas grasas (además de otros componentes), pero se forman en el hígado principalmente. En su recorrido por la sangre, el enzima antes mencionado de la pared de los capilares hidroliza las grasas, con lo que las partículas pierden tamaño y se transforman en las **IDL**.

A veces, se agrupan en la sangre las **VLDL** y por tanto las grasas; es lo que se llama anomalía de tipo **IV**, de la que hay una forma familiar heredable y otra activada por el alcohol. No suele haber síntomas importantes (solo dolor de cabeza, somnolencia y malestar digestivo), a no ser que la anomalía sea considerable y entonces pueden aparecer los síntomas que mencionamos en la anomalía tipo **I**. Suele ir acompañada de intolerancia a la glucosa y exceso de ácido úrico.

Otras veces ocurren aumentos simultáneos de **VLDL** y **QM**, es la anomalía de tipo **V**, que pasa al tipo **I** si el enfermo toma muchas grasas en la dieta y al tipo **IV** si se toman muchos hidratos de carbono.

Las **IDL** (lipoproteínas de densidad intermedia) pueden penetrar en las células del hígado y desaparecer, pero la mayoría siguen por la sangre perdiendo grasa, hasta que se transforman en **LDL**. A veces su número aumenta en la sangre antes del paso a **LDL**, debido a una mutación de cierta apoproteína. Esta anomalía de tipo **III**, generalmente asociada a otras como hipotiroidismo, obesidad, diabetes, etc., produce bultos en la piel (xantomas), amarilleamiento de los pliegues de las palmas de las manos y complicaciones vasculares ateroscleróticas (García Rollán, 1.990).

Las **LDL** se denominan así por las iniciales de las palabras inglesas "low density lipoprotein" (lipoproteínas de baja densidad) que como ya hemos visto proceden de las **VLDL**, son muy ricas en colesterol, debido a que las grasas se fueron hidrolizando en gran parte por el camino. Las **LDL** acaban penetrando en las células del organismo gracias a los receptores específicos existentes en gran número en su superficie, unos 20.000 por célula (Havel, 1.984). El colesterol que llevan las **LDL** al interior es utilizado en parte por las células para sus funciones y el sobrante se almacena. Además, se pone en marcha un sistema de retrocontrol, de modo que cuanto más colesterol entra, más se bloquea su fabricación interna por la célula y más disminuye el número de receptores específicos de **LDL** (Goldstein, 1.983).

A veces se producen mutaciones (cambios heredables) en los receptores o pueden faltar éstos, por lo que se acumulan las **LDL** en la sangre (se consideran anormales cifras de 1,70 o más por litro) y, por tanto, también el colesterol; son las anomalías de tipo II.

Si la falta de receptores es pequeña y el colesterol aumenta a menos de 3 g/L, los síntomas externos son poco llamativos, tales como ciertos bultitos amarillos en los párpados (xantelasma) o un arco pálido en la córnea (gerontoxón) que aparece antes de los 40 años. Pero si faltan la mayoría o todos los receptores de **LDL** de las células, el colesterol en la sangre puede llegar a ser de 6-10 g/L, con graves consecuencias, como bultos en los tendones extensores de los dedos y tendón de Aquiles (xantomas), bultos en la piel (codo, rodilla, etc.) y gran riesgo de aterosclerosis, con infartos a edad temprana a veces incluso antes de los 20 años (Brown y Goldstein, 1.985).

Según las últimas investigaciones de Brown y Goldstein (premios Nobel de Medicina en 1.985) el gen del receptor de las **LDL** es controlado por un elemento regulador en su

"promotor", denominado SRE-1 (Sterol Regulatory Element), aspecto este que es una de las bases en la investigación de la aterosclerosis. Cuando se ingieren dietas muy ricas en colesterol, éste se dirige al hígado y allí reprime la expresión del receptor encargado de eliminar ese colesterol de la circulación. Lo que origina niveles altos de colesterol en la sangre es el hecho de que este colesterol inhibe la expresión del receptor LDL, que es la lipoproteína encargada de transportar esta sustancia en la sangre. Sin embargo, no todo el mundo responde de la misma forma a los niveles de colesterol ya que hay personas que ingieren con la dieta altos valores de colesterol y sus niveles en sangre son bajos y viceversa. Estos autores creen que el mecanismo por el cual los niveles de los receptores de LDL son inhibidos, es diferente para cada persona y está relacionado con un componente genético.

Las HDL se llaman así por las iniciales de las palabras inglesas "high density lipoprotein" o lipoproteínas de alta densidad. Son las partículas más pequeñas (unas 0,01 micras). En su fase naciente, denominada HDL₃, se forman en gran parte con restos de la capa externa de las VLDL y QM que se desprenden al arrugarse estas partículas cuando pierden grasa de su interior. Después se cargan de colesterol en su núcleo y pasan a la fase HDL₂.

Además de intercambiar apoproteínas y colesterol con las otras partículas, las HDL actúan llevando colesterol al hígado, es decir, es como si sacaran colesterol de las células para llevarlo a la vía de eliminación (bilis); de ahí el papel protector que se les atribuye. Efectivamente, se ha visto que si las HDL bajan los niveles a la mitad de los valores normales (se consideran normales cifras medias de 0,40-0,45 g/L en hombres y 0,45-0,55 g/L en mujeres), el riesgo de infarto se multiplica por 2 y, por el contrario, con cifras altas de HDL según los últimos estudios realizados disminuye mucho el riesgo. En la aparición de infartos de miocardio

influyen más las cifras altas de LDL cuando se tienen menos de 40 años y las cifras bajas de HDL en los mayores de 40 años. Si se pretende que aumenten los niveles de las HDL de modo inofensivo basta con hacer ejercicio físico de forma moderada (Gandhi y Raina, 1.984).

En resumen y esquematizando mucho el transporte de colesterol por las diferentes lipoproteínas, se puede decir que los QM llevan lípidos desde el intestino al hígado, las VLDL y LDL los transportan fundamentalmente desde el hígado a los tejidos y las HDL desde los tejidos al hígado donde son posteriormente eliminados con la bilis (Figura 8).

De todo lo expuesto anteriormente es fácil deducir que sirve de poco un simple análisis de colesterol (aún se ven algunos con la denominación de colesteroína, palabra creada en 1.916). Sólo podrá servir de pista para tomar alguna medida preventiva y, si el resultado es alarmante, ordenar un análisis de las fracciones lipoproteicas, pues no es lo mismo que el colesterol esté alto a causa de un exceso de LDL (con el consiguiente riesgo de enfermedades cardiovasculares), que si lo está por exceso de HDL (aspecto deseable). Aún más interesantes serían los análisis de las apoproteínas, es decir las Apo.B de las LDL (se consideran cifras normales menores de 1,35 g/L) y las Apo.A₁ de las HDL (cifras normales de 1,2 g/L), pero hoy todavía no son análisis habituales debido a la dificultad que entrañan.

En los países ricos, el 10-15% de los adultos tienen exceso de lípidos en la sangre y las hiperlipidemias más frecuentes son las de tipo IV y II . Las anomalías graves suelen ser hereditarias , por lo que es muy probable que tengan hiperlipoproteinemias los hijos de las personas que hayan padecido algún infarto antes de los 50 años.

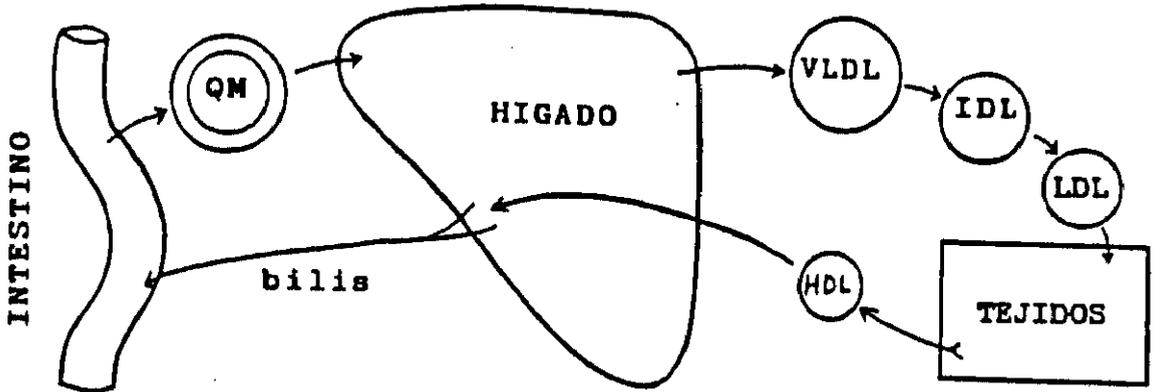


Figura 8.- Metabolismo y transporte del colesterol por las lipoproteínas en el organismo (G^a Rollán, 1.990).

Las anomalías relacionadas con errores alimentarios suelen ser de los tipos que aumentan las LDL (dietas con mucha grasa, abundantes ácidos grasos saturados y mucho colesterol) o las VLDL (dietas con muchas calorías, muchos hidratos de carbono o alcohol) (Jacotot, 1.985; Hegsted, 1.986).

1.1.4.2.- Aspectos clínicos y niveles recomendables de colesterol

La preocupación social existente acerca del colesterol y de sus posibles consecuencias negativas es relativamente reciente ya que en diversos estudios llevados a cabo por expertos se ha comprobado que la disminución de los niveles de colesterol en la sangre reducía de forma notable el riesgo de desarrollo de enfermedades de las arterias coronarias y ataques al corazón. Un estudio realizado por el Coronary Primary Prevention Trial de la Lipid Research Clinics en Estados Unidos (Lipid Research Clinics Study Group, 1.984) demostró sin lugar a dudas que los bajos niveles de colesterol disminuían el riesgo de un ataque al corazón. Esta investigación fue dirigida por el National Institute of Health y está considerado como uno de los estudios médicos sobre colesterol más importantes. Se realizó en 12 centros clínicos de Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) durante 10 años, implicó a 3.806 hombres y su costo fue de 150 millones de dólares, los resultados del estudio demostraron, sin lugar a dudas, que al bajar los niveles de colesterol en la sangre disminuye el riesgo de sufrir un ataque al corazón, fatal o no.

Los resultados del seguimiento durante 10 años de estos pacientes, demostraron que por cada 1% de disminución de los niveles de colesterol en sangre, el riesgo de un ataque al corazón se reducía en un 2%. Fueron comparados entre sí dos grupos de hombres con características idénticas tales como edad, peso, presión sanguínea, hábito de tabaquismo, etc., estos dos grupos que tuvieron idéntico comienzo y fueron mantenidos en idénticas condiciones,

exceptuando los niveles de colesterol, presentaron una marcada diferencia en la incidencia de ataques al corazón así por ejemplo un hombre del grupo de colesterol controlado, disminuyó su nivel de colesterol en la sangre en un 10% y su posible riesgo de un ataque al corazón fue un 20% menor que si no hubiera reducido su colesterol. Aunque el estudio se llevó a cabo en hombres es evidente que las conclusiones pueden ser extrapolables a las mujeres.

Otros estudios realizados sobre este tema han sido el de Keys en los años 60, con grupos, de hombres de 40-59 años en siete países (Seven Countries Study) el cual mostró una estrecha relación entre los niveles de colesterol y la mortalidad debida a procesos cardíacos coronarios durante los diez años siguientes (Keys, 1.970).

Otro trabajo interesante es el llamado Estudio Framingham (Kannel y col., 1.971) que comenzó en el año 1.949 y fue realizado con una muestra de 5.209 personas, de 30 a 62 años, de ambos sexos y libres de enfermedad coronaria, de la población de Framingham (EE.UU.). El objetivo de este estudio era conocer los factores que condicionaban la aparición de las enfermedades cardiovasculares, así como su incidencia y prevalencia. Después de 14 años de seguimiento, se compararon los niveles de colesterol de los individuos que desarrollaron coronariopatía. Como dato fundamental se comprobó que la incidencia de esta cardiopatía era directamente proporcional a las concentraciones de colesterol sérico total. También se demostró que los niveles de beta-lipoproteínas en sangre estaban en relación directa con la aparición de estas cardiopatías.

También es interesante el estudio realizado por la OMS con 6.600 personas procedentes de Edimburgo, Budapest y Praga y, que duró 5 años a partir de 1.964 (OMS, 1.983) o el Helsinki Heart Study (Frick y col., 1.987), realizado con unas 4.000 personas en Finlandia, que

duró 5 años desde 1.981. Estos estudios se hicieron con hombres de mediana edad que tenían alto el colesterol pero que no tenían insuficiencia coronaria manifiesta. Teniendo en cuenta los resultados globales de estos estudios se llega a la conclusión de que bajando el colesterol sanguíneo un 8-10% se consigue disminuir el riesgo de accidentes cardiovasculares en torno a un 17-30%. La conclusión general es que reduciendo los niveles de colesterol en sangre, se reducen los riesgos de enfermedades cardiovasculares. Es evidente que un primer paso será controlar y modificar nuestros hábitos alimentarios procurando disminuir la ingesta diaria de alimentos ricos en colesterol y en grasas saturadas y, en el caso de que la dieta por si misma no sea suficiente, será conveniente saber cuales son las prescripciones farmacológicas adecuadas para controlar los niveles de colesterol.

Veamos ahora algunos datos sobre los niveles de colesterol, en principio todos los seres humanos independientemente de la raza y sexo tenemos en el momento de nacer una concentración de colesterol plasmático muy baja situada en torno a los 50-70 mg/dL y hacia el sexto mes de vida está ya alrededor de los 100 mg/dL, valor éste que va aumentando de forma gradual hasta los tres o cuatro años de edad, manteniendose posteriormente de forma más o menos estable hasta la adolescencia (Hodgson y col., 1.976).

Como vimos anteriormente el colesterol es necesario para el organismo por las diversas funciones que desempeña, pero entonces la cuestión que nos debemos plantear es ¿Cuál es el nivel "normal" de colesterol en la sangre?. Es evidente que existen varios factores a tener en cuenta para responder a esta pregunta, uno de ellos es la edad del individuo ya que en la infancia y adolescencia debería ser bajo (aunque ha sufrido un incremento alarmante en España en los últimos años), luego va aumentando en los varones hasta los 45-55 años y en las mujeres

hasta los 60 años y después tiende a estabilizarse o incluso a bajar algo. El nivel de colesterol en sangre también varía con el sexo (las mujeres dan cifras más altas a partir de la menopausia), la raza, el país, la región geográfica o incluso circunstancias personales del propio individuo como régimen alimenticio, consumo de alcohol, ejercicio físico, estrés, medicamentos, etc., y otras variaciones muy importantes de origen genético.

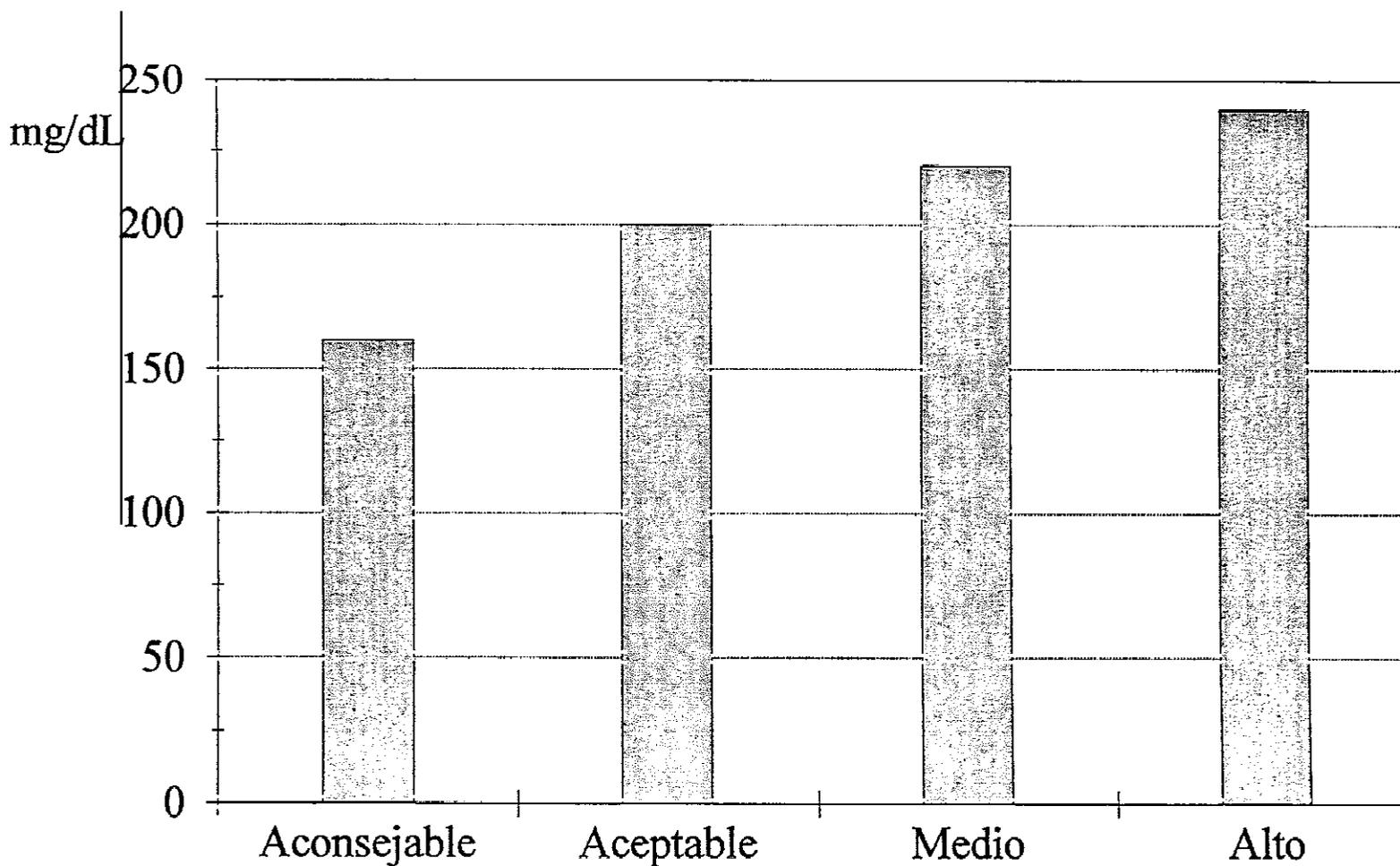
Sin embargo, a pesar de todas estas variaciones que hemos mencionado existen unas cifras internacionalmente aceptadas como válidas (Figura 9).

Un nivel aconsejable será aquel que esté comprendido entre 160-200 mg/dL; para el considerado nivel medio (220-240 mg/dL) se aconseja dieta adecuada y para el nivel alto (> 240 mg/dL) además de dieta especial se deberá recurrir a la medicación prescrita por el facultativo cuando así lo crea conveniente. En jóvenes de hasta 30 años de edad estas cifras deberán ser un 10% inferiores aproximadamente. De cualquier forma, en los jóvenes menores de 20 años las cantidades de colesterol sanguíneo no deben superar los 200 mg /dL (Roth y Streicher, 1.990).

Respecto a los niveles de colesterol en los niños el Lipid Research Clinics (1.984) definió el nivel de 200 mg/dL como límite a partir del cual se hablaría de hipercolesterolemia.

La Consensus Development Conference on Lowering Blood Cholesterol to Prevent Heart Disease del NIH (1.985), aconseja denominar niños de "riesgo moderado" a los que tienen más de 170 mg/dL de colesterol, para edades de 2-19 años (corresponderían al percentil 75). Serían niños de "alto riesgo" los que tengan cifras superiores a 185 mg/dL.

FIGURA 9.- NIVELES DE COLESTEROL EN SANGRE
(Roth y Streicher, 1.990).



La American Health Fundation (1.989) parte de que las determinaciones del colesterol en niños deberían limitarse a aquellos con historia familiar positiva de enfermedad coronaria manifiesta o de hiperlipemia.

Los grupos de riesgo se definirían así:

- Grupo de bajo riesgo: Col. total < 175 mg/dL.
- Grupo de riesgo moderado: Col. total = 175-200 mg/dL.
- Grupo de alto riesgo: Col. total > 200 mg/dL.
- Grupo de riesgo muy elevado: Col. total > 230 mg/dL.

Como hemos comentado anteriormente existe una preocupante evolución de las tasas de colesterol en los niños y adolescentes, ya que la modificación de los hábitos alimentarios alcanza también a la población infantil y adolescente, al existir una clara tendencia a consumir dentro y fuera del hogar familiar alimentos con un alto contenido calórico ricos en grasas saturadas y colesterol, influenciados de forma directa por el bombardeo publicitario de la televisión y otros medios y que, unido a las teleseries y películas importadas, contribuyen a crear hábitos de consumo no muy saludables (Vázquez y col., 1.987).

También existen niveles altos de colesterol secundarios a ciertas enfermedades tales como diabetes, gota, insuficiencia hepática, hipogonadismo, obstrucciones biliares, porfirias, lesiones hipofisarias o de la corteza suprarrenal, hipotiroidismo, pancreatitis, procesos renales, anorexia nerviosa, intoxicación por insecticidas clorados, algunos tratamientos(con cortisona, ciertos diuréticos o anticonceptivos, hemodiálisis etc.), menopausia y obesidad. También durante el embarazo sube el colesterol, concretamente a partir del segundo trimestre suben las

LDL hasta un 25-50% y el aumento puede persistir unos meses después del parto (Tabla IV) (Sanz y col., 1.987).

1.1.4.3.- Contenido de colesterol en los alimentos

Respecto a la influencia de la alimentación sobre los niveles de colesterol, no es la misma en todas las personas, es decir, unas responden a las variaciones alimentarias y otras apenas lo acusan. También depende, lógicamente, del tipo de alimentos. Veamos, en primer lugar, algunos de los que contienen más colesterol (Watt y Merrill, 1.975; Fernández S. Juan, 1.994) (Tabla V).

En cuanto a la repercusión de los alimentos o nutrientes sobre los niveles plasmáticos de colesterol, se ha escrito mucho y también se han creado muchas confusiones. Bastantes trabajos han dado resultados contradictorios por no haber tenido en cuenta factores decisivos, tales como el contenido de la dieta en ácidos grasos saturados, la riqueza en grasas, la duración de los ensayos analíticos (generalmente demasiado cortos) y, sobre todo, por no diferenciar o especificar si se han hecho con sujetos sanos o enfermos. El factor que más influye sobre el colesterol son las grasas saturadas. Cuando el régimen es rico en ellas (carnes rojas, vísceras, mantequilla, quesos curados, productos de bollería y pastelería, cacao y derivados, etc.) el nivel de colesterol sanguíneo sube de forma notoria. También aumenta con el exceso de calorías y con las bebidas alcohólicas (Mattson y Grundy, 1.985). En la Tabla VI se pueden apreciar diversos alimentos así como su composición en ácidos grasos.

En principio nos interesa conocer una serie de recomendaciones dietéticas que pueden disminuir los niveles de colesterol, entre las que citaremos:

**TABLA IV.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS NIVELES DE COLESTEROL
(Sanz y col., 1.987).**

| <u>Aumentan el Colesterol</u> | <u>Disminuyen el Colesterol</u> |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Hipotiroidismo - Dietas hipercalóricas - Alimentos ricos en colesterol y grasas saturadas - Problemas biliares - Edad avanzada - Sexo masculino - Menopausia - Embarazo - Factores genéticos (colesterol endógeno) - Insuficiencia renal - Durante el invierno | <ul style="list-style-type: none"> - Hipertiroidismo - Dietas hipocalóricas - Alimentación adecuada y grasas insaturadas - Medicamentos - Juventud e infancia - Sexo femenino (hasta la menopausia) - Mala absorción intestinal - Fallo hepático grave - Durante el verano |

TABLA V.- CONTENIDO DE COLESTEROL EN LOS ALIMENTOS
(mg/100 g de producto consumido)
(Fdez. San Juan, 1.994).

CARNES Y AVES

| | |
|-----------------------------|---------|
| Cordero | 90 |
| Pollo | 80-100 |
| Pato | 100-100 |
| Cerdo | 70-80 |
| Pavo | 60-70 |
| Ternera | 80-100 |
| Vacuno semi-graso | 90-110 |
| Jamón curado extra | 60-70 |
| Bacon | 60-80 |
| Charcutería | 80-120 |
| Sesos (cordero) | 2000 |
| Hígado/Riñones | 300-400 |
| Paté de foie | 300 |
| Hamburguesa de vacuno | 20-40 |
| Hamburguesa de pollo | 15-30 |

PESCADOS Y MARISCOS

| | |
|---------------------------|---------|
| Mero | 50 |
| Pescadilla | 70 |
| Merluza | 60 |
| Lenguado | 50 |
| Lubina | 60 |
| Rape | 70 |
| Sardina | 90 |
| Sardinias en aceite | 120 |
| Caballa | 95 |
| Atún | 60 |
| Arenque | 80 |
| Bacalao | 60 |
| Caviar | 400 |
| Ostras | 100-200 |
| Mejillón | 50-100 |
| Gambas | 150-200 |
| Camarones | 150-200 |
| Langosta | 150-200 |
| Salmón | 70 |
| Trucha | 60 |

DERIVADOS LACTEOS Y HUEVOS

| | |
|--|-----------|
| Mantequilla | 220-280 |
| Queso graso | 120 |
| Leche entera | 15 |
| Margarina (Grasa animal y vegetal) ... | 40-60 |
| Yema de huevo | 1400-1600 |
| Mayonesa (80% aceite) | 80 |
| Nata | 40-80 |

**TABLA VI.- DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS ACIDOS GRASOS EN LA
FRACCION LIPIDICA DE ALGUNOS ALIMENTOS
(Fdez. San Juan, 1.994).**

| <u>ALIMENTO</u> | <u>AGS</u> | <u>AGM</u> | <u>AGP</u> |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|
| Aceite de oliva | 12 | 78 | 10 |
| Aceite de soja | 14 | 26 | 60 |
| Aceite de girasol | 10 | 26 | 64 |
| Aceite de maíz | 12 | 30 | 58 |
| Aceite de palma | 51 | 39 | 10 |
| Aceite de palmiste | 84 | 14 | 2 |
| Aceite de coco | 92 | 6 | 2 |
| Margarina vegetal | 22 | 44 | 34 |
| Mantequilla | 58 | 39 | 3 |
| Carne de buey | 48 | 49 | 3 |
| Carne de pollo | 26 | 54 | 20 |
| Carne de cordero | 40 | 55 | 5 |
| Carne de ternera | 40 | 56 | 4 |
| Carne de cerdo | 35 | 50 | 15 |
| Carne de caballo | 34 | 50 | 16 |
| Salmón | 24 | 40 | 36 |
| Atún | 26 | 36 | 38 |
| Trucha | 24 | 37 | 39 |
| Lenguado | 30 | 45 | 25 |
| Merluza | 24 | 40 | 36 |
| Huevos | 31 | 53 | 16 |
| Leche | 58 | 36 | 6 |
| Chocolate | 60 | 36 | 4 |
| Hamburguesa de vacuno | 42 | 50 | 8 |
| Hamburguesa de ave | 33 | 51 | 16 |
| Hamburguesa de pescado | 31 | 41 | 28 |
| Patatas fritas en aceite vegetal | 14 | 26 | 60 |
| Patatas fritas en grasa vegetal | 48 | 42 | 10 |
| Galletas "María" | 52 | 40 | 8 |
| Galletas de chocolate | 70 | 25 | 5 |
| Galletas de nata | 63 | 30 | 7 |
| "Pastelitos" infantiles | 56 | 26 | 18 |

AGS = Acidos Grasos Saturados

AGM = Acidos Grasos Monoinsaturados

AGP = Acidos Grasos Poliinsaturados

a) La ingesta diaria de colesterol exógeno, es decir, el colesterol contenido en los alimentos que ingerimos en nuestra dieta deberá ser inferior a 300 mg/día (National Academy of Sciences, 1.989).

b) Consumir dietas pobres en grasas saturadas. Sin embargo hay que advertir del posible riesgo de reducir demasiado los alimentos de origen animal, pues pueden ocasionar carencias de hierro, calcio, vitamina B12, etc.

c) Procurar consumir grasas en las que el cociente ácidos grasos poliinsaturados /saturados sea igual o superior a uno ($P/S \geq 1$) (Tabla VII).

d) Consumir dietas controlando el número de calorías, sin azúcares refinados en exceso, y procurando una ingesta de alimentos ricos en hidratos de carbono complejos y en fibra alimentaria (Flórez Tascón y col., 1.990).

Asimismo, será conveniente combatir en la medida de lo posible el sobrepeso y la obesidad y practicar algún tipo de deporte o ejercicio físico de forma regular (OMS, 1.990).

Finalmente debemos vigilar el tipo de alimentos consumidos por los sectores más jóvenes de la población debido a la preocupante evolución observada en las tasas de colesterol plasmático en niños y adolescentes.

TABLA VII.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LOS ACEITES Y GRASAS VEGETALES COMESTIBLES (C.I.O.A., 1.991).

| ACIDOS GRASOS | COCO COMESTIBLE | PALMISTE COMESTIBLE | PALMA COMESTIBLE | BABASSU COMESTIBLE |
|----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| C6:0 | 0,8 | --- | --- | --- |
| C8:0 | 5,4-9,5 | 2,4-4,5 | --- | 4,0-7,3 |
| C10:0 | 4,5-9,7 | 3,0-7,0 | --- | 1,2-7,6 |
| C12:0 | 44,1-51,3 | 44,5-52,2 | 0-0,5 | 40,0-55,0 |
| C14:0 | 13,1-18,5 | 14,1-18,6 | 0,5-5,9 | 11,6-17,4 |
| C16:0 | 7,5-10,5 | 6,5-10,4 | 32,0-51,0 | 5,2-10,8 |
| C16:1 | --- | --- | 0-0,6 | --- |
| C18:0 | 1,0-3,7 | 1,3-3,5 | 1,5-8,0 | 1,8-5,5 |
| C18:1 | 5,0-8,2 | 10,5-18,5 | 34,6-52,0 | 9,0-19,2 |
| C18:2 | 1,0-2,6 | 0,7-2,5 | 5,0-11,8 | 1,4-6,6 |
| C18:3 | --- | --- | 0-0,6 | --- |

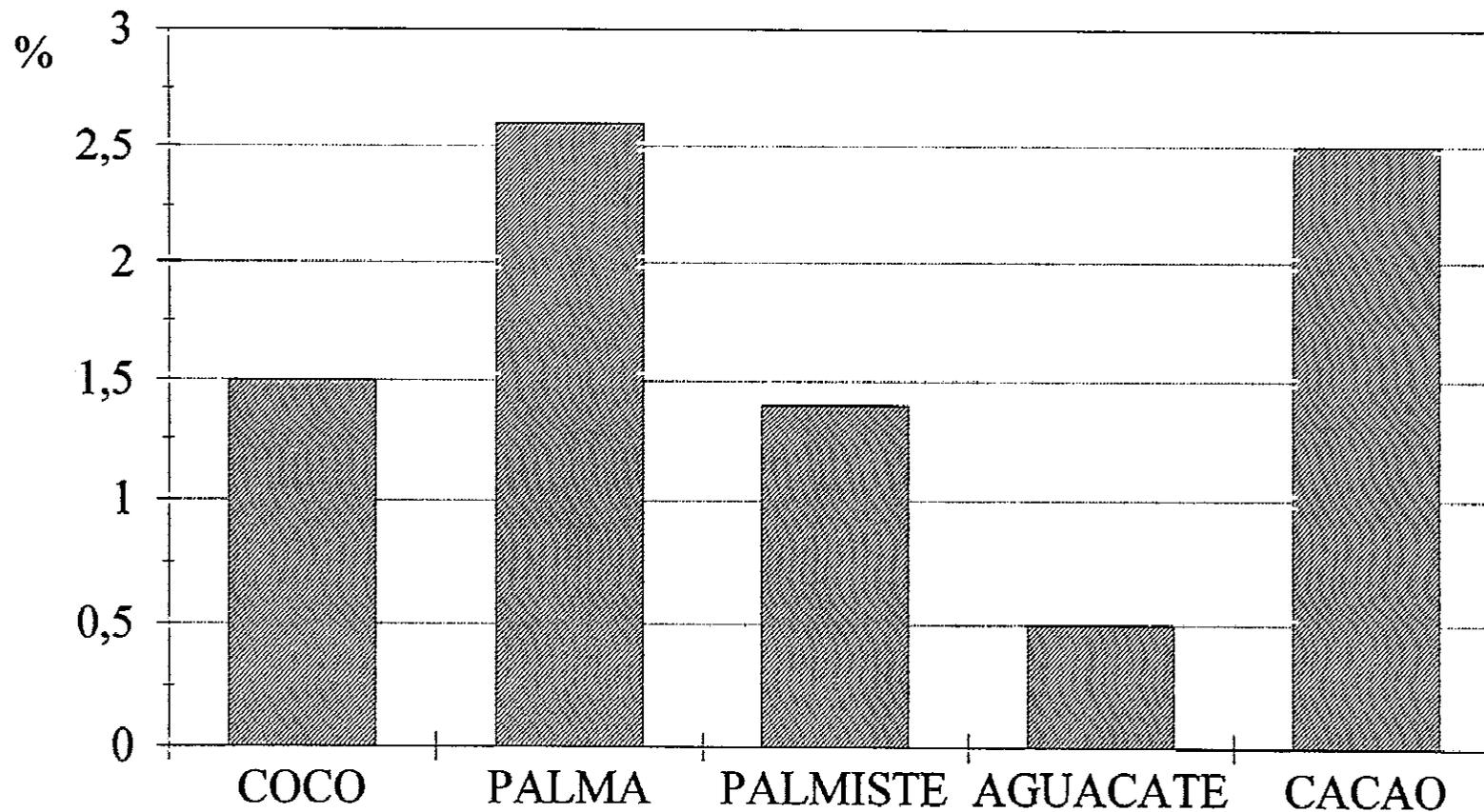
1.1.5.- EL INDICE COLESTEROL/GRASAS SATURADAS: UN INDICADOR DEL POTENCIAL HIPERCOLESTEREMIANTE Y ATEROGENICO DE LOS ALIMENTOS

El potencial hipercolesterimiente-aterogénico de un alimento depende de su contenido en colesterol y grasas saturadas. Un índice colesterol/grasas saturadas (ICGS) ayuda a entender la contribución de cada uno de estos factores. Dicho índice se basa en una modificación de una ecuación de regresión calculada a partir de estudios metabólicos diseñados para reducir los lípidos plasmáticos. Un ICGS bajo indica un escaso contenido en grasas saturadas y colesterol y, por tanto, poca aterogenicidad. El ICGS puede utilizarse para comparar diferentes alimentos y productos alimenticios, así como para evaluar de forma fácil y rápida la ingesta diaria.

Se ha sugerido que la población que ingiere la dieta occidental típica debería alterar sus hábitos alimentarios tradicionales para prevenir la cardiopatía coronaria y otras manifestaciones de la aterosclerosis (American Heart Association, 1.982), ya que existen pruebas experimentales y epidemiológicas concluyentes que sustentan este punto de vista. Blankenhorn (1.985) sugirió que si se pretendía promocionar un cambio a gran escala en la dieta occidental debería elaborarse una puntuación de los alimentos a la que tuvieran fácil acceso todos los especialistas en Nutrición.

Disponer de una puntuación única sería muy útil dada la dificultad para establecer la capacidad hipercolesteremiente-aterogénica relativa de un alimento determinado. Algunas grasas vegetales, como el chocolate, las grasas vegetales hidrogenadas y los aceites de palma y de coco, tienen muchas grasas saturadas pero apenas contienen colesterol (Figura 10).

FIGURA 10.- PORCENTAJES DE COLESTEROL EN LA FRACCION ESTEROLICA DEL INSAPONIFICABLE EN LOS ACEITES Y GRASAS VEGETALES (Valores máximos) (Fdez. San Juan, 1.992).



Este también pudiera ser el caso de los productos de bollería y pastelería, galletas, aperitivos o "snacks", etc., que tienen una alta proporción de ácidos grasos saturados, especialmente si han sido elaborados con grasas láuricas o de palma pero sin embargo su contenido en colesterol no es significativamente alto. La yema de huevo es particularmente rica en colesterol pero contiene una cantidad moderada de grasas saturadas. Alimentos tales como los quesos, la mantequilla y las carnes rojas contienen gran cantidad de colesterol y grasas saturadas. Estas consideraciones, junto con la creciente concienciación de la población y los especialistas en Nutrición (Harlan y Stross, 1.985; Rahimtoola, 1.985 y Stamler 1.985), indujeron a elaborar una cifra única que expresara el potencial hipercolesteremiante-aterogénico de diversos alimentos. A esta cifra, que tiene en cuenta la cantidad de colesterol y grasas saturadas presentes en un alimento dado, se denomina índice colesterol /grasas saturadas (ICGS).

Hagamos ahora un poco de historia para conocer como se elaboró este índice, ya que de hecho se han llevado a cabo numerosos intentos de valorar la aterogenicidad de los alimentos. Según los primeros estudios llevados a cabo en los años 60 (Keys y col., 1.965) se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- a) Las grasas saturadas aumentaban los niveles séricos de colesterol de manera proporcional a su contenido en la dieta.
- b) Por el contrario las grasas poliinsaturadas disminuían estos niveles.
- c) A iguales concentraciones las grasas poliinsaturadas disminuían los niveles séricos de colesterol solamente la mitad de lo que las saturadas los aumentaban.

d) El colesterol exógeno aportado con la dieta aumentaba estos niveles en proporción directa a la raíz cuadrada de su concentración en la dieta.

La fórmula de Keys puede simplificarse diciendo que los ácidos grasos saturados elevan el colesterol en una proporción doble a la que los poliinsaturados la disminuyen.

La ecuación es la siguiente:

$$C = 1.35 (2 \text{ AGS} - \text{AGP})$$

donde C representa la cantidad de colesterol total en el plasma sanguíneo en miligramos por decilitro y AGS y AGP representan, respectivamente, el contenido en ácidos grasos saturados y poliinsaturados de la dieta, expresados en % de la energía total de la misma. Según esta ecuación, una grasa o una dieta que cumpla $2 \text{ AGS} = \text{AGP}$ no cambiará el nivel de colesterol plasmático. Esta conclusión fue comprobada experimentalmente por G. Covian, Anderson y Keys en 1.972 (Grande Covián y col., 1.972).

Whyte y Havenstein (1.976) reelaboraron la ecuación de Keys combinando la composición de grasas saturadas e insaturadas con un componente de colesterol, esto, se justificaba porque estudios metabólicos adicionales demostraron que debía darse mayor importancia al componente referente al colesterol de la ecuación. En 1.979, Zilversmit utilizó esta ecuación modificada y propuso el índice de colesterol de los alimentos de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{IC} = 1,01 (\text{S} - 0,5 \text{ P}) + 0,05 \text{ C}$$

donde S representa la cantidad de grasa saturada (g), P la cantidad de grasa poliinsaturada (g) y C el colesterol (mg).

Estas ecuaciones de regresión fueron diseñadas para demostrar el efecto absoluto de porciones aisladas de alimento sobre el nivel de colesterol plasmático de un individuo determinado. Un inconveniente notable de estas expresiones es que a los alimentos que contienen gran cantidad de grasa poliinsaturada les corresponderán puntuaciones negativas, por lo que, erróneamente, parecerán más adecuados que alimentos con un menor contenido global de grasa.

Estos sistemas de evaluación dan a entender que no es necesario limitar la ingesta de grasas poliinsaturadas, de lo que se podría deducir que se pueden consumir grandes cantidades de colesterol y grasas saturadas (carne, quesos, embutidos, productos de bollería y pastelería etc.) siempre que también se tomen cantidades suficientes de grasas poliinsaturadas que las contrarresten. Hay pruebas de que esto no es cierto, así, en monos y otros animales alimentados con colesterol y grasas poliinsaturadas se desarrolló hipercolesterolemia y aterosclerosis coronaria. Además, el consenso actual indica que la ingesta dietética de grasas poliinsaturadas no debería aumentarse en el hombre dado su elevado contenido calórico y su asociación con el desarrollo de litiasis biliar y, posiblemente, cáncer de mama y colon.

Las recomendaciones dietéticas actuales para el tratamiento y la prevención de la cardiopatía coronaria consisten en reducir la ingesta de grasas saturadas y colesterol y mantener constante la cantidad de grasas poliinsaturadas en torno al 8 % del total de calorías (Committee on Diet, Nutrition and Cancer, 1.982).

Connor y col. (1.986) decidieron modificar la ecuación de Zilversmit para calcular el ICGS, que como vemos no tiene en cuenta a las grasas poliinsaturadas de la dieta, quedando de la siguiente manera:

$$\text{ICGS} = (1,01 \times \text{g de grasa saturada}) + (0,05 \times \text{mg de colesterol}).$$

El ICGS por 1.000 Kcal, que no incluía las grasas poliinsaturadas tuvo una buena correlación ($r = 0,78$) con la mortalidad secundaria a cardiopatía isquémica en varones de 55-64 años de edad de 40 países (Figura 11). Las cifras de consumo se calcularon a partir de datos sobre utilización de alimentos suministrados por la Food and Agricultural Organization (FAO, 1.980); las cifras de mortalidad proceden de la Organización Mundial de la Salud (1.980-1.982). Los ICGS de las dietas de los diferentes países variaban desde 5 (Egipto) hasta 28 (Nueva Zelanda), y la mortalidad desde 45 por 100.000 varones (Nicaragua) hasta 1.030 por 100.000 (Finlandia). Los resultados obtenidos son comparables con los calculados mediante la ecuación que tenía en cuenta las grasas poliinsaturadas de la dieta, aportando una verificación adicional de la eliminación del componente de grasa poliinsaturada en este índice.

Con la ayuda de una tabla que indique el ICGS de los alimentos, es fácil calcular el ICGS de la ingesta diaria y compararlo con los valores óptimos recomendados. Por lo tanto, este índice puede utilizarse como método rápido y preciso para valorar el contenido en grasa saturada y colesterol de las dietas (Figura 12). Así, es posible comparar los potenciales hipercolesteremiante y aterogénico de los alimentos.

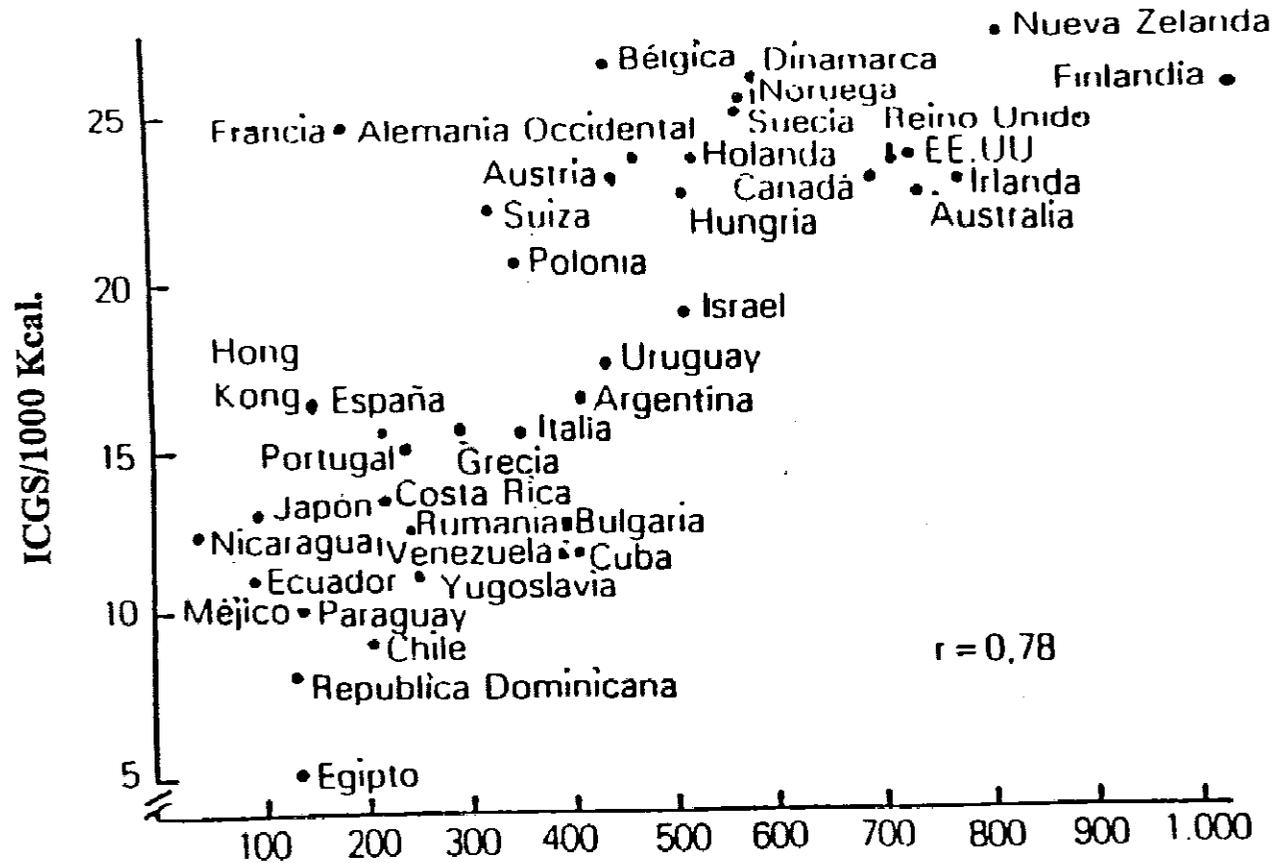
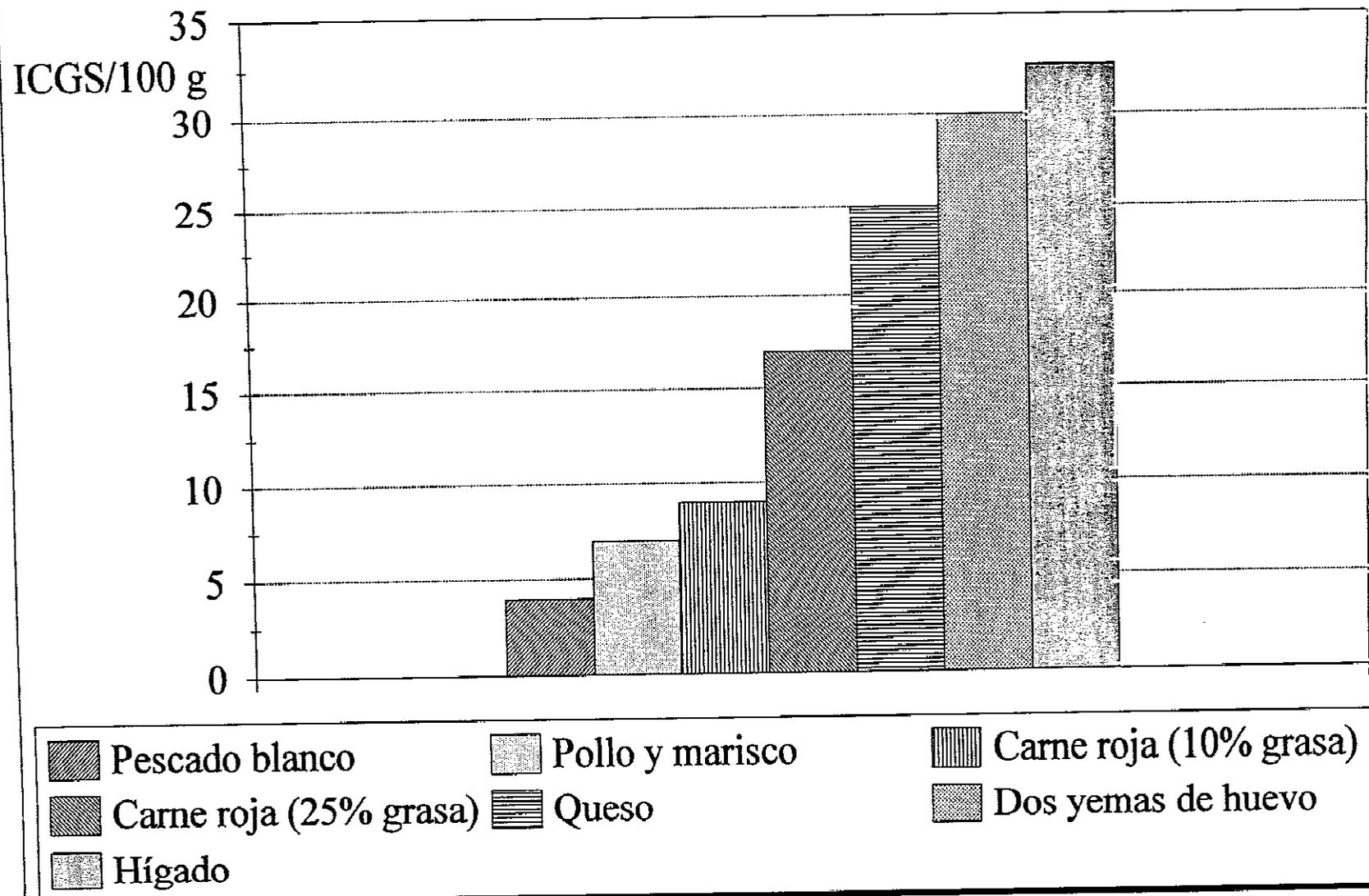


Figura 11.- Tasas de mortalidad secundaria a cardiopatía isquémica comparadas con el ICGS por 1000 Kcal. en 40 países. (Connor y col., 1.986).

FIGURA 12.- ICGS POR 100 GRAMOS DE PESCADO, CARNE, QUESO, YEMA DE HUEVO E HIGADO (Connor y col., 1.986).



1.2.- TECNOLOGIAS DE PRODUCCION DE LOS ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES

1.2.1.- APLICACION DE ESTAS TECNOLOGIAS EN EL PROCESAMIENTO DE LOS ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES.

Hasta hace relativamente poco tiempo, los aceites y grasas comestibles se extraían localmente por operaciones mecánicas, aplicando o no humedad o calor externo, y se empleaban como tales, es decir, sin refinar. Todavía se siguen estos procedimientos en muchos países y, al margen de las alteraciones ocasionadas por la liberación de ácidos grasos o por el enranciamiento, no se pierde ninguno de los nutrientes naturales que contienen.

Los principales aceites vegetales consumidos actualmente en el mundo en orden decreciente de consumo son: Soja, girasol, palma, colza, algodón, cacahuete, coco, oliva, palmiste, sésamo, maíz y cártamo. Entre las grasas y aceites de origen animal se cuentan el sebo, el tocino y los aceites de pescado y mamíferos marinos (Tabla I).

Durante los últimos 50 años, las grasas y aceites vegetales se han obtenido también por métodos más eficaces de prensado mecánico y por extracción con disolventes. Además, se someten a procesos tecnológicos para hacerlos lo más suaves e incoloros posibles. Las técnicas de refinado consisten en lavado, refinado con álcalis, blanqueo y desodorización. Los aceites y grasas resultantes pueden ser todavía objeto de una hidrogenación, una aleatorización o interesterificación y una frigelización o fraccionamiento para emplearlos con diversos fines alimentarios. La Figura 13 muestra las etapas habitualmente empleadas en la elaboración de aceites.

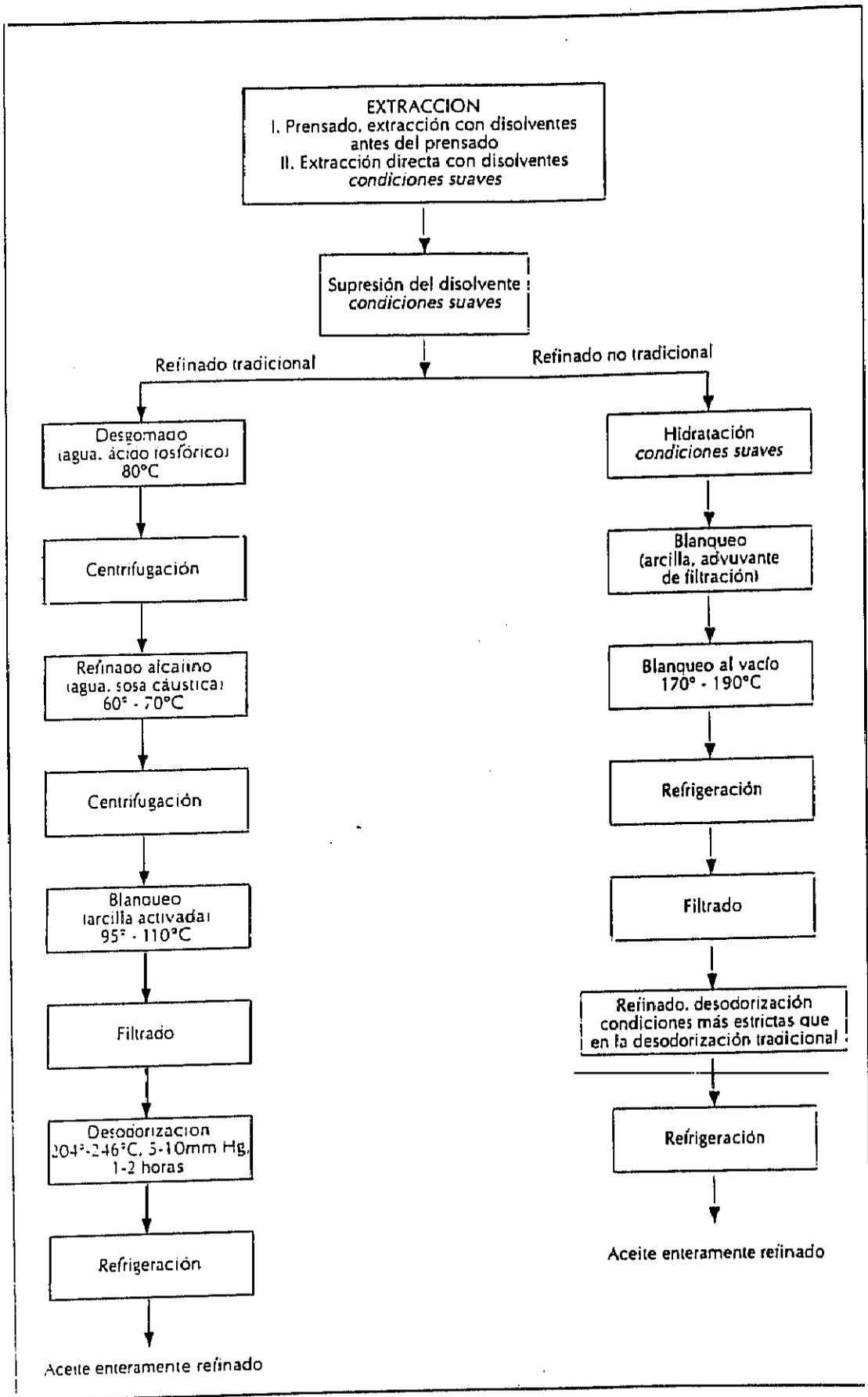


Figura 13.- Etapas en la preparación de un aceite comestible (FAO/OMS, 1978).

En los últimos años se ha producido en España una profunda transformación en el consumo de grasas y aceites ya que ha habido un progresivo aumento del consumo sobre todo, de aceites de semillas, de grasas láuricas (coco y palmiste), aceite de palma, aceites hidrogenados y preparados grasos.

La mayoría de los aceites vegetales empleados como alimento humano son relativamente ricos en ácidos grasos poliinsaturados, especialmente en ácido linoleico (C18:2, n-6), pero algunos aceites contienen también pequeñas cantidades de ácido alfa-linolénico (C18:3, n-3). Estos ácidos grasos pueden autooxidarse si no se protegen con antioxidantes adecuados. Los aceites vegetales contienen por naturaleza compuestos de la familia de la vitamina E, tocoferoles y tocotrienoles, que son eficaces antioxidantes y estabilizadores bajo las condiciones normales de conservación. Si los aceites se calientan excesivamente, o se emplean repetidas veces para freír alimentos, se perderá la vitamina E y se formarán productos de oxidación y polimerización. Los primeros estudios realizados con animales mostraron que estos productos pueden ser tóxicos, y se planteó el problema de los peligros de los aceites sobrecalentados en la alimentación humana. Estudios posteriores llevados a cabo sobre los efectos nutricionales producidos por los aceites de cocina ya empleados indicaron que, bajo las condiciones dietéticas que se dan en la práctica, aunque se supone que no tienen efectos nocivos inmediatos, no existen datos suficientemente contrastados acerca de posibles manifestaciones tóxicas a largo plazo (Pérez-Camino y col., 1.988).

Los aceites vegetales obtenidos por prensado mecánico, y no refinados, conservan inalterados los nutrientes que contienen por naturaleza. Pero podría preocupar la presencia de

sustancias tóxicas, como aflatoxinas en el cacahuete e isotiocianatos en los aceites de soja y de mostaza, si se consumen estos aceites sin refinar.

Los aceites vegetales que se extraen con disolventes, directamente o a partir de residuos de la materia prima tras el prensado mecánico, pueden contener trazas del disolvente o, lo que es más grave, restos de disolventes indeseables. También es posible que el proceso de calentamiento del aceite a temperaturas elevadas, para asegurarse de que estas sustancias hayan desaparecido, pueda dañar al aceite.

1.2.1.1.- Refinación

Una vez extraídos los aceites y las grasas por cualquiera de los métodos expuestos, éstos pueden tener una serie de defectos como son: elevada acidez, olores desagradables, coloración excesiva, etc. que harán aconsejable someterlos a un proceso de refinación. Los sistemas de refinación que habitualmente se utilizan son dos: refinación química y refinación física.

Pasemos a estudiar las etapas necesarias para la refinación química:

- 1) Desgomado
- 2) Neutralización (Primer tratamiento alcalino)
- 3) Refinación (Segundo tratamiento alcalino)
- 4) Lavado con agua
- 5) Secado al vacío

En el refinado físico las etapas son:

- 1) Tratamiento previo

2) Blanqueo

3) Destilación al vapor y/o desodorización

Las ventajas de una refinación de tipo físico sobre el tratamiento químico son las siguientes: Al eliminar del proceso físico de refinación la etapa correspondiente a la neutralización alcalina desaparecen también las pérdidas de producto que acompañan a las pastas resultantes de esa neutralización. Asimismo, los ácidos grasos recuperados lo son en forma de destilado y no en forma de pastas, lo cual supone un subproducto de mayor valor económico.

Veamos ahora las etapas mas importantes de ambos procesos:

Etapas de la refinación química

1) Desgomado

Con objeto de facilitar la neutralización de la grasa, es conveniente efectuar un desgomado previo de las mismas. Esto se consigue calentando el aceite hasta el fundido de las gomas (fosfátidos principalmente), por hidratación, procediendo inmediatamente a su centrifugación. Para obtener buenos resultados es necesario controlar la temperatura de calentamiento así como la utilización de ácido fosfórico en el proceso de desgomado. Las gomas se separan en forma continua, con poco contenido en grasa (15-30%) y con un 50-60% de agua.

El proceso de desgomado suprime los fosfolípidos y otros lípidos polares hidratables.

2) Primer tratamiento alcalino

El tratamiento con álcalis apenas ejerce efectos sobre los triglicéridos del aceite, es decir, sobre su principal función nutricional. Este proceso sirve para suprimir los ácidos grasos libres que se encuentren presentes. Además, suprime componentes de valor nutricional como son los carotenoides (β -carotenos principalmente). Si la supresión de fosfolípidos hidrófilos puede ofrecer ventajas para evitar las salpicaduras y el oscurecimiento del color si el producto se emplea para freír, es deseable reducir la pérdida de carotenoides y considerar la posibilidad de añadirlos después de la elaboración. Existen casos en los que quizás no sea deseable refinar algún tipo de aceites como es el caso del aceite rojo de palma, ya que es una fuente importante de carotenos para ciertas poblaciones (Fedeli, 1.982).

3) Segundo tratamiento alcalino

Cuando la grasa es muy coloreada, es necesario aplicar un exceso de sosa para conseguir una mejora en su color y también en su sabor.

4) Lavado con agua

En esta etapa la grasa o aceite procedente del primer tratamiento alcalino o del segundo (cuando exista), es lavada con un 10-15% de agua caliente. La separación de ambas fases se realiza en una centrífuga.

Con esta única etapa de lavado es posible conseguir una grasa o aceite con menos de 0,007% de jabones. Si se quiere llegar a cifras inferiores (0,002%) es preciso incluir una segunda etapa de lavado.

5) Secado al vacío

En esta fase la grasa o aceite separada en la centrífuga es aspirada por una torre de vacío, donde es dispersada en finas partículas por boquillas atomizadoras. El agua es evaporada inmediatamente por el vacío creado.

Normalmente, la cantidad residual de agua que llega a esta etapa es baja debido a que la separación previa es bastante eficiente. Se trata de un agua dispersa en la grasa que puede representar un 0,5% del total. Por esto, un vacío moderado de 50-60 mm de mercurio es suficiente para pasar de ese 0,5% de humedad a menos de un 0,05%.

Etapas de la refinación física

a) Tratamiento Previo

Con posterioridad a la extracción de los aceites se pueden realizar tratamientos en condiciones más suaves que las del refinado tradicional, comenzandose con un pretratamiento con ácidos minerales y/o agua.

b) Blanqueo

El blanqueo consiste en tratar aceites refinados con pequeñas cantidades, aproximadamente un 0,5%, de "tierras activadas" que con frecuencia van mezcladas con un 0,05% de carbón activo. El tratamiento se efectúa a unos 100°C de temperatura durante 15-30 minutos, para suprimir la mayoría de los pigmentos restantes (por ejemplo, carotenoides, clorofila, gosi-pol). Pero el carácter ácido de casi todas las tierras de blanqueo hace que se produzcan cantidades medibles de ácidos grasos conjugados derivados de los ácidos poliinsaturados presentes.

Asimismo, los ácidos grasos peroxidados se descomponen para dar lugar a compuestos conjugados. Todavía no está claramente definida la importancia de los ácidos grasos conjugados para la nutrición.

Durante el blanqueo al vacío, cuando las temperaturas se elevan hasta 170-190°C y se emplean grandes cantidades de arcilla activada con ácido, se forman isómeros de posición y geométricos de los ácidos grasos más activos presentes. El carbón activo puede eliminar fenantrenos, alfa-benzopirenos y compuestos similares eventualmente presentes.

c) Desodorización

Si se hace pasar vapor por capas de aceite situadas en bandejas, al vacío, a temperaturas de unos 250°C, son arrastradas trazas de ácidos grasos libres, productos volátiles procedentes de la grasa degradada por oxidación, y otros compuestos que dan olor. Los ácidos grasos son eliminados hasta conseguir un producto con solo un 0,05% o menos de estos compuestos, a la vez que se produce la eliminación de olores extraños. Al mismo tiempo tienen lugar otros efectos como, por ejemplo, la supresión parcial de esteroides y tocoferoles tanto libres como esterificados. Por otra parte, es claramente beneficiosa la supresión simultánea de todos los residuos de plaguicidas y de compuestos orgánicos clorados, así como de micotoxinas.

Es frecuente que el contenido del aceite en tocoferoles se reduzca en un tercio durante la desodorización. Como los aceites vegetales, especialmente los que contienen ácidos grasos esenciales, son buenas fuentes de tocoferoles en la dieta, esa pérdida podría ser nociva aunque, en la práctica, es raro observar una escasez de vitamina E en la dieta, incluso en poblaciones pobres.

Las elevadas temperaturas a las que se efectúa la desodorización dan lugar a una cierta isomerización (haciendo pasar de cis a trans la configuración natural) de los ácidos linoleico (C18:2, n-6) y alfa-linolénico (C18:3, n-3). De hecho, el grado de isomerización da un índice muy sensible del grado de alteraciones no beneficiosas que han tenido lugar en el aceite. Es posible que, formándose enlaces intramoleculares, aparezcan ácidos conjugados de monómeros cíclicos, y los enlaces intermoleculares den lugar a polímeros. Las técnicas modernas de desodorización, que han sustituido el empleo de bandejas y de torres con delgadas películas de aceite a través de las cuales se sopla el vapor, hacen el proceso mucho más corto y, según se cree, causan sólo una fracción de las alteraciones que se daban en los aparatos convencionales del tipo de cascada o de bandejas de burbujas. Sería conveniente fomentar el empleo de estas nuevas tecnologías.

Hoy se emplea para los aceites no refinados de calidad excepcionalmente buena la desodorización directa para suprimir los ácidos grasos libres. Se suprime la etapa del refinado con álcali después de la hidratación y el blanqueo al vacío. Pero hay que estudiar bien los efectos de este proceso sobre los ácidos linoleico (C18:2, n-6) y alfa-linolénico (C18:3, n-3), porque el tratamiento se efectúa a temperaturas todavía más altas y durante períodos más largos de tiempo que los tratamientos normales (FAO/OMS, 1.978).

1.2.1.2.- Hidrogenación

Los ácidos grasos que se encuentran en la naturaleza presentan sus dobles enlaces en forma de isómeros cis, siendo esta configuración la que les confiere el carácter de esenciales. La presencia de isómeros trans puede ser debida, bien a causas naturales como las reacciones secundarias que se producen en los procesos de hidrogenación biológica en el estómago de los

rumiantes o como consecuencia de procesos industriales como la hidrogenación, la refinación y otros.

En los animales rumiantes la flora propia hace que actúen isomerasas y reductasas sobre los ácidos insaturados ingeridos y conducen a la formación de, entre otros, el ácido vaccénico (C18:1, 11-t). Por lo tanto, pueden encontrarse formas «trans» en productos derivados como la leche y productos lácteos, carne y productos cárnicos, sebos, mantequillas, etc (Boatella y col., 1.993).

Pero además de las causas naturales expuestas estos isómeros pueden aparecer en alimentos y productos alimenticios sometidos a procesos de hidrogenación catalítica (margarinas, minarinas, etc.), refinación (aceites) o por calentamiento. En este tipo de productos los isómeros trans que habitualmente se encuentran son el ácido elaídico (C18:1, 9-trans), isómero trans del ácido oleico, los isómeros trans del ácido linoleico (C18:2, 9t, 12t; C18:2, 9c, 12t y C18:2, 9t, 12c) y ocasionalmente también pueden aparecer los isómeros trans del ácido linolénico (C18:3, n-3).

La hidrogenación es un método eficaz para convertir los ácidos grasos insaturados de bajo punto de fusión, es decir líquidos, en productos de alto punto de fusión, es decir sólidos. El proceso consigue simultáneamente la protección de las grasas contra la oxidación y fue descubierto por el químico inglés William Norman.

El proceso consiste en añadir hidrógeno en presencia de un catalizador apropiado para dobles enlaces, con lo que el doble enlace captura hidrógeno y se satura. Así, por ejemplo, el ácido graso oleico o el linoleico que son normalmente líquidos a temperatura ambiente,

pueden convertirse al ácido graso esteárico al añadirle hidrógeno y con ello solidificar el producto.

Inicialmente la tecnología de la hidrogenación se usó poco en Europa (ya que se utilizaban grasas animales en la elaboración de margarinas) y mucho en EE.UU., debido a que en este país se usaba el aceite de algodón, subproducto de la industria del algodón, para fabricar margarinas (Enig y col., 1.990).

En la práctica comercial la hidrogenación se realiza por medio de una vigorosa agitación con una cantidad determinada de hidrógeno y de un catalizador (0,05-0,1 %), a una determinada temperatura (100-200° C) y bajo una presión determinada (3-7 Kg/cm²). Como catalizador suelen utilizarse pequeñas partículas de níquel o zinc por tener su distancia interatómica igual a la distancia entre carbonos en un doble enlace (Figura 14).

Las condiciones exactas de la reacción de hidrogenación pueden cambiarse para hacerla más o menos selectiva. Así puede conseguirse que la hidrogenación sature de hidrógeno el ácido linolénico y el ácido linoleico antes que el ácido oleico. En este caso se dice que la hidrogenación es "selectiva", en cuyo caso hay poca variación en el contenido de ácidos grasos saturados.

Cuanto más insaturado sea el ácido graso de partida más fácilmente se hidrogenará, es decir, antes reaccionará con el hidrógeno. Cuanto mayor es la temperatura y la presión, menor es la cantidad de insaturación final y mayor la dureza del preparado.

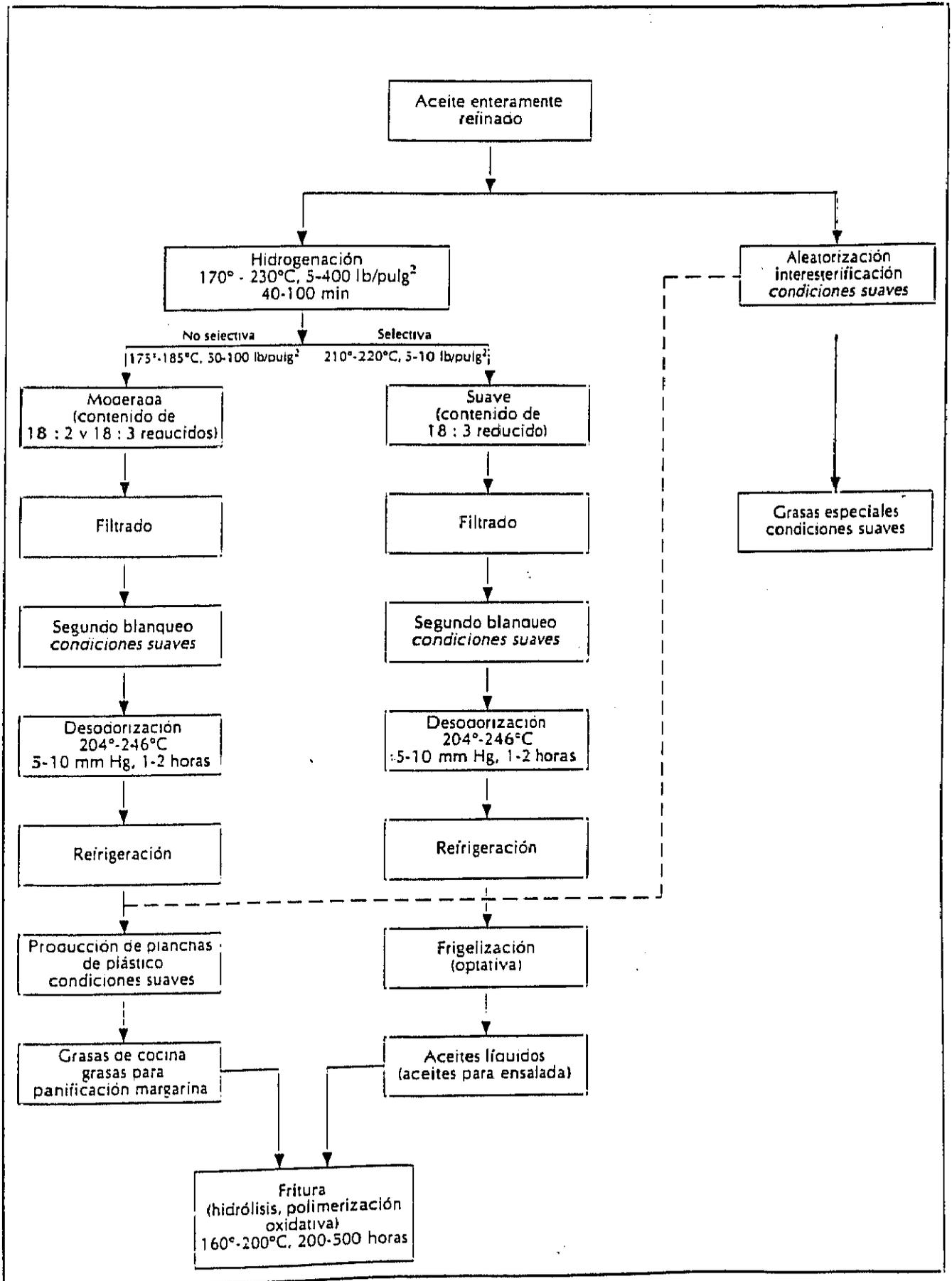


Figura 14.- Tratamientos adicionales de los aceites comestibles (FAO/OMS, 1.978).

Conocer la proporción de ácidos grasos esenciales que quedan en los aceites después del endurecimiento por hidrogenación es importante para valorar su calidad como alimento (Aguilar, 1.993).

En la producción de margarinas se pueden emplear aceites o grasas más o menos hidrogenadas, de origen animal o vegetal. La sustancia grasa expuesta a hidrogenación modifica su consistencia y adquiere una serie de características reológicas interesantes y útiles para la preparación de numerosos productos alimenticios. El proceso de hidrogenación conlleva la formación de una cierta cantidad de isómeros respecto a los ácidos grasos de partida, en los cuales es modificada la configuración de cis a trans (Brissons, 1.993). Este cambio implica una repercusión nutricional al ser consumidos estos productos ya que, entre otros aspectos, al pasar los ácidos grasos de configuración cis a trans se produce una pérdida funcional de sus propiedades como ácidos grasos esenciales y, por lo tanto, será necesario reponerlos para que la ingesta sea apropiada. Estos isómeros son además factor bloqueante en la conversión metabólica del ácido cis-linoleico (C18:2, n-6) en ácido gamma-linolénico (C18:3, n-6), paso éste, fundamental en la síntesis de prostaglandinas E-1.

Para aumentar la estabilidad de ciertas sustancias grasas por reducción selectiva del nivel de los ácidos linoleico (C18:2, n-6) y del ácido alfa-linolénico (C18:3, n-3) se efectúa una ligera hidrogenación. También se emplea en forma menos selectiva para convertir grandes cantidades de aceites líquidos en grasas semisólidas que se destinan para fines alimentarios o para productos más elaborados. La hidrogenación parcial da lugar a cambios muy vastos en los ácidos grasos de los triglicéridos, reduce los pigmentos carotenoides y aclara el color, pero no afecta a los tocoferoles.

La hidrogenación de todos los enlaces no saturados de una molécula de triglicérido o de una molécula de ácido graso no es, en general, el efecto principal de la hidrogenación parcial. Tanto en los ácidos poliinsaturados como en los monoinsaturados se producen desplazamientos de los dobles enlaces, para dar una gama muy amplia de isómeros de posición y geométricos, con un número igual o inferior de dobles enlaces que el ácido original. Se sabe que se producen compuestos conjugados de naturaleza compleja, así como monómeros cíclicos y dímeros intramoleculares lineales. Relevante para la hidrogenación es la pérdida de ácidos grasos esenciales (Fedeli y col., 1.981).

1.2.1.3.- Frigelización o fraccionamiento

Los aceites y grasas naturales tienen características distintas debido a que se componen de un gran número de triglicéridos diferentes. Los triglicéridos con un alto grado de insaturación tienen un punto de fusión más bajo que los que contienen más ácidos grasos saturados.

Si un aceite se enfría a una temperatura determinada, los triglicéridos de punto de fusión elevado (estearinas) se cristalizan, mientras que los que tienen una temperatura de fusión baja continúan líquidos. Entonces las estearinas pueden separarse del aceite (oleínas) dividiéndose la grasa/aceite en dos fracciones. Esta técnica se denomina cristalización fraccionada y se emplea para obtener aceites y grasas aptos para ser empleados como aceites de cocina o para la fabricación de margarinas.

Esta propiedad es la que explica que el aceite de oliva virgen solidifique parcialmente a temperatura ambiente cuando ésta es baja (también es debido a que hay una cierta cantidad de ácido oleico libre que le da el grado de acidez y cuyo punto de solidificación es de 13° C). La

proporción líquida tendrá una temperatura de fusión inferior a la mezcla original y la proporción sólida superior.

Por procedimientos físicos se separan la fase líquida y la sólida a esa temperatura. Repitiendo el proceso a distintas temperaturas se puede obtener una fracción del aceite original con las propiedades de solidez deseadas. Obviamente, este método tiene sus limitaciones pues hay muchos aceites que no tienen una fracción sólida a temperatura ambiente.

Al tratar aceites tales como los de semillas de algodón, oliva y pescado, el proceso se denomina *frigelización*, y en este caso la temperatura del proceso es baja. En el aceite de palma, la temperatura es más alta y el proceso se denomina *fraccionamiento*.

El proceso de la frigelización sirve para suprimir triglicéridos de punto de fusión más elevado de aceites enfriados a temperaturas bajas y produce un aceite líquido que se mantiene claro a las temperaturas del refrigerador. Cuando se emplea en la elaboración de aceites como el de semillas de algodón, o de materiales parcialmente hidrogenados que contengan triglicéridos ricos en ácidos grasos saturados o de configuración «trans», la supresión de estos compuestos incrementa la proporción de ácidos grasos no saturados en el producto frigelizado y, por tanto, podría considerarse beneficiosa desde el punto de vista nutricional. Los triglicéridos de punto de fusión más elevado que se separan de los aceites sin hidrogenar pueden ser empleados como matrices grasas sólidas de margarinas y grasas de panificación. Si procede de aceites parcialmente hidrogenados es posible que esta fracción de triglicéridos de punto de fusión más elevado incluya también los ácidos grasos «trans» (Aguilar, 1.993).

1.2.1.4.- Aleatorización e interesterificación

Este proceso, que se desarrolla en seco y en ausencia de oxígeno a temperaturas bajas o moderadas, sirve para reordenar los ácidos grasos en las moléculas de triglicéridos a fin de dar una distribución más aleatoria. En general, la *aleatorización* de un solo aceite modifica su consistencia y aumenta su punto de fusión. Cuando están presentes dos aceites, el proceso se denomina *interesterificación*. Un empleo frecuente de este proceso se encuentra en la producción de una grasa plástica a partir de un aceite líquido poliinsaturado, interesterificado con una cantidad menor de grasa enteramente saturada. Se ha demostrado experimentalmente que el valor nutricional del ácido linoleico (C18:2, n-6) no sufre consecuencias apreciables con éste proceso. La utilización principal del proceso de interesterificación es el endurecimiento de las grasas.

El efecto de reblandecimiento o endurecimiento de una grasa o aceite se consigue hoy en día fácilmente por medio del proceso de interesterificación química, es decir, cambiando la forma en la que se encuentran los ácidos grasos formando la grasa neutra. Este proceso se realiza a altas temperaturas (entre 80 y 300° C) empleando un catalizador apropiado (sodio, metóxido de sodio, una aleación de sodio y potasio, etc.).

En este proceso lo que ocurre es que se intercambian las posiciones de los ácidos grasos en el glicérido, lo que produce un cambio del punto de fusión del producto.

El proceso detallado es el siguiente : Se producen roturas de los triglicéridos liberándose ácidos grasos al azar. Todos los ácidos grasos que se liberan se entremezclan a continuación. Al mismo tiempo los triglicéridos a los cuales les falta un ácido graso lo capturan del

conjunto de los que se encuentran libres volviendo así a quedar completos. Este proceso continúa hasta que se llega a un equilibrio en el que no cambia ya la concentración relativa de cada triglicérido, dando como resultado una nueva grasa con una composición en triglicéridos distinta a la de partida (Lorusso y col., 1.984).

Debido a que el reemplazamiento de los ácidos grasos se realiza al azar, la distribución en cada triglicérido se puede calcular matemáticamente usando leyes de probabilidad, ello ha dado origen al nombre con que se describe este proceso en inglés, que es *randomización* (de la palabra inglesa "random" que significa azar).

Cuando lo que ocurre es un cambio en la posición de los ácidos grasos dentro del triglicérido (sin cambios en los ácidos grasos que lo componen), entonces lo que tenemos es una *intraesterificación* y lo que se producen son isómeros del glicérido. Este es el primer proceso que ocurre cuando se comienza la interesterificación y que, por tanto, se puede hacer predominante si se interrumpe la reacción antes de alcanzar el equilibrio.

Dependiendo de la temperatura y del tipo de catalizador pueden producirse diversos subproductos, debido a reacciones de polimerización, glicéridos parciales, etc.

En la Tabla VIII se pueden ver los cambios en la temperatura de fusión con el proceso de interesterificación para varias grasas y aceites. Puede observarse que los aceites vegetales aumentan la temperatura de fusión con el proceso de interesterificación, las grasas animales no la cambian y algunas mezclas de aceites vegetales hidrogenados la disminuyen.

**TABLA VIII.- TEMPERATURAS DE FUSION DE ALGUNOS ACEITES Y GRASAS,
ANTES Y DESPUES DE INTERESTERIFICAR (Aguilar, 1.993).**

| <u>ACEITE/GRASA</u> | <u>ANTES (°C)</u> | <u>INTERESTERIFICADO</u> |
|---|-------------------|--------------------------|
| Aceite de soja | 19 | 42 |
| Aceite de algodón | 51 | 93 |
| Aceite de palma | 79 | 83 |
| Aceite de coco | 104 | 117 |
| Manteca de cerdo | 109 | 109 |
| Sebo de vaca | 115 | 112 |
| Algodón hidrogenado + coco (40:60) | 136 | 106 |
| Palma + palmiste hidrogenado (25:75) | 122 | 104 |

La interesterificación cambia las propiedades de fusión y cristalización, por lo tanto su aplicación es importante en repostería y en la fabricación de margarinas (Lorusso y col., 1.981).

En la práctica la interesterificación puede realizarse de tres formas, cuyas denominaciones industriales son:

- *Interesterificación propiamente dicha.* Es la que se ha descrito hasta ahora y se realiza con un solo aceite o grasa.

- *Interesterificación dirigida.* Como su nombre indica, en este caso se impide que la reacción alcance el equilibrio y poderla dirigir así hacia un resultado determinado.

- *Co-randomización o co-interesterificación,* como su nombre indica consiste en la interesterificación de una mezcla de grasas y aceites.

En el caso de las margarinas la interesterificación de los aceites usados (tanto hidrogenados como naturales) aumenta la estabilidad y plasticidad de las mismas.

La co-randomización se usa en Europa de forma práctica para preparar margarinas poliinsaturadas usando solamente aceite de girasol. En este caso se usan mezclas de aceites de girasol natural e hidrogenado a los cuales se les aplica el proceso de interesterificación.

Si se desea obtener un contenido alto de ácidos grasos poliinsaturados y una concentración baja de isómeros trans en la margarina, entonces la forma de elaborarlo será realizando la interesterificación de una mezcla de un aceite líquido y un aceite completamente hidrogenado, es decir, haciendo una co-randomización (Aguilar, 1.993).

1.2.2.- ALTERACIONES DEBIDAS A LA APLICACION DE ESTOS PROCESOS TECNOLOGICOS.

1.2.2.1.- Isómeros trans de los ácidos grasos

Los ácidos grasos en forma cis, no son muy estables y tienden a alterarse fácilmente. Por ello, su presencia en los alimentos, hace que su conservación sea difícil; es por esto, que los fabricantes de productos alimenticios prefieren los que no contienen cis-linoleico, por lo que muchos alimentos se procesan hidrogenándolos para convertirlos en los menos activos biológicamente, pero más estables para su conservación, los isómeros trans (Figura 15).

En la hidrogenación además del proceso de saturación de los dobles enlaces ocurre otro proceso distinto denominado isomerización es decir, un reordenamiento de la estructura molecular. La configuración cis hace que la molécula sea flexible, por el contrario los isómeros que se forman durante la hidrogenación los cuales están en configuración trans, tienen una estructura más rígida, al ser ésta tridimensional y similar a la de los ácidos grasos saturados. Su presencia produce la solidificación de las grasas que los contienen (Kinsella, 1.981).

El ácido oleico tiene un doble enlace en configuración cis y es el principal ácido graso monoinsaturado que existe en la Naturaleza. El ácido eláidico es composicionalmente igual al ácido oleico pero se encuentra en la configuración trans. Mientras que la temperatura de fusión del ácido oleico es de 13° C la del ácido eláidico es 44° C. Es evidente pues su importancia en el proceso de endurecimiento de las grasas.

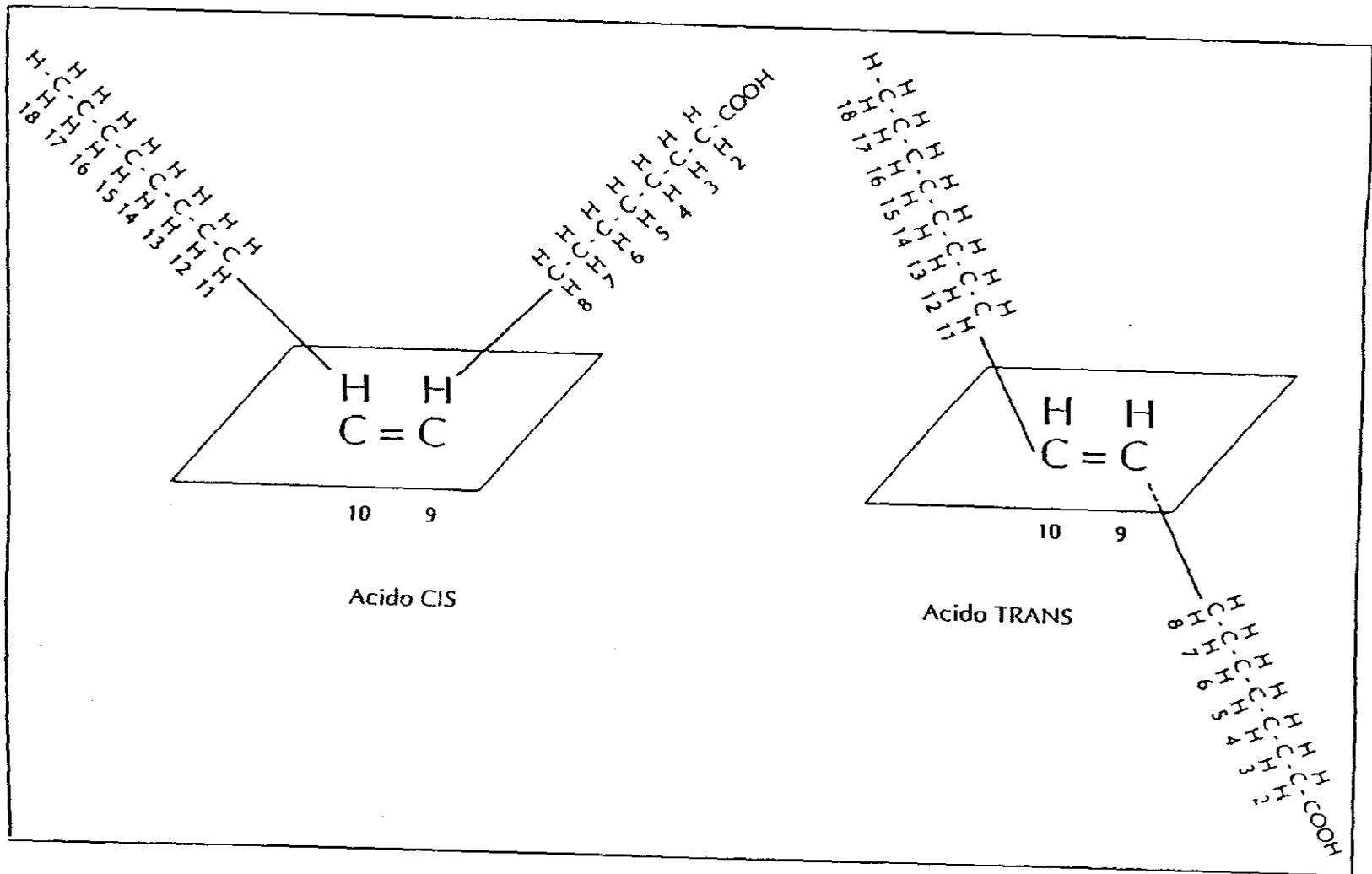


Figura 15.- Representación gráfica de los isómeros *cis* y *trans* de los ácidos grasos.
(Fdez. San Juan, 1.992).

Hay que tener en cuenta que los ácidos grasos insaturados los utiliza el organismo humano como material biológico para la construcción de paredes celulares, como precursores de prostaglandinas y son parte importante de las células nerviosas. Al estar estos ácidos grasos en una configuración distinta a la que se encuentran en la naturaleza o con los dobles enlaces en distinta posición, obviamente no son de utilidad biológica. Más aún son moléculas extrañas que pueden interferir en el organismo determinados procesos metabólicos (Emken, 1.990).

Se calcula que en una dieta occidental, casi todo el ácido alfa-linolénico y aproximadamente la mitad del linoleico, se han transformado en trans-bloqueantes que como hemos indicado actúan de forma similar a las grasas saturadas. A pesar de ello, como aún quedan concentraciones importantes de ácido cis-linoleico en la dieta, se pensaba que era suficiente para su posterior conversión a ácido gamma-linolénico, pero hoy se sabe que esto no es del todo cierto, ya que, para que dicha conversión metabólica suceda en nuestro organismo, es necesaria la intervención de una enzima, la Delta-6-Desaturasa, enzima que es frecuentemente bloqueada además de por los isómeros trans por niveles altos de colesterol, diabetes, ingesta de grasas saturadas, alcoholismo, estrés, etc. (Figura 6) (Zock y Katan, 1.992).

En general, los estudios llevados a cabo hace 20-30 años sugerían que los aceites parcialmente hidrogenados ricos en isómeros trans tenían efectos nocivos para la salud. Sin embargo la mayoría de los estudios publicados en los últimos 10 años sobre este tema, concluyen, que una de las principales consecuencias sobre la salud al ingerir este tipo de alimentos está asociada con la reducción del contenido en ácidos linoleico y alfa-linolénico considerados como esenciales y necesarios en nuestra dieta.

No obstante, Mensink y Katan (1.990) realizaron un estudio comparando la influencia de dietas que contenían grandes proporciones de ácidos grasos saturados, isómeros trans o ácido oleico sobre los niveles de colesterol y tipo de lipoproteínas en 59 individuos adultos jóvenes. Comparando la dieta rica en isómeros trans respecto a la rica en ácido oleico existía un incremento del 50% de los niveles de colesterol sérico respecto al incremento total sufrido cuando la dieta estaba compuesta por grasas saturadas, es decir los isómeros trans tenían en este sentido un comportamiento intermedio entre el ácido oleico y los ácidos grasos saturados. Sin embargo, la dieta «trans» aumentaba el LDL colesterol casi tanto como la dieta «saturada» y disminuía el HDL colesterol 6,6 mg/dL. Basándonos entonces en la relación LDL/HDL la dieta «trans» tenía unos efectos casi tan desfavorables como la dieta rica en grasas saturadas.

En la actualidad se está tendiendo a limitar el contenido de estos isómeros en algunos productos alimenticios así por ejemplo en los preparados lácteos y preparados de continuación infantiles queda prohibida la utilización de materias grasas que contengan más del 8% de isómeros trans de los ácidos grasos (Directiva de la CEE nº321/91), también se han establecido unos límites respecto al contenido de isómeros trans en aceites de oliva vírgenes o refinados y en los aceites de orujo de oliva (Reglamento de la CEE nº 1429/92), asimismo en chocolates sin leche está establecida la ausencia de isómeros trans aunque puede haber presencia en los chocolates con leche (Real Decreto 2354/1.986).

En los productos comerciales a base de grasas hidrogenadas se encuentran niveles variables de ácidos grasos de configuración «trans». Entre los alimentos en donde se encuentran estos isómeros en una mayor proporción citaremos las margarinas y minarinas parcialmente hidrogenadas, grasas anhidras, productos de bollería y pastelería, productos cárnicos tales

como embutidos, hamburguesas, salchichas etc, platos preparados, "snacks" o aperitivos, preparados lácteos, aceites refinados y otros (Tabla IX). En los productos derivados del cerdo, la presencia de estos isómeros se debe fundamentalmente a los niveles de estas formas isoméricas ingeridas en su alimentación ya que no existe una causa natural como sucede en el caso de los animales rumiantes (Coll y Gutiérrez, 1.989; Hernández y col., 1.991).

Entre los métodos analíticos existentes actualmente para la determinación de los isómeros trans de los ácidos grasos la cromatografía de gases (CG) es la más utilizada ya que el empleo de columnas capilares y la disponibilidad de fases estacionarias específicas hacen más viable la determinación de estos compuestos.

Aunque en cualquier caso pudiera parecer que la cantidad de ácidos grasos trans ingeridos por término medio por la población es pequeña, esto no es exactamente cierto ya que además de las margarinas y minarinas existen otros muchos productos en el mercado que hemos citado anteriormente, con cantidades importantes de isómeros trans. Se ha estimado que la ingesta media diaria de ácidos grasos trans en Estados Unidos es de 11-28 g/persona/día, en Gran Bretaña es de 7-17 g/persona/día mientras que en los países de nuestro entorno geográfico es más baja (Francia 5-6,5 g/persona/día e Italia 2-3,5 g/persona/día) encontrándose España en una situación similar (2-3 g/persona/día) (Tabla X). Hay que tener en cuenta que los valores mencionados son de ingesta media, lo cual quiere decir que hay una serie de personas que ingieren cantidades importantes de ácidos grasos trans, por lo que deberíamos plantearnos su posible efecto sobre nuestra salud (Boatella y col., 1.993).

**TABLA IX. - CONTENIDO DE ISOMEROS TRANS (%) EN LA FRACCION DE
ACIDOS GRASOS DE DISTINTOS ALIMENTOS
(Fdez.San Juan, 1.994).**

| <u>ALIMENTOS</u> | <u>N</u> | <u>X</u> | <u>DE</u> |
|-------------------------|----------|----------|-----------|
| MARGARINAS | 32 | 16,8 | 5,7 |
| MINARINAS | 10 | 15,6 | 6,1 |
| ACEITES DE OLIVA | 20 | 0,2 | 0,1 |
| HAMBURGUESAS CRUDAS | 20 | 4,5 | 0,8 |
| HAMBURGUESAS COCINADAS | 40 | 4,1 | 0,7 |
| SALCHICHAS COCIDAS | 40 | 0,7 | 0,5 |
| CALDOS Y SOPAS | 12 | 15,4 | 9,4 |
| PLATOS PREPARADOS | 40 | 4,4 | 6,3 |
| PANES ESPECIALES | 30 | 9,4 | 8,9 |
| LECHES ENTERAS | 15 | 3,4 | 0,4 |
| LECHES INFANTILES | 20 | 2,3 | 1,1 |
| NATAS | 15 | 1,8 | 0,4 |
| "PASTELITOS" INFANTILES | 35 | 3,1 | 2,8 |

N= Número de muestras analizadas.

X= Valores medios.

DE= Desviación estándar.

**TABLA X.- CONSUMO DE ISOMEROS TRANS, ACEITES VEGETALES Y OTRAS GRASAS EN LA DIETA DE VARIOS PAISES
(Boatella y col., 1.993).**

| | ISOMEROS TRANS (g/persona/día) | ACEITES VEGETALES (kg/persona/año) | MANTEQUILLA (kg/persona/año) | MARGARINAS (kg/persona/año) |
|----------------|---|---|---|--|
| ESPAÑA | 2,0-3,0 | 24,2 | 0,4 | 1,4 |
| ITALIA | 2,0-3,5 | 21,0 | 2,5 | 0,7 |
| ALEMANIA | 5,0-6,5 | 5,0 | 7,5-9,5 | 4,0-7,5 |
| GRAN BRETAÑA | 7,0-17,0 | 11,0-14,0 | 2,5-5,0 | 4,0-7,5 |
| FRANCIA | 5,0 -6,5 | 11,0-14,0 | 7,5-9,5 | 4,0-7,5 |
| DINAMARCA | 6,0-17,0 | 11,0-14,0 | 7,5-9,5 | 17,5 |
| CANADA | 8,0-12,0 | 5,0 | 2,5-5,0 | 4,0-7,5 |
| ESTADOS UNIDOS | 11,0-28,0 | 11,0-14,0 | 2,5-5,0 | 4,0-7,5 |

1.2.2.2.- Ácidos grasos saturados en la posición β de los triglicéridos

Este es un método que consiste en la determinación de la composición porcentual de los ácidos grasos (palmitico y esteárico) que se encuentran esterificados en la posición 2 (posición interna) de los triglicéridos y es aplicable a los aceites y grasas comestibles que se encuentran tanto en estado bruto como refinados para detectar posibles procesos de aleatorización o interesterificación. Este procedimiento se basa en someter la muestra de grasa neutra, previamente purificada en algunos casos mediante tratamiento con alúmina activada, a una hidrólisis selectiva bajo la acción de la lipasa pancreática, que actúa sobre los radicales acilo situados en la posición alfa de los triglicéridos, con una acumulación de los β -monoglicéridos inalterados en la posición central.

Estos β -monoglicéridos se separan por cromatografía en capa fina de gel de sílice, efectuándose el análisis cualitativo y cuantitativo de los ácidos grasos por cromatografía de gases de sus ésteres metílicos.

El campo de aplicación de este método incluye a los aceites y grasas cuyo punto de fusión se sitúa por debajo de los $45^{\circ} C$, debido a las especiales características de funcionalidad de la lipasa pancreática. Asimismo, tampoco es aplicable sin reservas a los aceites y grasas que contengan cantidades importantes de ácidos grasos con 12 átomos de carbono o menos (aceites de coco y palmiste o materias grasas butíricas), o aquéllos que contengan ácidos grasos altamente insaturados (con cuatro o más dobles enlaces) y que tengan 20 o más átomos de carbono (aceites de pescado y de mamíferos marinos) y finalmente a ácidos grasos que posean grupos con funciones oxigenadas, además del grupo ácido.

Los límites establecidos para los ácidos grasos saturados en posición β de los triglicéridos en los distintos aceites son los siguientes:

| | |
|--|-------------|
| Aceites de oliva vírgenes..... | Máximo 1,3% |
| Aceites de oliva y de oliva refinados..... | Máximo 1,5% |
| Aceites de orujo de oliva crudo..... | Máximo 1,8% |
| Aceites de orujo de oliva y orujo de oliva refinado..... | Máximo 2,0% |
| Aceites de soja, girasol, cártamo, germen de maiz, colza o nabina, pepita de uva y cacahuete..... | Máximo 1,0% |
| Aceites de algodón y semillas..... | Máximo 1,8% |

(Reglamento CEE nº 2568/91 y Real Decreto 308/1.983)

1.2.2.3.- Compuestos polares

Desde hace bastante tiempo ha existido la necesidad de controlar la calidad de las grasas de fritura. La fritura es el proceso culinario que consiste en la introducción de un alimento en un aceite o grasa caliente, en presencia de aire, durante un determinado periodo de tiempo.

Sometido a este proceso, el alimento modifica rápidamente sus características físicas, químicas y sensoriales, destacando entre los cambios observables más apreciados el color dorado, la textura crujiente y el incremento de la palatabilidad. Sin embargo, durante el proceso, la grasa se ve sometida a la acción de tres variables que contribuyen a disminuir su calidad y a modificar su estructura los cuales son:

- a) La humedad aportada por el alimento, origen de la alteración hidrolítica.

b) El oxígeno del aire que penetra en el aceite a través de la superficie externa, que da lugar a la alteración oxidativa.

c) La elevada temperatura a la que el proceso de fritura tiene lugar (180° C) cuyo resultado es la alteración puramente térmica.

Es importante considerar que mientras la hidrólisis implica la ruptura del enlace éster, las degradaciones oxidativas y térmicas tienen lugar en los ácidos grasos insaturados constituyentes de los triglicéridos, lo que significa que los principales productos de alteración son glicéridos que incluyen restos acilo modificados.

Los principales compuestos de alteración originados en los procesos de fritura se observan en la Figura 16, donde puede observarse que los productos de degradación son tanto volátiles como no volátiles. La diferencia entre ambos grupos está en que los primeros, por su propia naturaleza, se eliminan en gran parte durante el proceso y su importancia está relacionada con las características organolépticas de la grasa y del producto resultante de la fritura, mientras que los componentes no volátiles son ingeridos con el alimento y, por ello, son los de mayor interés nutricional.

El nivel de alteración depende, por tanto, de las características del alimento, de la absorción de aire y de la temperatura utilizada y, en consecuencia, la degradación, lógicamente será mayor cuanto más prolongado sea el período de utilización de la grasa y cuanto más insaturada sea la empleada en el baño de fritura (Dobarganes y col., 1.989).

Figura 16.- Compuestos de alteración producidos en los aceites de fritura.
(Dobarganes y col., 1.989).

| <u>TIPO DE ALTERACION</u> | <u>AGENTE</u> | <u>COMPUESTOS RESULTANTES</u> |
|---------------------------|---------------|---|
| - Oxidativa | Aire | Monómeros oxidados Dímeros y polímeros oxidados Componentes volátiles: aldehídos, cetonas, hidrocarburos, alcoholes |
| -Térmica | Temperatura | Monómeros cíclicos Dímeros Polímeros |
| -Hidrolítica | Humedad | Acidos grasos Diglicéridos Monoglicéridos |

Teniendo en cuenta estos antecedentes y la posibilidad real de alteración de las grasas de fritura, la necesidad de una norma que estableciera unos límites para conocer el grado de alteración de las grasas estaba plenamente justificada, sobre todo conociendo las dos circunstancias que se indican a continuación:

a) El enorme incremento de las grasas consumidas en la fritura industrial en los últimos años, fundamentalmente destinadas a la preparación rápida de alimentos de consumo inmediato y a la fabricación de una amplia gama de productos que son comercializados congelados y prefritos.

b) El cambio en la forma de realizar el proceso, ya que se ha pasado de realizar el mismo en sartén, donde se calienta una cantidad de aceite pequeña en relación con la cantidad de producto a freír y por lo tanto, la reutilización del aceite está limitada y la velocidad de reposición con aceite no calentado es elevada, a la utilización de freidoras donde se da una situación inversa, ya que se calienta una gran cantidad de aceite para una pequeña cantidad de producto y, por tanto, el aceite puede ser utilizado un elevado número de veces con una mínima reposición. En estas condiciones, un período muy prolongado de utilización originaría niveles de alteración elevados.

Ambas circunstancias son suficientemente objetivas y explican la preocupación del consumidor por conocer el estado de las grasas que ingieren en la dieta y por obtener información sobre las mejores grasas a utilizar en el proceso de fritura y el tiempo de duración óptimo de las mismas.

Para evaluar el grado de alteración de las grasas de fritura es necesario determinar los compuestos polares que son todos aquéllos que tienen una polaridad mayor que los triglicéridos. La norma que hace mención a estos criterios establece como valor límite de la alteración de la grasa de fritura un contenido máximo del 25% de compuestos polares (Norma de Calidad para los Aceites y Grasas calentados, 1.989).

El método de análisis es exacto y reproducible y la determinación es independiente del aceite utilizado en la fritura. El valor obtenido proporciona una medida directa de la alteración total producida por las diferentes variables implicadas en el proceso y además no es necesario disponer de equipos de difícil manejo o precio elevado.

1.2.2.4.- Otros compuestos: Estigmasta-3, 5-Dieno

Este compuesto que aparece en la fracción insaponificable de los aceites tiene naturaleza de hidrocarburo y se forma como consecuencia del proceso de refinación. La principal utilidad de su determinación es la posible detección de la presencia de aceites de oliva refinados en aceites de oliva vírgenes.

En los procesos de refinación de aceites de oliva, tanto por el procedimiento clásico de neutralización alcalina como por el físico por destilación, se producen alteraciones en la fracción alcohólica del insaponificable, especialmente en la composición de los alcoholes triterpénicos. El estigmasta-3,5-dieno es una sustancia que se produce por deshidratación del β -sitosterol como consecuencia del tratamiento térmico y favorecido por las tierras decolorantes empleadas en la refinación (Lanzón y col., 1.989).

Para su determinación, son precisas las siguientes fases:

- a) Saponificación del aceite (utilizando colest-3,5-dieno como patrón interno).
- b) Extracción del insaponificable.
- c) Separación en columna de fraccionamiento.
- d) Análisis por cromatografía de gases y posterior cuantificación.

Este es un método que, aunque aún no está aprobado oficialmente, actualmente se está estudiando en el seno del Grupo de Métodos de Análisis de Aceites (Comisión Interministerial para la Ordenación Alimentaria), su eficacia permite incluso en el caso más desfavorable, detectar la presencia de aceites de oliva refinados y otros en aceites de oliva vírgenes en una proporción del 1% o incluso inferior, con lo cual se mejoran los límites de detección respecto a otras técnicas de análisis y se posibilita así una mejor capacidad para discernir el grado de adulteración en estos aceites.

1.3.- ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL DE LA RELACION EXISTENTE ENTRE LAS GRASAS INGERIDAS CON LA DIETA, LOS LIPIDOS PLASMATICOS Y LA SALUD EN LA POBLACION INFANTIL

1.3.1.- ESTUDIO DE LA PROBLEMATICA ALIMENTARIA EN LA POBLACION INFANTIL. NUEVOS HABITOS ALIMENTARIOS: ORIGEN, DESARROLLO Y CONSECUENCIAS

En los últimos años ha habido una transformación en los hábitos alimentarios tradicionales de acuerdo a una nueva demanda social, existiendo una preocupación cada día más creciente por parte de los consumidores acerca de la importancia relativa que en nuestros días a adquirido la alimentación. Esta modificación de los hábitos alimentarios afecta también de manera directa a la población infantil.

En los países desarrollados ha aparecido en el presente siglo un fenómeno nuevo en la historia de nuestra especie y es la abundancia y variedad de alimentos disponibles, lo cual unido a las rápidas transformaciones económicas y sociales, ha modificado nuestros hábitos alimentarios, dando la falsa impresión de que se han erradicado los problemas de malnutrición. Desgraciadamente no ha sido así, ya que en las últimas décadas hemos asistido al rápido desarrollo de una serie de enfermedades, que algunos han llamado "enfermedades de la civilización" todas ellas muy relacionadas con los nuevos hábitos dietéticos.

Hoy en día nadie duda de la conveniencia de modificar nuestros actuales hábitos alimentarios, pero el problema para conseguirlo radica en que la alimentación es una opción personal,

consciente y voluntaria, exigiendo que cada individuo tenga un juicio objetivo sobre su propia dieta, para lo cual es necesario proporcionarle una adecuada información. Este hecho es francamente difícil llevarlo a cabo en la población infantil ya que la información que recibe está influenciada por los potentes medios de comunicación modernos: prensa, radio y, sobre todo, televisión; los cuales contribuyen en gran medida a la desorientación actual del ciudadano en general, y del niño, de forma primordial.

El contexto sociocultural ejerce sobre el niño una presión indirecta que sin duda alguna tiene considerables efectos en la formación de sus hábitos alimentarios. Esta presión se ejerce esencialmente a través de un sistema de reglas, representaciones y mensajes que tienden a restringir la variedad de alimentos entre los que el niño podrá elegir (Vázquez y col., 1.987).

En líneas generales el tipo de alimentación que se les suele dar a los niños está influenciado por los hábitos dietéticos de la población adulta. Esta, a su vez depende de factores geográficos, económicos, sociales e incluso religiosos, con lo cual este punto de referencia no es el más adecuado. En realidad, no se conoce con exactitud la alimentación ideal para estos niños, ya que la Naturaleza no nos provee de un modelo idóneo como el que nos ofrece en el caso del lactante con la leche materna.

Son múltiples los factores que influyen a la hora de elegir los alimentos, algunos de ellos son índole histórica, económica, simbólica, etc. Para cada sociedad humana y para cada cultura, cierto número de especies animales y vegetales son considerados comestibles mientras que para otras no lo son (Díaz Yubero, 1.990).

El problema se presenta cuando la población infantil actual se enfrenta a una oferta desmesurada de productos, sin poder disponer de una elección crítica y razonable ante esta oferta, hecho éste que se agrava considerablemente por la escasa formación y la mala información que recibe.

Una vez que el niño ya no se relaciona solamente con el entorno familiar y forma su propio entorno de amigos, éste hecho influirá de modo decisivo en la adquisición de todos sus hábitos, incluidos los alimentarios, otras variables importantes en la evolución de los gustos son el sexo y la edad, así por ejemplo el riesgo a engordar es un factor más preocupante para el colectivo de niñas que de niños y puede ser un factor determinante en la elección de alimentos.

Cada día proliferan más los establecimientos de "restauración rápida" que expenden alimentos tipo "fast food" entre los que los "burger", pizzerías, etc. ocupan un lugar destacado. El tipo de productos consumidos en estos locales por los niños son más que alimentos, una forma de entender la vida.

La denominación "restauración rápida" no es injustificada para este tipo de productos ya que todos los ingredientes (incluido el pan) están pensados para un rápido consumo y fácil masticación. Estos alimentos proporcionan una inmediata sensación de saciedad dado su elevado contenido en grasas y, por lo tanto, su alto valor energético. Es evidente que el comer ocasionalmente en uno de estos establecimientos no entraña riesgo para nuestra salud, siempre que la alimentación habitual sea variada y equilibrada. El peligro comienza cuando los sectores más jóvenes de la población (niños y adolescentes) convierten este tipo de establecimientos en su lugar de comida habitual ya que se exponen entonces a los riesgos derivados de dietas hipercalóricas así como a determinadas carencias nutricionales (Ries y Kline, 1.987).

El hábito de consumir alimentos y bebidas fuera del ámbito familiar, junto con la variada tipología de restauración colectiva existente, traen consigo una clara modificación de los patrones clásicos que sobre la alimentación se tenían hasta hace unos años. Este fenómeno está en clara expansión y los motivos aparentes de ello son diversos, aunque destacamos los siguientes: El creciente número de mujeres que trabajan fuera de casa, la disminución del número de componentes familiares, el aumento del poder adquisitivo, los cambios en el estilo de vida y finalmente un deseo general de comodidad (Gaeta y col., 1.988).

Los recientes avances en nutrición han supuesto que las ingestas recomendadas de energía y nutrientes para los distintos grupos de población hayan sufrido cambios sustanciales en los últimos años, tanto en su aspecto cuantitativo como cualitativo. Es necesario que las dietas se ajusten a nuevos criterios nutricionales especialmente aquellas destinadas a los sectores más vulnerables de la sociedad como son la población infantil y juvenil.

Uno de los factores decisivos y además primario para conseguir el grado óptimo en el desarrollo y en la salud del niño será el proporcionarle un aporte nutritivo adecuado. Clásicamente, la dietética infantil ha estado dirigida a lograr un crecimiento normal del niño y a prevenir las carencias nutritivas. Estos criterios siguen siendo completamente válidos en el momento actual. Pero en los últimos años, el problema de la alimentación infantil se está enfocando además en una dirección preventiva de la morbilidad posterior, al haberse observado en la población adulta de los países industrializados un aumento de las llamadas habitualmente enfermedades degenerativas, como la cardiopatía isquémica, hipertensión arterial, obesidad, etc (Mauer, 1.991).

Todos los especialistas en nutrición coinciden en que en las sociedades desarrolladas, la morbilidad ligada a las patologías conocidas como de la "civilización", podría ser atenuada en gran medida por la simple modificación de los hábitos alimentarios. La infancia y la adolescencia son etapas de transformación física, intelectual y sexual del niño al joven, y además supone una época de cambio emocional y fisiológico, durante la cual existe una marcada tendencia a rechazar los hábitos dietéticos convencionales. No se debe olvidar la importancia que tiene en estas edades el afán por sentirse todos "iguales", dándose modelos de conducta semejantes tanto en la forma de vestir, gustos musicales, usos idiomáticos del lenguaje y otros muchos campos donde les influye las tendencias de la moda, llegando incluso hasta la adquisición de hábitos alimentarios propios (Bayés, 1.991).

El seguimiento de una dieta equilibrada y adaptada a lo largo de las diferentes etapas de la vida es muy importante para el desarrollo del propio individuo y para el de la sociedad donde reside. Aunque la alimentación es algo individual, viene influenciada por la herencia cultural de cada pueblo y por las nuevas tendencias existentes en su entorno.

Hoy en día, ya nadie cuestiona la enorme influencia que tiene la dieta alimenticia sobre la salud. De ahí la preocupación constante que existe tanto por parte de los expertos en nutrición como por la población en general acerca de los nuevos hábitos alimentarios que se están imponiendo con fuerza en los países occidentales y sus posibles repercusiones sobre la salud.

Todas las encuestas realizadas en España sobre las costumbres alimentarias revelan en este sentido un acercamiento hacia los hábitos no precisamente recomendables, de otros países industrializados. Las modificaciones de los hábitos alimentarios pueden tener lugar tanto por motivaciones económicas, sociológicas o políticas. Actualmente existe una clara tendencia

entre los niños y adolescentes de nuestra sociedad a consumir dentro y fuera del hogar familiar, alimentos con un alto contenido calórico y ricos en grasas saturadas (Consortio Sanitario de Mataró, 1.994).

La entrada de España en la Comunidad Económica Europea (CEE), hoy Unión Europea, supuso adoptar una serie de medidas de política económica que trajeron consigo un aumento del consumo de grasas saturadas facilitando así la salida de los excedentes de las llamadas grasas láuricas (coco y palmiste) y de otras como la palma, existentes en la CEE, frente a un gravamen aplicado a otros aceites vegetales como la soja y girasol de producción nacional. Esta medida supuso un aumento cuantitativo cercano al 70% en las importaciones de grasas láuricas. Un impacto publicitario sugestivo junto a un afán de homologación con poblaciones más prósperas contribuyeron de modo decisivo al consumo masivo de productos alimenticios elaborados con este tipo de grasas. Un ejemplo característico de esta circunstancia son los productos de bollería y pastelería industrial, aperitivos o "snacks", platos preparados, etc., dirigidos a la población infantil, por otra parte muy representativos a la hora de estudiar la incidencia de las grasas "invisibles" en la alimentación (Blázquez y Jiménez, 1.991).

Los especialistas en nutrición coinciden en afirmar que el tipo de grasas que los niños ingieren con la dieta (junto con otros factores) podría ser una de las causas por las que se han elevado sensiblemente los niveles de colesterol en la población infantil.

El incremento del consumo experimentado en España durante los últimos años por los productos de bollería y pastelería ha sido espectacular, hasta el punto de haber sustituido en muchos casos al tradicional desayuno y bocadillo de media mañana o de la merienda. Según un estudio llevado a cabo por la Dirección General de Política Alimentaria (MAPA, 1.991)

mediante un panel de consumidores especializados, en 1.988 cada Español consumió 36,2 g /persona /día de estos productos es decir prácticamente un "pastelito" diario lo cual da una idea de la alta incidencia que tienen estos productos en nuestra dieta y lo que es más preocupante es que este consumo sigue aumentando focalizándose fundamentalmente en la población infantil (Consortio Sanitario de Mataró, 1.994).

Es importante destacar la necesidad de enfocar desde la infancia unas preferencias adecuadas hacia los diferentes alimentos puesto que serán estos hábitos los que determinen básicamente los tipos de ingesta en edades más adultas. Es por esto, que creemos conveniente con carácter preventivo una correcta formación e información del consumidor (incluida la población infantil) así como un correcto etiquetado que contenga la mayor información nutricional posible, como medidas decisivas para mejorar los hábitos alimentarios de la población.

1.3.2.- DIETA Y ATEROSCLEROSIS. IMPLICACIONES EN LA INFANCIA

El conocimiento de la asociación estadística entre los niveles de colesterol plasmático y el riesgo de padecer infarto coronario, y el hecho de que los niveles de colesterol se modifican cuando se altera la composición de los ácidos grasos de la dieta, hace que exista un considerable interés en el estudio del efecto de la grasa de la dieta sobre los niveles de los lípidos plasmáticos en el hombre.

Existen pruebas que indican que las poblaciones que reciben una dieta con un elevado contenido en colesterol y grasa tienen niveles medios séricos de este compuesto más elevados que aquellas poblaciones que ingieren un menor contenido de grasas y colesterol con la dieta .

En poblaciones con ingestas relativamente elevadas de grasas, especialmente de grasas saturadas, es elevada la prevalencia de aterosclerosis.

Hagamos un repaso de los trabajos que sobre este tema se han desarrollado en los últimos años. Existen sugerencias de que la aterosclerosis tiene su inicio en la infancia (Watkins y Strong, 1.984; Newman y col., 1.986). Se han encontrado «bandas de grasa» en arterias de niños mayores de 10 años y se han interpretado como lesiones precursoras de aterosclerosis. No obstante, con independencia de la raza, sexo o entorno, hay «bandas de grasa» en la aorta de prácticamente todos los niños a los 10 años de edad, pero la relación entre dichas bandas y la placa fibrosa, que es la lesión más característica de la aterosclerosis más avanzada, sigue siendo incierta y tema de controversia. La placa fibrosa no tiene en la población mundial la misma distribución omnipresente observada para las «bandas de grasa». Por tanto, dadas las limitaciones de los conocimientos actuales, hay que tener grandes reservas para aceptar que el hallazgo de las mismas en los vasos arteriales pueda tomarse como prueba evidente del origen en la infancia de la aterosclerosis (Small, 1.977).

Esta enfermedad se detectó en jóvenes americanos y aparentemente sanos que habían muerto en combate durante la guerra de Corea, observándose la presencia de placas fibrosas en un 77,3% de las autopsias (Enos y col., 1.953). En el estudio de los soldados fallecidos en la guerra de Vietnam se observaron placas fibrosas en un 45% de los casos (McNamara y col., 1.971). Este hallazgo es coherente con el gradual descenso en el número de fallecimientos por cardiopatías observados en EE.UU. desde 1.950 hasta nuestros días (Department of Health and Human Services, 1.984).

Otros trabajos se orientan hacia la posibilidad, incluso, del inicio de lesiones de aterosclerosis en los primeros momentos de la vida. Los estudios de Moore (1.973) demostraron experimentalmente que en las arterias a las que se introduce un catéter con un dispositivo en su extremo, que golpea las paredes arteriales al ser movido por la corriente sanguínea, se producen lesiones de aterosclerosis a los 6 días. También se han observado lesiones parecidas en las arterias carótidas e ilíacas, en recién nacidos y lactantes.

En otro orden de cosas, es conocido que niños de corta edad con trastornos heredados del metabolismo de los lípidos pueden padecer precozmente infarto coronario (Brown y Goldstein, 1.985).

1.3.3.- EVOLUCION DE LOS LIPIDOS PLASMATICOS EN LA INFANCIA EN RELACION CON LA INGESTA DIETETICA

Antes de estudiar la evolución y el comportamiento de los lípidos plasmáticos en la infancia, estudiaremos las limitaciones que los niños pueden tener en los procesos de absorción de las grasas. A veces la capacidad de absorción de éstas está limitada, dependiendo de la capacidad digestiva, la cual está relacionada con la edad del niño y con las características de la grasa (ESPGAN, 1.977).

En general, las grasas ricas en ácidos grasos insaturados son mejor absorbidas que las grasas saturadas. Numerosas publicaciones confirman la excelente absorción de los aceites vegetales insaturados por el niño. Por otra parte, los ácidos grasos de cadena corta tienden a ser mejor absorbidos que los de mayor tamaño molecular.

En la práctica pediátrica, se usan con frecuencia los triglicéridos de cadena media (TCM) de 8-10 átomos de carbono por su excelente absorción. El aceite de coco, por ejemplo, que contiene ácidos grasos de 8-14 átomos de carbono, es muy bien absorbido a pesar de su elevado grado de saturación (Grande Covián, 1.983).

Por término medio, el coeficiente de absorción de la grasa de la leche humana es superior al 90% a la semana de vida, siendo a esa misma edad para la leche de vaca alrededor del 60%. Para explicar este hecho es importante el conocimiento de la posición de los ácidos grasos en la molécula de los triglicéridos. Las grasas se absorben mejor cuando los triglicéridos contienen menos ácido esteárico (C18:0) y tienen una proporción mayor de ácido palmítico (C16:0) en la posición interna de la molécula. Así, en la leche humana los triglicéridos contienen un 7% de ácido esteárico y los de la leche de vaca un 10-13% ; por otra parte, en la leche humana la mayor parte del ácido palmítico se encuentra en la posición interna, y en la de vaca se encuentra distribuido al azar en las tres posiciones de la molécula de glicerol.

Otro factor que influye en la absorción lipídica es el contenido de calcio en la leche, la absorción de grasas aumenta a medida que disminuye la concentración de calcio.

Además de la lipasa pancreática, mejora la absorción de las grasas la lipasa contenida en la leche humana, activable por las sales biliares, y la lipasa producida por las glándulas serosas de la mucosa lingual que favorece la lipólisis a nivel gástrico (Roy y col., 1.977).

Pasemos ahora a estudiar la evolución de los lípidos plasmáticos desde los primeros años de la vida. El colesterol plasmático tiene valores muy similares en todos los recién nacidos,

con independencia de raza, sexo o lugar geográfico. Las cifras habituales oscilan entre 60 y 80 mg/dL.

Durante la primera semana de vida, el colesterol total aumenta alrededor del 100%. Ya al término de esta primera semana, las beta-lipoproteínas totales plasmáticas y las lipoproteínas de baja densidad aumentan al triple con respecto a los valores del nacimiento; las lipoproteínas de alta densidad aumentan al doble entre la primera y la tercera semanas de vida (Kirstein y col., 1.985). A esta edad, los lípidos séricos ya guardan una estrecha relación con las grasas de la dieta. En un estudio realizado en nuestro país se encontró que en niños con edades comprendidas entre 21 y 33 días de vida existía una correlación positiva entre los ácidos grasos de la dieta y sus lípidos séricos, de tal modo que los alimentados con leche de vaca sin modificar su grasa tenía tasas más descendidas de los ácidos linoleico y araquidónico con respecto a los alimentados con leche humana o fórmula humanizada. Estos resultados sugieren que en los niños alimentados con leche de vaca sin modificar ya puede existir un déficit de ácidos grasos esenciales a las tres semanas de edad (Valls y col., 1.979).

La cifra de colesterol total se eleva rápidamente en el curso del primer año de la vida, con especial incremento en los primeros seis meses. La cifra de colesterolemia de los lactantes es influida por su contenido en los alimentos. Los lactantes alimentados con leche materna tienen niveles de colesterol sérico superiores a los alimentados con fórmula humanizada. Se supone que es debido al elevado contenido en colesterol de la leche humana; ésta contiene 30-40 mg/dL, mientras que en las fórmulas adaptadas el colesterol oscila entre 1 y 10 mg/dL. En un trabajo realizado en nuestro país, la media de colesterolemia de los niños alimentados con leche natural fue de $134 \pm 32,8$ mg/dL y en los alimentados con fórmula humanizada fue de

113,5±31,9 mg/dL (Alvarez-Sala y col., 1.983). En un estudio similar, Ziegler y Fomon (1.980), comprobaron también que los lactantes alimentados con leche materna tenían niveles de colesterol total entre 20-30 mg/dL más elevados que los alimentados con fórmulas compuestas por leches descremadas y aceites vegetales, este hecho parece ser importante. A nivel experimental, se ha demostrado que animales alimentados con cantidades elevadas de colesterol en la lactancia, tienen niveles significativamente más bajos en edades posteriores. Posiblemente se explica por una puesta en marcha de mecanismos enzimáticos encargados de metabolizar el colesterol. En humanos no hay acuerdo en este sentido, aunque es conocido el trabajo de Mean y col. (1.972) en el que observaron que en la población Masai, cuyos miembros reciben lactancia materna hasta los tres años de vida, tienen cifras más bajas de colesterolemia en edades posteriores, a pesar de consumir luego alimentos ricos en colesterol.

Es conocido ampliamente que un aumento en la proporción de ácidos grasos saturados de la dieta va seguido de una elevación de la tasa de colesterol total a expensas de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y que un aumento en la proporción de ácidos grasos poliinsaturados va seguido de una disminución de la colesterolemia.

Los estudios sobre la relación entre el colesterol y la grasa de la dieta con los valores séricos de colesterol en un determinado individuo dentro de una población no son concluyentes. Sin embargo, muchos estudios apoyan dicha relación.

McGandy y col. (1.972) realizaron un estudio consistente en la disminución del colesterol y la grasa de la dieta en adolescentes internos en una escuela; el valor medio del colesterol ingerido diariamente con la dieta, se redujo desde 720 a 380 mg. Al cabo de tres meses, se observó una disminución media del 15,6% en los valores séricos de colesterol en los niños cuyos

valores iniciales eran iguales o superiores a 200 mg/dL; cuando el valor inicial era inferior a 199 mg/dL, la disminución media fue de sólo un 8,3%. Los valores séricos de colesterol regresaron a las cifras iniciales después de las vacaciones de verano.

En un estudio inverso, realizado en niños del área rural de Guatemala, al aumentar el colesterol diario recibido por la dieta desde 45 a 600 mg, se produjo un pequeño pero significativo aumento del colesterol de 120 a 131 mg/dL (Méndez, 1.965).

En niños finlandeses se han observado niveles excesivamente elevados de colesterol (Vartiainen y col., 1.982), habiéndose atribuido a un exceso en la ingesta de grasas saturadas en la dieta. En la población finlandesa existe una alta mortalidad por enfermedad coronaria, en un estudio realizado en niños finlandeses, en el que se redujo la proporción de calorías procedentes de las grasas desde el 35% hasta el 24% y se aumentó la relación de grasas poliinsaturadas/saturadas de 0,18 a 0,61, observándose un descenso del colesterol sérico del 15% con respecto a los valores basales, aumentando casi al nivel inicial durante el periodo de regresión (Puska y col., 1.981; Vartiainen y col., 1.986).

En otro estudio realizado sobre 1.669 niños de Princeton, con edades comprendidas entre 6 y 19 años, Morrison y col., (1.980) observaron, que al incrementar la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados disminuía el colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y al aumentar el aporte dietético de colesterol, se elevaba también el colesterol de las LDL.

También, Anderson y col., (1.976) demostraron en un estudio en adultos que el efecto que ejerce el colesterol contenido en la dieta, en la elevación del colesterol sérico, es mayor ante la presencia de grasas saturadas que de grasas poliinsaturadas.

Asimismo, existen datos que parecen indicar una relación entre los niveles de lípidos durante la infancia y el ulterior desarrollo de la enfermedad coronaria.

Se ha observado que niños cuyos padres han sufrido infarto coronario en una edad inferior a 50 años, tienen niveles de colesterol más elevados que aquellos cuyos padres no lo han padecido. Por ejemplo, en un estudio realizado en Cataluña, se analizaron los lípidos plasmáticos de 167 niños, con edades comprendidas entre 4 y 18 años, estos niños eran hijos de padres que habían padecido un infarto coronario antes de los 40 años; se observó que por término medio aproximadamente una cuarta parte de los niños tenían alteraciones lipídicas, especialmente hipercolesterolemia (a expensas de las LDL) e hipertrigliceridemia (Argilasa y col., 1.985).

Además, la probabilidad de poseer una cifra elevada de colesterol en los niños que nacieron y viven en familias en las que al menos uno de los padres tiene colesterol elevado es doble de lo observado en aquellos cuyos padres no tienen el colesterol alto (Grande Covián, 1.981).

A nivel general, los valores de lípidos plasmáticos en los niños que viven en países de baja mortalidad coronaria, son más bajos que los que viven en países con mortalidad coronaria elevada. Así, en un estudio internacional, se apreció que los niños de edades comprendidas entre 5 y 9 años pertenecientes a grupos de población con alta mortalidad coronaria tenían colesterolemias de 160-170 mg/dL subiendo a 170-180 mg/dL en los de 10 a 14 años; ambas cifras son aproximadamente unos 40 mg/dL más elevadas que las correspondientes a zonas de baja incidencia (Conference on the Health, 1.979).

Cuando se compararon los valores de colesterol de niños mejicanos y estadounidenses de la misma edad (5-9 años), los primeros tenían colesterolemias mucho más bajas (100 mg/dL) que los segundos (187 mg/dL) y es razonable que tal diferencia se deba, al menos en parte, a los distintos hábitos alimentarios de las poblaciones estudiadas, junto a factores genéticos.

Según el Comité de Nutrición de la Academia Americana de Pediatría (Committee on Nutrition American Academy of Pediatrics, 1.986), las tendencias dietéticas actuales en EE.UU. consistentes en la reducción del consumo de grasas saturadas, colesterol y sal, y el aumento del aporte de grasas poliinsaturadas, debe seguirse con moderación en la infancia. El aporte graso total debe adaptarse entre un 30% a un 40% de las calorías suministradas, para un correcto crecimiento y desarrollo, siendo más seguras las dietas que eviten los extremos. Los esfuerzos deben ir dirigidos a la detección de la obesidad y la hipertensión arterial y a consejos sobre la práctica regular de ejercicio y sobre los peligros del tabaquismo en adolescentes. Estaría indicada la determinación, al menos dos veces, del colesterol sérico en niños con antecedentes familiares de ictus o infarto coronario prematuros y/o hipercolesterolemia. Los niños con hipercolesterolemia constante, que no fuera causada por lipoproteínas de elevada densidad, deberían ser tratados con dieta y/o medicación adecuada.

1.3.4.- ESTUDIO DE LA CASUÍSTICA DE LA HIPERCOLESTEROLEMIA INFANTIL EN ESPAÑA

1.3.4.1.- Consenso para el control de la colesterolemia en España

Las enfermedades cardiovasculares constituyen en España, al igual que ocurre en la mayoría de los países europeos y en el mundo occidental en general, la primera causa de muerte. De ellas, el mayor peso corresponde a las enfermedades cerebrovasculares y a la cardiopatía isquémica.

Por otra parte, la evidencia aportada por algunos de los todavía escasos estudios sobre los niveles de colesterol sanguíneo en diversas regiones españolas indican unas cifras ciertamente preocupantes por su evolución adversa. Esta tendencia parece estar ligada, a recientes cambios en los hábitos alimentarios de la población española.

Las Conferencias y Reuniones de Consenso hasta ahora celebradas en diversos países occidentales, en especial en Estados Unidos y en algunos países europeos, acerca de la problemática del colesterol, han servido de cauce para el manejo y control más racional de las hipercolesterolemias en las poblaciones. Sin embargo, las recomendaciones surgidas han señalado la conveniencia de adaptar estas pautas a las peculiaridades de cada país.

Por todas estas razones el Ministerio de Sanidad y Consumo patrocinó esta Conferencia de Consenso promovida por la Sociedad Española de Cardiología, y en la que participaron destacados expertos, miembros de Sociedades Científicas y otras Entidades Profesionales.

El objetivo del "Consenso sobre el control de la colesterolemia en España" (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1.989), fue el de ofrecer recomendaciones para el control de los

niveles de colesterolemia en la población española. Estas recomendaciones fueron consensuadas por representantes de distintas sociedades científicas, autoridades sanitarias, y con la colaboración de expertos. No se conoce ninguna población con incidencia elevada de cardiopatía isquémica en la que los niveles medios de colesterolemia sean bajos. Las diferencias de las tasas de mortalidad e incidencia de cardiopatía coronaria entre poblaciones están en relación con los niveles de colesterolemia total y el porcentaje de grasas saturadas de la dieta (Keys, 1.980). Para una minoría de individuos de la población, la elevación del nivel de colesterolemia es la expresión de un trastorno endógeno primario o secundario del metabolismo de los lípidos. Las elevaciones mayoritarias de la colesterolemia en la población no se deben a las formas endógenas de las alteraciones del metabolismo de los lípidos, sino a la exposición a factores ambientales adversos, en particular a una dieta rica en grasas saturadas. Estudios en emigrantes procedentes de poblaciones con niveles bajos de colesterolemia y baja incidencia de cardiopatía coronaria, han puesto de manifiesto que al emigrar a áreas geográficas donde el consumo de grasas saturadas, el nivel de colesterolemia y las tasas de incidencia de cardiopatía coronaria son altas, los emigrantes adquieren los valores de sus poblaciones de adopción. (Syme y col., 1.975).

Asimismo, se ha establecido más allá de toda duda razonable, mediante estudios experimentales y ensayos epidemiológicos controlados, que la reducción del porcentaje de los ácidos grasos saturados de 12 a 16 átomos de carbono y del colesterol de la dieta, produce una reducción de los niveles de colesterolemia y que la disminución de la misma, y especialmente de los niveles del colesterol de las lipoproteínas de baja densidad reduce el riesgo de ataques cardíacos (Stamler y col., 1.986). Aunque esto ha sido demostrado de forma concluyente para los

hombres, la mayoría de los datos sugieren que se pueden obtener semejantes resultados en las mujeres.

A pesar de que los datos son relativamente escasos, la revisión de los estudios epidemiológicos españoles pone de manifiesto que las cifras medias de colesterolemia en la población son altas, similares a las de otros países europeos y podrían estar aumentando. La dificultad de comparación de los métodos de análisis de colesterol plasmático a lo largo del tiempo hace difícil estimar la magnitud de este aumento, pero existen indicios razonables para suponer que es cierto (Segura y col., 1.986; Plaza y col., 1.986).

Dada la necesidad de actuar de una forma efectiva para evitar la continuación del ascenso de la colesterolemia, y de la mortalidad coronaria, y para evitar la inadecuada y excesiva utilización de fármacos, esta Conferencia de Consenso, siguiendo las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, 1.982), las sociedades científicas internacionales y las experiencias iniciadas hace ya varios años en otros países occidentales (Consensus Development Conference, 1.985; Study Group European Atherosclerosis Society, 1.987; Study Group European Atherosclerosis Society, 1.988), propone una serie de recomendaciones consensuadas, con el ánimo de contribuir a la mejora de la salud en España.

La dieta media española es rica y variada. Se caracteriza por un alto consumo de verduras, frutas, pescado y aceites vegetales mono y poliinsaturados. Estas características positivas de la dieta española deben mantenerse. Sin embargo, existe poca información sobre la ingesta de macro y micronutrientes. La información derivada de las dos encuestas nacionales de nutrición realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.) en colaboración con el Instituto de Nutrición (C.S.I.C.) en los años 1.965 y 1.985, mostró que el porcentaje medio nacional

de energía consumida por día, procedente de las grasas, aumentó del 30% al 40% en ese periodo (I.N.E., 1.985). En la actualidad, datos correspondientes a grupos de niños y adolescentes indican que el consumo de grasas saturadas aporta porcentajes superiores al 15% de la energía total (Estudio C.A.E.N.P.E., 1.993). Estos cambios se producen paralelamente a un aumento del sedentarismo y una reducción del ejercicio físico entre los españoles, resultando un balance calórico desequilibrado. Esta tendencia se juzga negativa y podría estar relacionada con el probable aumento de los niveles de colesterolemia observado en los últimos años.

A pesar de la situación relativamente favorable de la dieta media española, existen indicios razonables para afirmar que en determinadas áreas geográficas la dieta media se separa marcada y negativamente de este patrón dietético saludable.

En particular, es preocupante el deterioro de la calidad de la dieta entre niños, adolescentes y jóvenes.

Las conclusiones más relevantes adoptadas en la "Conferencia de Consenso para el control de la Colesterolemia en España" fueron las siguientes:

a) Se considera conveniente la reducción de la ingesta media de grasa al 30-35% de la energía total, con una contribución de grasas saturadas inferior al 10% y de preferencia alrededor del 7%. La contribución de las grasas poliinsaturadas no debe sobrepasar el 10%. Este objetivo es fácilmente alcanzable si se mantiene el patrón actual de consumo de grasas culinarias y se disminuye el consumo de alimentos ricos en hidratos de carbono de absorción rápida, pero no se disminuye el aporte de carbohidratos complejos. En este sentido se hace hincapié en la conveniencia de recuperar el consumo tradicional de leguminosas en España.

b) Se considera necesario que, como parte de la estrategia de población, los organismos públicos y las diversas entidades cívicas en colaboración con ellos, establezcan las condiciones necesarias para que las personas de todas las edades puedan mantener su peso corporal y realizar ejercicio físico de forma habitual.

c) Se considera conveniente organizar programas de educación alimentaria dirigidos a toda la población en general y en especial a niños, adolescentes y jóvenes a través de programas de educación escolar y familiar. La efectividad de estos programas de educación será incompleta, si no van acompañados de una política de etiquetado correcto de los productos alimenticios que guíe al consumidor en su elección. Este etiquetado debe comprender información cuantitativa de los ingredientes, contenido calórico y nutrientes de manera que sea inteligible para la mayoría de los ciudadanos.

d) Se considera necesario establecer mecanismos de inspección y control efectivos que aseguren la calidad del contenido nutritivo de los alimentos, evitando al mismo tiempo la publicidad engañosa.

e) Se considera conveniente promover las actuaciones necesarias para asegurar el mantenimiento del actual patrón medio alimentario español en sus aspectos de variedad, alto consumo de frutas, verduras, aceites vegetales y pescado. (Lipid Research Clinics Program, 1.984).

Existen indicios de un incremento en el consumo de grasas saturadas y de carbohidratos simples en la dieta española. Este deterioro dietético es especialmente preocupante entre la población infantil y adolescente.

Las actuaciones preventivas en relación a la dieta deben encaminarse a mantener las características cardio-saludables de la llamada «dieta mediterránea» y evitar su deterioro.

La hipercolesterolemia moderada deberá tratarse mediante recomendaciones dietéticas, fundamentalmente encaminadas a un aporte calórico equilibrado y a evitar un consumo excesivo de grasas saturadas.

En aquellos casos en que después de una modificación dietética adecuada no se normalicen las concentraciones de colesterol, puede estar indicado un tratamiento farmacológico complementario que debe ser prescrito de forma racional y prudente.

Lógicamente una de las cuestiones de las que se ocupó este consenso fue la de estudiar la fiabilidad de las determinaciones de colesterol, y por tanto del error experimental admitido. Se estimó que éste no fuera superior al 5%. A efectos prácticos, esto quiere decir que para un nivel de colesterol del orden de 200 mg/dL, cualquier variación en más o menos 10 mg/dL carece de significación.

Referente a la fiabilidad de los métodos disponibles para la determinación de colesterol, se recomiendan las técnicas enzimáticas, preferentemente en su versión automatizada. Se recomienda que el diagnóstico de la elevación del colesterol se base en dos determinaciones realizadas en ayunas (12-14 horas), separadas por un intervalo de una a tres semanas. Las determinaciones recomendadas serán: Colesterol total, Colesterol HDL y triglicéridos.

1.3.4.2.- Estudios más recientes sobre la hipercolesterolemia infantil en España

Actualmente, es conocida por todos la influencia que el tipo de dieta tiene sobre determinadas afecciones cardiovasculares como la aterosclerosis, esta influencia radica en el tipo de

grasa ingerida (mayor o menor proporción de ácidos grasos saturados) y en un segundo plano, en el colesterol ingerido con la dieta (colesterol exógeno).

En los últimos años han proliferado los estudios de lípidos plasmáticos en la edad infantil en nuestro país. Así, Tojo y col. (1.989) encontraron en niños gallegos, que los valores medios del colesterol plasmático eran de 179,4 mg/dL, y que un 29% de su población tenía cifras de colesterol mayores de 200 mg/dL.

Sarriá y col. (1.989) en un grupo de niños aragoneses encontraron cifras medias de colesterol de 175,6 mg/dL.

López y col. (1.989) aportan datos del estudio de Fuenlabrada, en el que encontraron cifras medias de colesterol sérico de 165 mg/dL. Este fue un trabajo realizado con 2.400 niños de ambos sexos, de recién nacidos hasta 18 años en dicha población madrileña. Un 14% de los niños estudiados presentaban niveles de colesterol sérico superiores a 200 mg/dL, porcentaje que se elevaba al 20% si se consideraban sólo los niños con antecedentes familiares de cardiopatía isquémica. El porcentaje de niños con niveles bajos de la fracción HDL fue superponible al anterior (15,8% y 23% respectivamente).

Otros trabajos realizados recientemente encontraron que las cifras medias de colesterol plasmático en niños españoles variaba entre 160-180 mg/dL, y que aproximadamente el 20% de la población estudiada tenían cifras superiores a 200 mg/dL (Rodríguez-Estechea y col., 1.991; Alvarez Calatayud y col., 1.991).

Ruiz y col. (1.991) en otro estudio realizado en Zaragoza encontraron que el 28,1% de los niños estudiados tenían niveles de colesterol superiores a 200 mg/dL.

Vallescar y col. (1.991) encontraron en un estudio realizado en Menorca, que los valores de colesterol descienden a los 15 años, para volver a elevarse a los 18 años. También observaron que en las niñas, los valores son discretamente más elevados. Este grupo encontró niveles medios de colesterol de 160 mg/dL, y sólo el 6,7% de los niños estudiados sobrepasó los 200 mg/dL.

Asimismo, según el Estudio de Prevalencia y Prevención Primaria de las Enfermedades Cardiovasculares en Madrid (Estudio E.P.C.U.M., 1.992), realizado por la Unidad de Lípidos y Aterosclerosis del Hospital Clínico de Madrid en colaboración con el Area de Sanidad y Consumo del Ayuntamiento, pone de manifiesto que Madrid es una de las ciudades europeas con mayor tasa de colesterol, siendo especialmente preocupante la situación de la población infantil ya que sólo el 40% de los niños se encuentran dentro de los niveles deseables.

Según sus responsables este estudio es el primero de estas características que se realiza en España, cuya elaboración tuvo lugar durante los años 1.991 y 1.992, con una participación de 3.851 personas. El análisis, que se ha llevado a cabo entre la población infantil (niños con edades comprendidas entre los 5 y los 12 años), presenta una situación calificada por los especialistas de alarmante. Según el Dr. Gutierrez Fuentes, director del citado estudio, en estas edades se han encontrado unos niveles medios de colesterol por encima de los 170 mg/dL, cuando en las últimas estadísticas procedentes de EE.UU. estos mismos valores apenas superaban los 160 mg/dL, hecho este impensable hasta hace poco tiempo y que nos debe hacer meditar sobre el tipo de grasas que nuestros niños toman en la dieta.

El 40% de los niños que se encuentran dentro de los niveles deseables de colesterol, tienen cifras inferiores a 170 mg/dL. Entre un 23 y un 25% superan este límite, aunque están por

debajo de los 185 mg/dL, tasa que en ningún caso debieran superar; finalmente, entre un 13 y un 18% superan los 200 mg/dL.

Esto nos indica que los niños españoles van a contracorriente de la tendencia general existente en los países desarrollados en la actualidad, consistente en corregir los riesgos para la salud derivados de una dieta inadecuada.

Otros estudios realizados en España para conocer la situación real y actual sobre la causalística de colesterolemia en la población infantil han sido: El Estudio D.R.E.C.E. (Dieta y Riesgo de Enfermedades Cardiovasculares en España) y el Estudio C.A.E.N.P.E. (Consumo de Alimentos y Estado Nutricional de la Población Escolar), los cuales pasamos a estudiar más detenidamente:

I) Estudio D.R.E.C.E.

El Estudio D.R.E.C.E. comenzó en el año 1990 por iniciativa de la Unidad de Lípidos del Hospital Universitario de San Carlos, y en cuyo desarrollo y ejecución han participado la Fundación Jimenez Díaz y más de 50 Centros de Atención Primaria de toda España, bajo la coordinación de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

La población objeto del Estudio D.R.E.C.E. ha sido toda la española dividida en ocho regiones con una muestra representativa, de acuerdo a la prevalencia de hiperlipemia de 5.000 individuos en la que el número de hombres fue igual al de mujeres y divididos en seis estratos de edad.

Cuadro I.- Distribución de la población por estratos de edad (Estudio D.R.E.C.E.)

| Edad | n hombres = n mujeres |
|------------|-----------------------|
| 5-12 años | 405 |
| 13-19 años | 445 |
| 20-29 años | 490 |
| 30-39 años | 408 |
| 40-49 años | 390 |
| 50-59 años | 362 |

Para cada uno de los individuos de la muestra la recogida de la información se realizó mediante una encuesta individual que incluía datos de antecedentes familiares, personales, uso de fármacos y hábitos alimentarios. También en todos los casos se realizó una exploración física normalizada y unos análisis de sangre.

Los objetivos principales de este estudio fueron:

- Conocer las características de la dieta, los parámetros antropométricos y bioquímicos de la población estudiada.
- Establecer la relación de la dieta y los parámetros analizados, con especial incidencia en el riesgo cardiovascular.
- Evaluar el grado de conocimiento de la población en la interpretación del etiquetado de los alimentos.
- Sensibilizar a la población con respecto a la posible prevención de las enfermedades cardiovasculares, favoreciendo la adquisición de hábitos alimentarios correctos.

Respecto a los resultados obtenidos en este estudio destacaremos los siguientes :

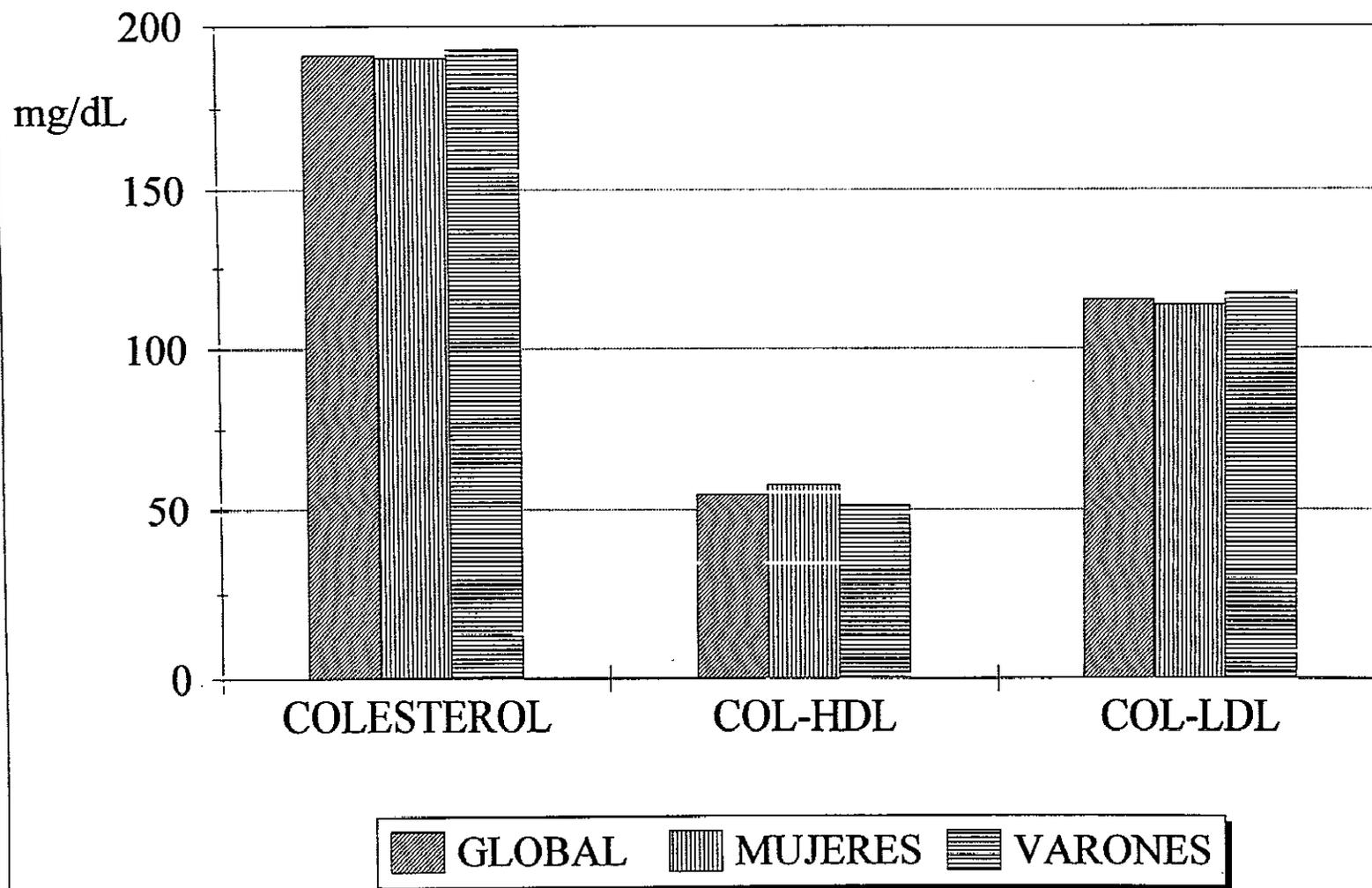
Los valores medios de colesterol total muestran un aumento a medida que avanza la edad, pero son sorprendentes los valores relativamente altos de colesterol en los niños y niñas de 5-12 años (171,4 mg/dL en niñas y 171,9 mg/dL en niños) existiendo un descenso para los niños clasificados en el segundo estrato de edades (13-19 años). En la Figura 17 podemos apreciar los valores medios de colesterol total distribuidos por sexos y estratos de edad.

En general, las cifras de colesterol son más altas en los varones que en las mujeres, salvo para el segundo estrato (13-19 años) y sexto estrato (50-59 años). Este último, justificable porque las mujeres en la menopausia aumentan los niveles de colesterol.

También es interesante la comparación de los datos obtenidos en el Estudio D.R.E.C.E. con los referentes al estudio LRC (EE.UU.). Si bien los datos correspondientes al Estudio LRC, proceden de un muestreo realizado hace más de 10 años, en las Figuras 18 y 19 podemos observar que tanto en hombres como en mujeres, en España las concentraciones de colesterol total son superiores. No obstante, las diferencias observadas son prácticamente atribuibles a unas concentraciones más elevadas de colesterol HDL, ya que las concentraciones de colesterol LDL (c-LDL) son prácticamente idénticas.

Por lo que respecta a la población infantil y adolescente de acuerdo a una clasificación hecha sobre los grupos de riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV) de los individuos participantes en el ensayo, podemos apreciar que para el grupo de niños y adolescentes (5-19 años), existe un 43% de individuos de "alto riesgo" de padecer estas enfermedades, considerando de "alto riesgo" a aquellos individuos que tengan el colesterol total mayor de 185 mg/dL (col T. > 185 mg/dL) o el colesterol LDL mayor de 130 mg/dL (c-LDL > 130 mg/dL)

FIGURA 17.- VALORES MEDIOS DE COLESTEROL EN LA POBLACION ESPAÑOLA (Estudio D.R.E.C.E., 1993).



**FIGURA 18.- VALORES MEDIOS DE COLESTEROL TOTAL
DISTRIBUIDOS POR SEXO Y ESTRATOS DE
EDAD (Estudio D.R.E.C.E.).**

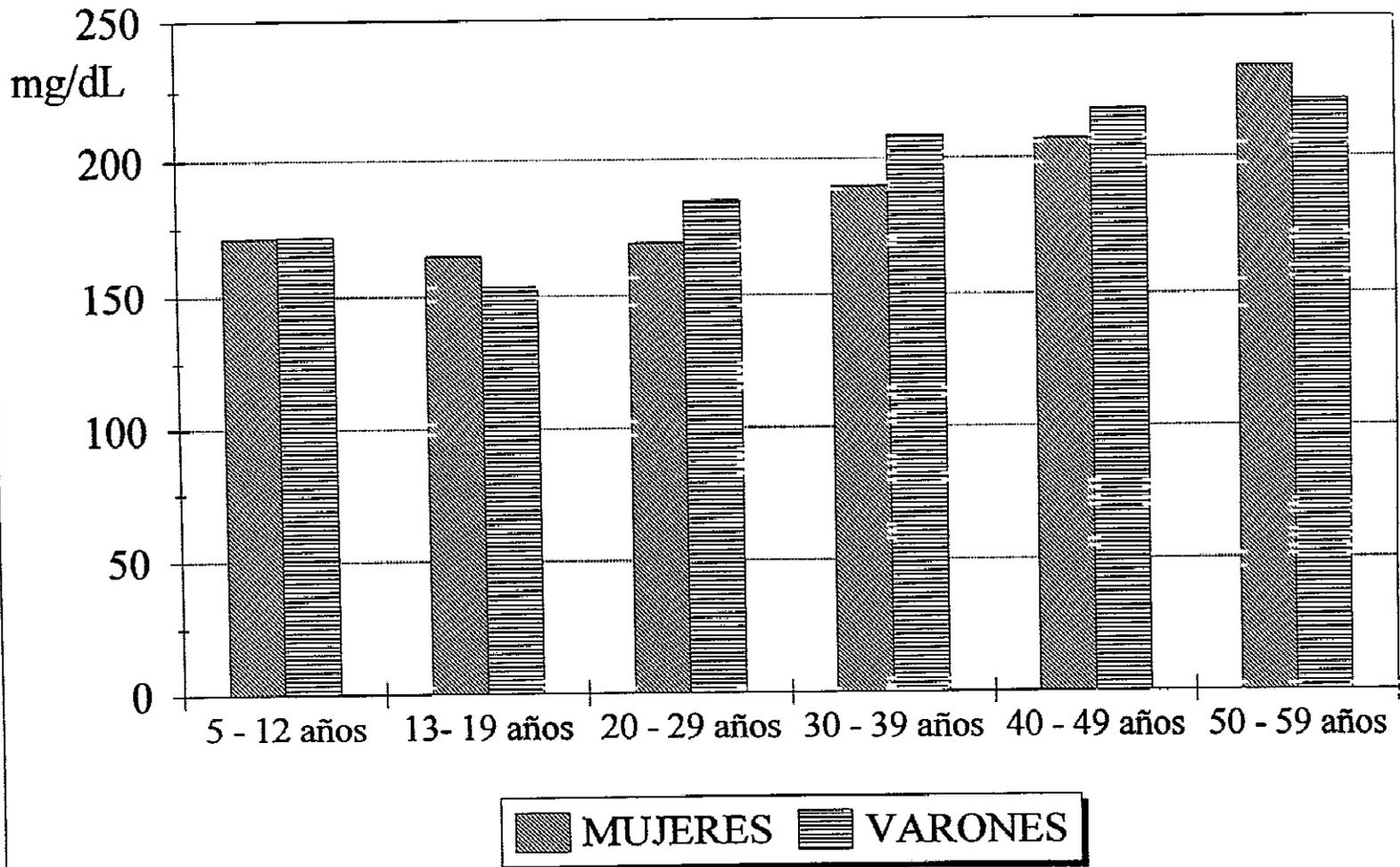
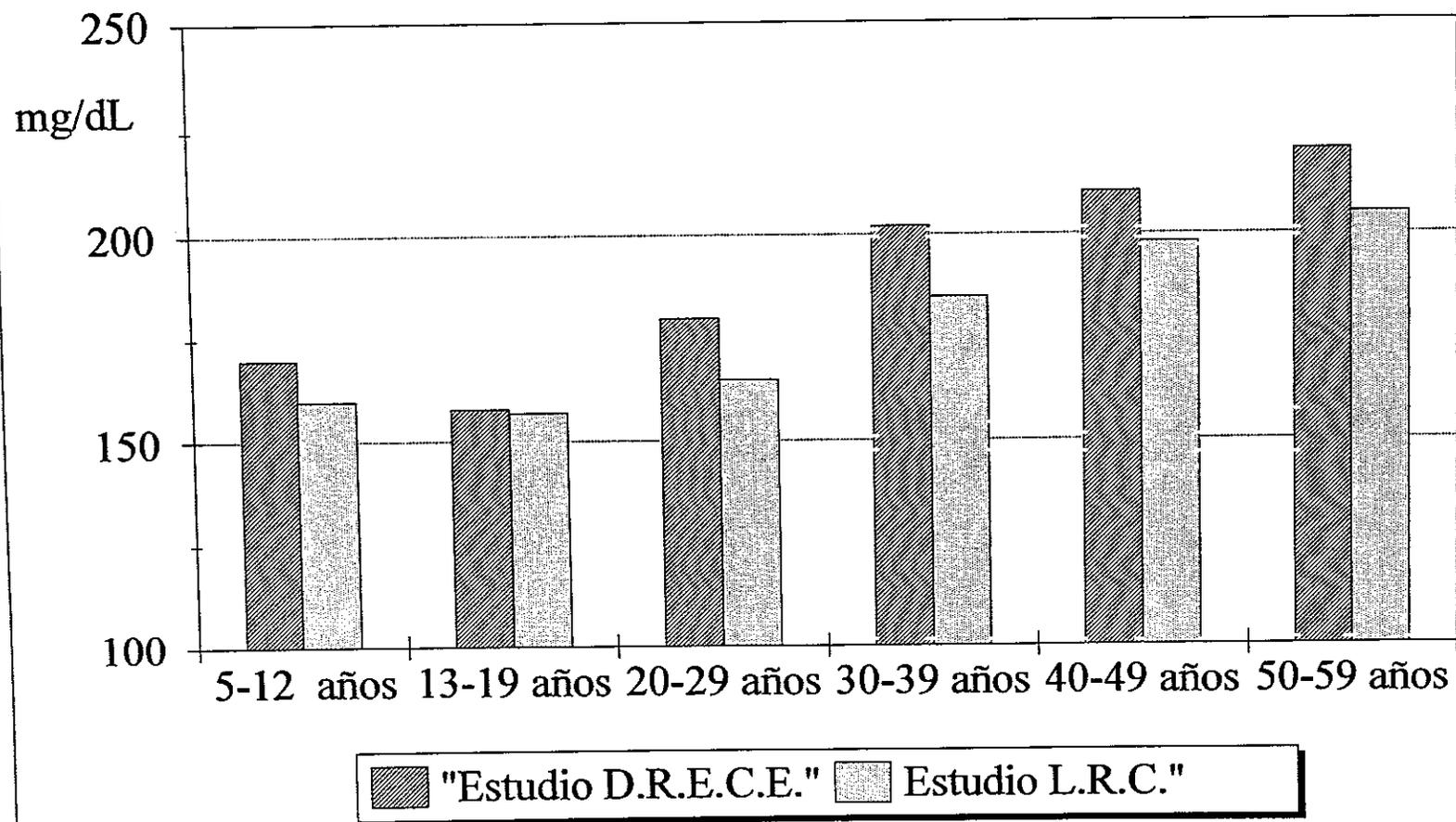


FIGURA 19.- ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE COLESTEROL PLASMÁTICO EN VARONES EN ESPAÑA (Estudio D.R.E.C.E.) Y EE. UU. (Estudio L.R.C.).



estimamos que estos datos son realmente preocupantes y que nos deben hacer meditar sobre sus posibles causas para intentar corregirlas.

Una posible explicación a estos hechos podría estar en las altas cifras de colesterol y ácidos grasos saturados que según este estudio ingieren nuestros niños y adolescentes.

Así según se observa en la Figura 20, los niños de 5-12 años tomaban en la dieta 476 mg de colesterol por día y 566 mg/día los adolescentes de 13-19 años, valores muy superiores a los recomendados (300 mg/día) (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990). Respecto a la ingesta de grasas, los niños de 5-12 años tomaban 121 g/día, de los cuales el 44% eran saturadas y los adolescentes de 13-19 años ingerían 135 g/día de grasas de las cuales el 48% eran saturadas (Figura 21), valores muy superiores a los recomendados.

Con los datos anteriormente expuestos es fácil imaginar que las dietas eran desequilibradas e hipercalóricas por su alta proporción de grasas (aporte calórico 9 Kcal/g), así los valores determinados eran 2.607 Kcal/día en niños de 5-12 años y 2918 Kcal/día para los adolescentes de 13-19 años, valores muy superiores a los recomendados (Figura 22). En la Figura 23 están reflejados los niveles de colesterol por zonas geográficas en España. (Food and Nutrition Board, 1.980; Norma UNE 34-750, 1.984; OMS, 1.990)

II) Estudio C.A.E.N.P.E.

Durante 3 años (1.990-1.992) el Ministerio de Sanidad y Consumo (Dirección General de Salud Pública), ha patrocinado y gestionado un estudio epidemiológico, realizado por un equipo del Hospital Severo Ochoa y otros hospitales, sobre el Consumo de Alimentos y Estado Nutricional de la Población Escolar de la Comunidad de Madrid (C.A.E.N.P.E.).

**FIGURA 20.- INGESTAS DIARIAS DE COLESTEROL (mg/día)
(Estudio D.R.E.C.E, 1.993)**

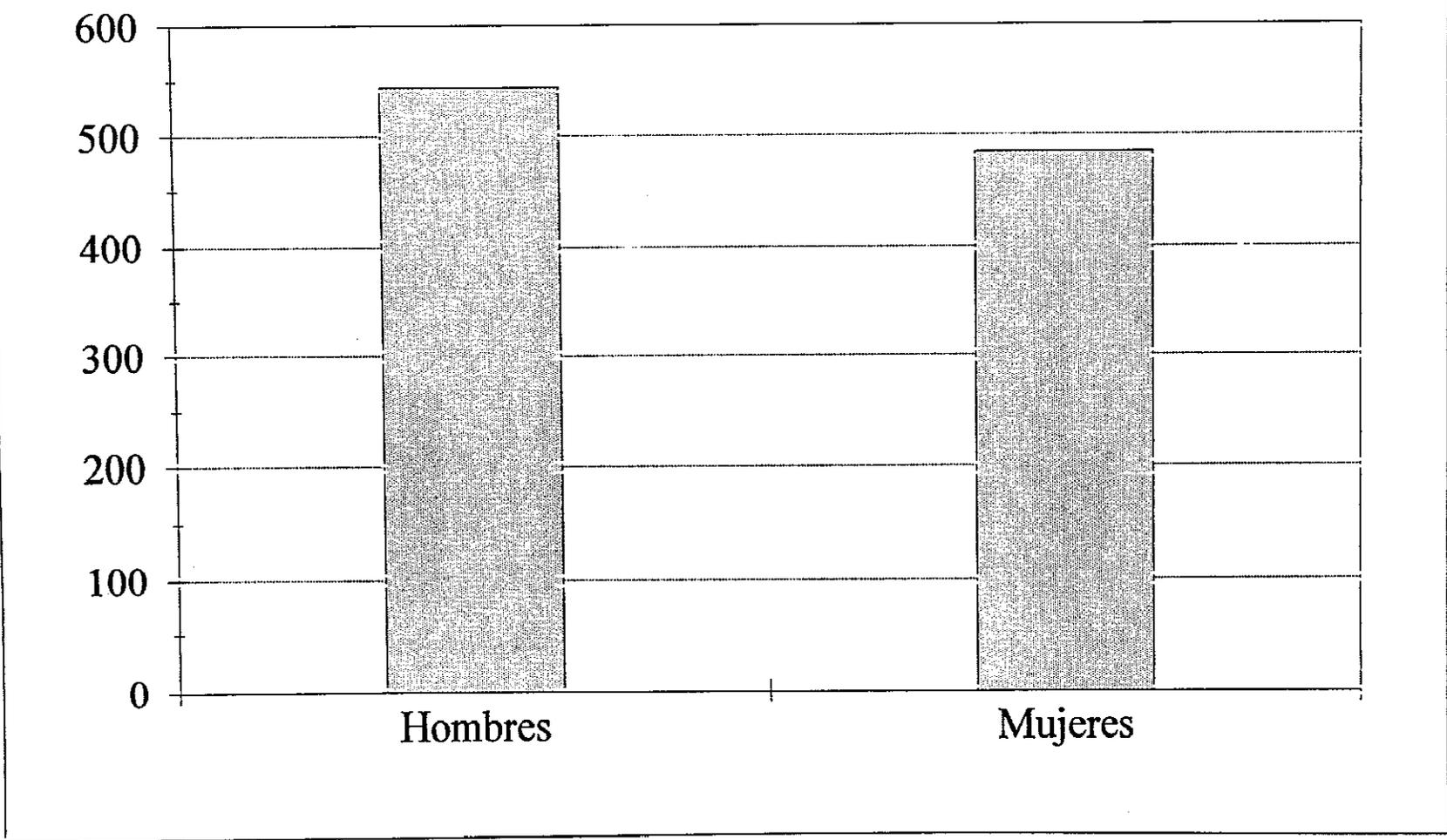
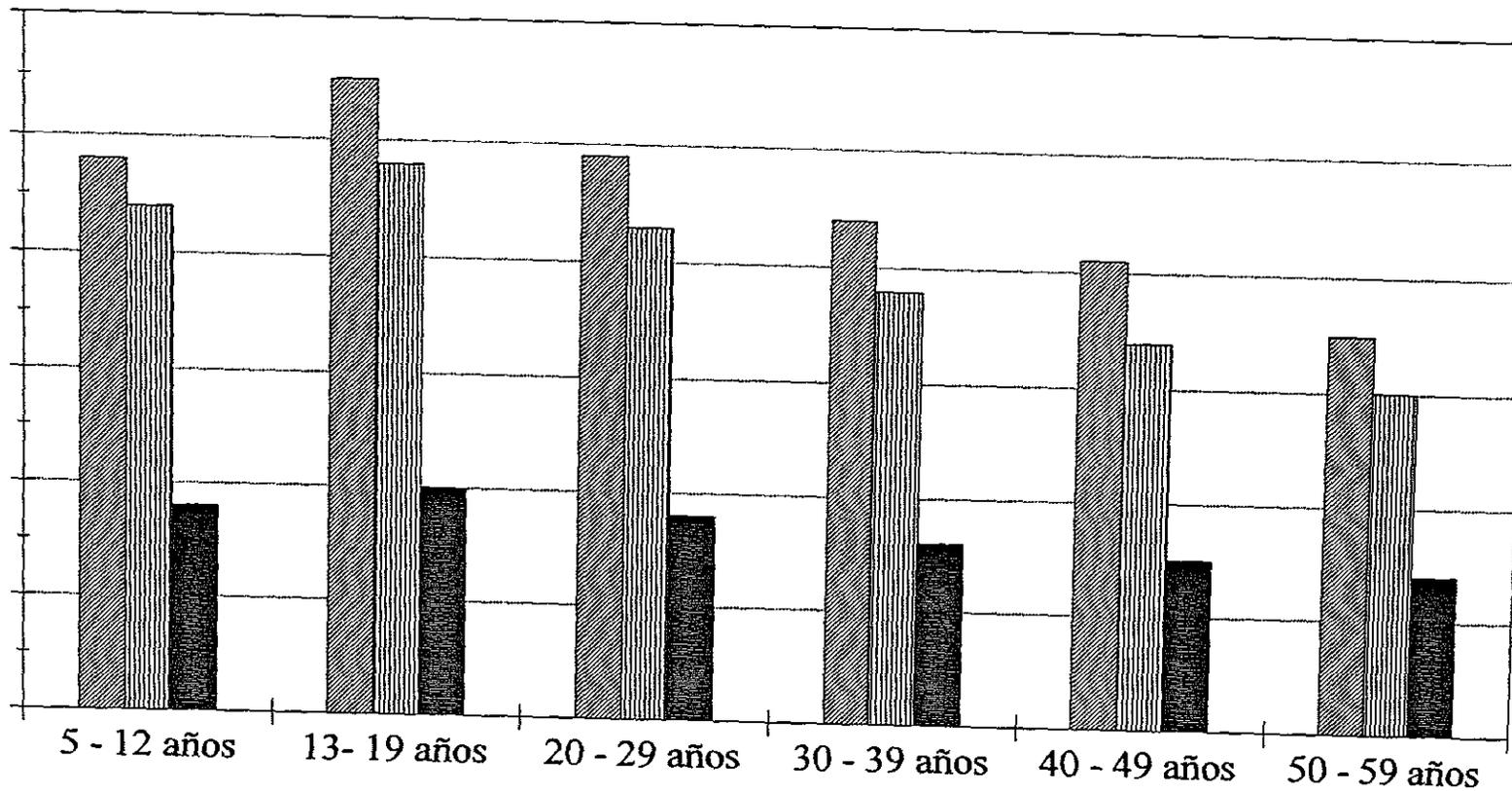
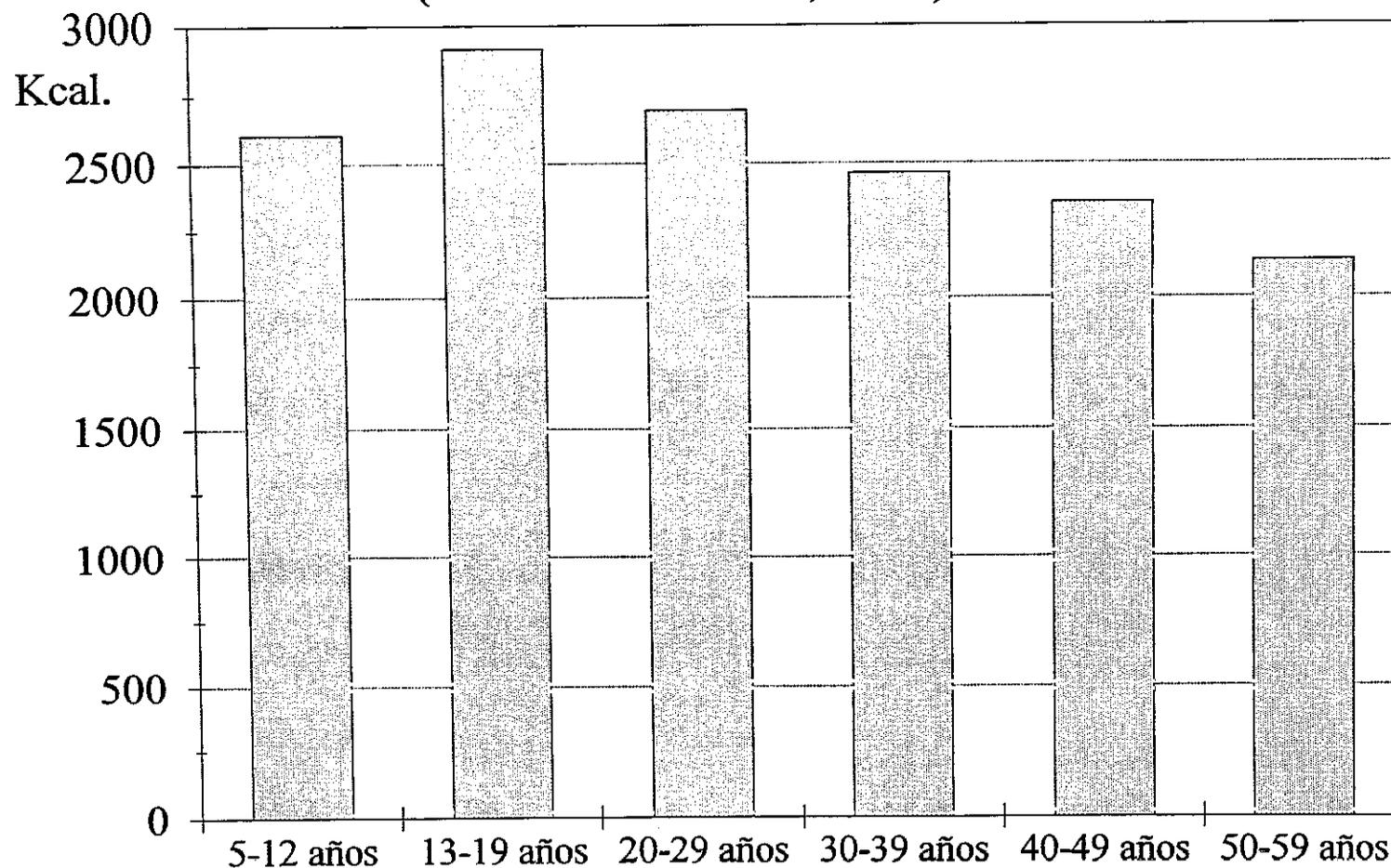


Figura 21.- INGESTA DE GRASAS CLASIFICADA POR EL TIPO DE ACIDOS GRASOS (Estudio C.A.E.N.P.E., 1.993).

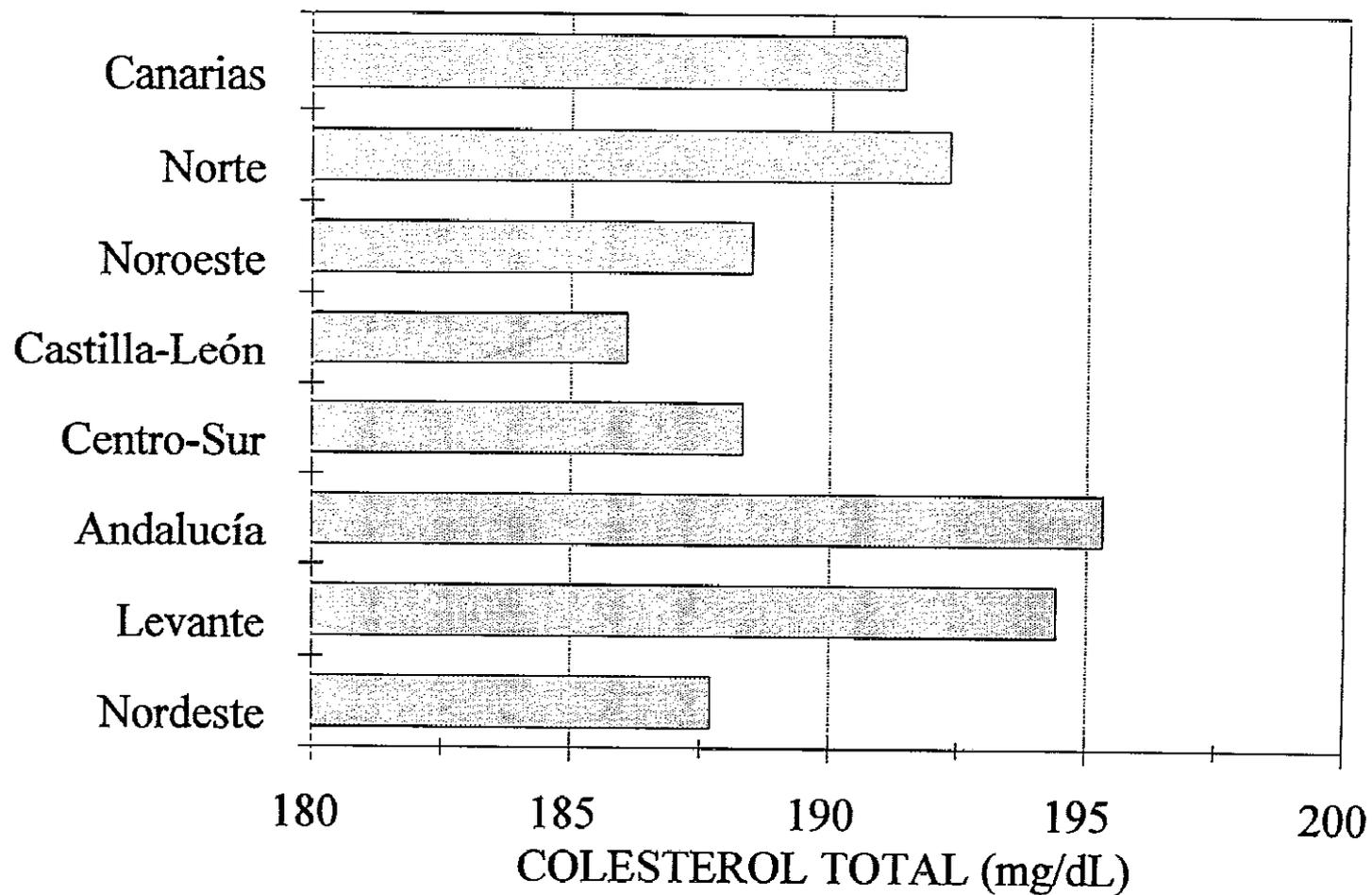


■ Monoinsaturados ▨ Saturados ■ Poliinsaturados

**Figura 22.- INGESTA CALORICA DE LA POBLACION
ESPAÑOLA SEGUN ESTRATOS DE EDAD
(Estudio D.R.E.C.E., 1.993).**



**FIGURA 23.- DISTRIBUCION DE LOS NIVELES DE COLESTEROL PLASMATICO POR ZONAS GEOGRAFICAS.
(Estudio D.R.E.C.E., 1993)**



Con este estudio se pretendía :

1.- Conocer el consumo **cuantitativo** de alimentos, de la población infantil de 6 a 14 años de la Comunidad de Madrid.

2.- Conocer **cuantitativamente**, la ingesta de nutrientes de dicha población.

3.- Conocer el **estado nutricional** mediante valoración **antropométrica y bioquímica**, determinando la presencia o no de grupos de riesgo nutricional.

4.- Conocer el **perfil lipídico** por edades y sexo, con valoración del riesgo cardiovascular que el mismo comporta.

Para la realización de este trabajo se seleccionaron **dos mil ochocientos** niños de E.G.B., de **16 colegios** de Madrid capital y municipios de diferente estrato social.

El tamaño de la muestra fue de 2.800 niños/niñas divididos en 20 grupos por edades y sexo, considerando cuatro estratos sociales y la pertenencia a la capital o a municipios menores de 50.000 habitantes. Se seleccionaron 16 colegios de Madrid capital y de otros municipios de esta Comunidad. Se hizo un estudio de los consumos medios globales de los diferentes grupos de alimentos comparados con las raciones habitualmente recomendadas para la población infantil. El consumo medio de alimentos por sexos no muestra diferencias salvo un consumo levemente mayor en los niños de algunos grupos de alimentos y de verduras y legumbres en las niñas.

En general, se observa un consumo de productos cárnicos, productos de bollería y pastelería y de dulces y golosinas superior a las recomendaciones establecidas. El consumo de

pescado y productos lácteos es inferior a éstas y el de patatas y cereales es muy inferior a las mismas.

Respecto a la energía y macronutrientes consumidos, los resultados están reflejados en el Cuadro II (Figura 24).

Cuadro II.- Distribución de macronutrientes en la dieta (Estudio C.A.E.N.P.E.)

| | g/día | Kcal. | (%) v. calórico |
|---------------|-------|-------|-----------------|
| PROTEINAS | 110,6 | 442 | 17 |
| CARBOHIDRATOS | 263,1 | 1.052 | 40 |
| LIPIDOS | 124,4 | 1.119 | 43 |

En relación a la fibra alimentaria, la ingesta media diaria fue de 20,61 gr (ingesta media recomendada 30 g/día) (OMS, 1.990).

El porcentaje de grasas consumidas así como la distribución porcentual de los ácidos grasos están reflejados en el Cuadro III (Figura 25).

Cuadro III.- Distribución porcentual de los ácidos grasos sobre la ingesta de lípidos en la dieta (Estudio C.A.E.N.P.E.)

| | g | (%) v. calórico |
|--------------------------|---------|-----------------|
| INGESTA MEDIA DE LIPIDOS | 122,4 g | 42,7% |
| A. G. SATURADOS | 50,5 g | 17,5% |
| A. G. MONOINSATURADOS | 55,6 g | 19,5% |
| A. G. POLIINSATURADOS | 16,3 g | 5,7% |

La ingesta media de colesterol en la población estudiada fue de 516,8 mg/día.

Los resultados en la población global (muestra representativa) respecto al perfil lipídico sérico de los niños están reflejados en el Cuadro IV.

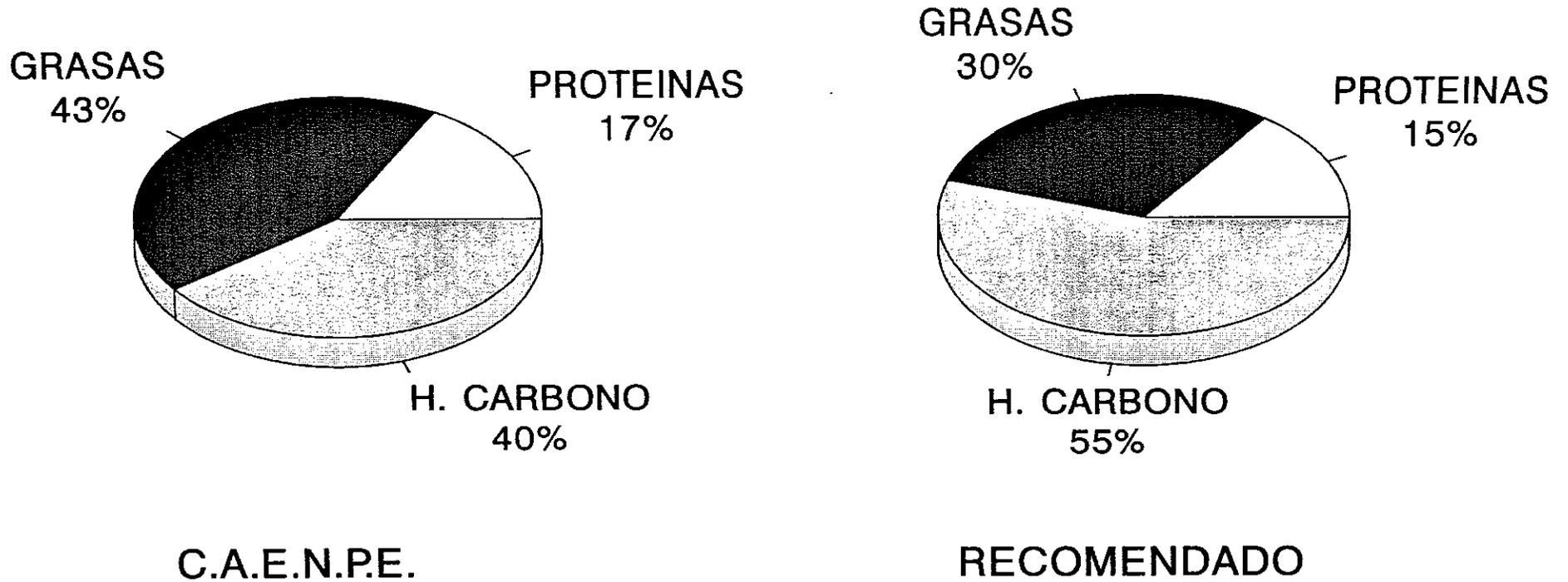
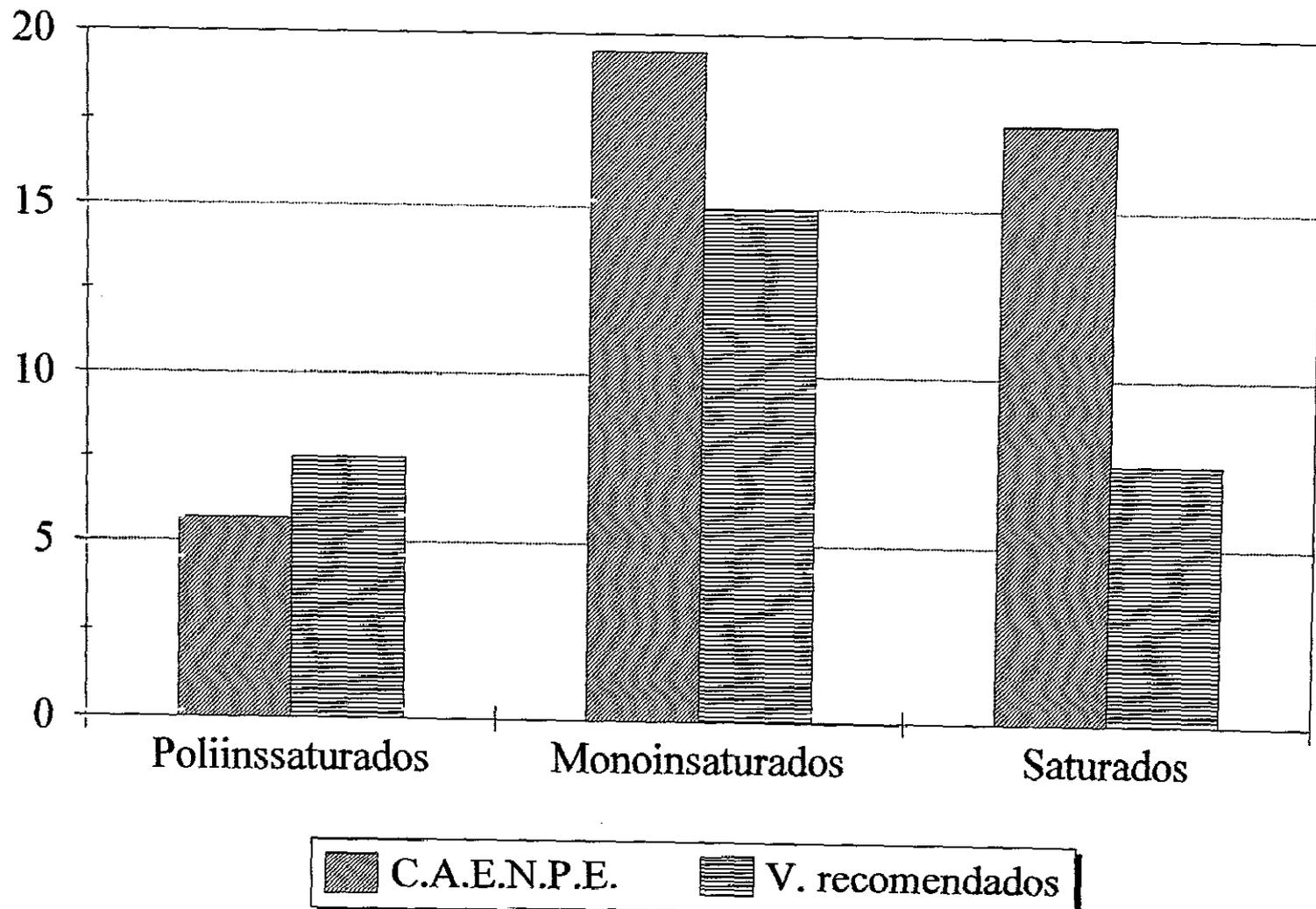


Figura 24.- DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL APOORTE CALORICO EN LA DIETA DE LA POBLACION INFANTIL.
(Estudio C.A.E.N.P.E., 1993).

**Figura 25.- Consumo de grasas por la población infantil.
(Estudio C.A.E.N.P.E., 1.993).**



Cuadro IV.- Perfil lipídico sérico de la población infantil (Estudio C.A.E.N.P.E.)

| | |
|--------------------|------------------------|
| - COLESTEROL TOTAL | 180,1 ± 31,0 mg/dL |
| - COLESTEROL LDL | 106,2 ± 26,6 mg/dL |
| - COLESTEROL HDL | 63,0 ± 14,3 mg/dL |
| - TRIGLICERIDOS | 54,6 ± 24,9 mg/dL |
| - COLESTEROL/C-HDL | <u>2,9</u> ± 0,7 mg/dL |

Los hechos más destacables respecto a los resultados del perfil lipídico fueron los siguientes:

Altos niveles de colesterol total: De la población estudiada un 23% tiene una cifra de colesterol mayor de 200 mg/dL.

Altos niveles de colesterol LDL: El 18% de la población estudiada está por encima de 130 mg/dL

Altos niveles de colesterol HDL: Solamente un 1,8% del total de la población estudiada tiene niveles de colesterol HDL inferiores a 35 mg/dL

Bajos niveles del cociente colesterol total/colesterol HDL: Sólo un 1,2% de los niños tiene un cociente por encima de 5 (Tablas XI y XII).

Conclusiones del Estudio C.A.E.N.P.E.

- 1) En los niños de edad escolar estudiados no se evidencian signos de desnutrición.
- 2) La ingesta energética media diaria es superior a las recomendaciones establecidas.

TABLA XI.- PERFIL LIPIDICO SERICO DE LOS NIÑOS (Estudio C.A.E.N.P.E., 1.993).

| Edad (años) | CT Media | CT P75 | C-LDL Media | C-LDL P75 | C-HDL Media | C-HDL P5 | TG Media | TG P75 |
|-------------|----------|--------|-------------|-----------|-------------|----------|----------|--------|
| 6 | 176 | 194 | 102 | 116 | 63 | 36 | 51 | 62 |
| 7 | 180 | 198 | 105 | 121 | 65 | 43 | 46 | 51 |
| 8 | 182 | 198 | 107 | 123 | 65 | 45 | 50 | 59 |
| 9 | 186 | 204 | 110 | 125 | 65 | 43 | 54 | 60 |
| 10 | 184 | 203 | 106 | 123 | 68 | 46 | 52 | 60 |
| 11 | 181 | 202 | 106 | 124 | 64 | 41 | 56 | 66 |
| 12 | 182 | 202 | 107 | 121 | 64 | 41 | 55 | 67 |
| 13 | 172 | 192 | 101 | 119 | 59 | 40 | 58 | 67 |
| 14 | 173 | 190 | 103 | 116 | 57 | 38 | 64 | 70 |

CT = colesterol total (mg/dl)

TG = triglicéridos (mg/dl)

C-LDL = colesterol ligado a LDL lipoproteinas (mg/dl)

C-HDL = colesterol ligado a HDL lipoproteinas (mg/dl)

TABLA XII.- PERFIL LIPIDICO SERICO DE LAS NIÑAS (Estudio C.A.E.N.P.E., 1.993).

| Edad (años) | CT Media | CT P75 | C-LDL Media | C-LDL P75 | C-HDL Media | C-HDL P5 | TG Media | TG P75 |
|-------------|----------|--------|-------------|-----------|-------------|----------|----------|--------|
| 6 | 176 | 194 | 108 | 124 | 59 | 37 | 50 | 58 |
| 7 | 178 | 197 | 107 | 124 | 61 | 41 | 50 | 56 |
| 8 | 186 | 209 | 112 | 131 | 64 | 44 | 56 | 68 |
| 9 | 184 | 204 | 109 | 123 | 65 | 42 | 55 | 66 |
| 10 | 185 | 207 | 112 | 129 | 62 | 40 | 59 | 70 |
| 11 | 177 | 192 | 104 | 119 | 62 | 41 | 59 | 67 |
| 12 | 181 | 206 | 107 | 125 | 62 | 43 | 62 | 69 |
| 13 | 173 | 191 | 100 | 114 | 61 | 44 | 62 | 72 |
| 14 | 170 | 187 | 99 | 110 | 60 | 44 | 59 | 70 |

CT = colesterol total (mg/dl)
TG = triglicéridos (mg/dl)

C-LDL = colesterol ligado a LDL lipoproteínas (mg/dl)
C-HDL = colesterol ligado a HDL lipoproteínas (mg/dl)

3) La ingesta media de proteínas es elevada con una clara preponderancia de las de origen animal.

4) Los hábitos alimentarios de los escolares se caracterizan por el desequilibrio nutricional, con un aporte calórico procedente de las grasas superior al de los hidratos de carbono.

5) Aunque existe una elevada ingesta de ácidos grasos monoinsaturados, sin embargo, el aporte de grasas saturadas y de colesterol en la dieta es superior a los valores recomendados.

6) La ingesta media de minerales y vitaminas es muy superior a las recomendadas, si se exceptúa el aporte de magnesio, hierro y zinc que cubren discretamente dichas exigencias y el calcio que es insuficiente a partir de los 11 años.

7) El perfil lipídico de esta población se caracteriza por unos niveles elevados de colesterol total y colesterol LDL, asociados a una fracción protectora de colesterol HDL también alta, a pesar de lo cual esta población infantil podría ser considerada como de "riesgo futuro" de enfermedades cardiovasculares.

Ante el conjunto de datos obtenidos en todos estos estudios nos toca ahora plantearnos las siguientes cuestiones:

I - ¿ Será necesario realizar en la población infantil estudios comparativos entre la ingesta real y las recomendaciones teóricas, identificando de esta forma, los grupos que, por exceso o por defecto, presentan una situación de riesgo nutricional ?

II - ¿ Cual es el impacto del consumo de determinados alimentos sobre los perfiles lipídicos de nuestra población infantil ?.

III - ¿ Puede influir el desequilibrio nutricional durante la infancia en la aparición de enfermedades en la vida adulta ?

Es evidente que las respuestas a estas preguntas no son fáciles de dar, aunque a lo largo de este trabajo intentaremos resolver alguna de ellas.

II PARTE
EXPERIMENTAL

2.- OBJETIVOS

En la parte general, hemos visto la problemática suscitada acerca de la relación existente entre el tipo de grasas que se ingieren con la dieta y su posible incidencia sobre los niveles de colesterol plasmático, máxime teniendo en cuenta que estos niveles son especialmente preocupantes en la población infantil, lo que nos ha motivado a la realización de este estudio.

El objetivo del presente trabajo consiste en el estudio y análisis de diversos alimentos que son consumidos habitualmente por la población infantil, haciendo especial hincapié en el conocimiento del tipo y composición de la fracción lipídica que contienen, con el fin de relacionar la posible incidencia de estos alimentos con la casuística actual de hipercolesterolemia existente en dicha población.

Este objetivo principal se concretará en la determinación y estudio de:

- Contenido en grasa
- Composición en ácidos grasos
- Presencia de isómeros trans
- Contenido en colesterol
- Valor energético

No obstante, y para evaluar mejor este tipo de productos se considera de interés realizar otra serie de determinaciones complementarias que se mencionarán en la Parte Experimental.

Los alimentos seleccionados para este estudio son:

- Alimentos de Hamburgueserías: Hamburguesas y Patatas Fritas.
- Aperitivos: Patatas Fritas y Aperitivos Sabor a Queso.
- "Pastelitos" Infantiles.
- Galletas.

Los criterios seguidos para la elección de los distintos grupos de alimentos se basaron en las siguientes premisas:

a) Gran aceptación y consumo por parte de la población infantil.

b) Los cuatro grupos de alimentos escogidos están elaborados con una amplia tipología de aceites y grasas comestibles (vegetales, animales, hidrogenadas, etc.) lo cual implica una objetivación de los resultados obtenidos.

c) Este tipo de alimentos son consumidos habitualmente por los niños en las distintas comidas y a diferentes horas del día por lo que se logra una amplia representatividad sobre el tipo de grasa que es ingerido en la dieta.

d) La selección de estos alimentos se efectuó en base a las conclusiones aportadas por el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E., 1.985) en su informe sobre " La Nutrición en España"), también se tuvieron en cuenta los datos aportados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) en su publicación "Dieta Alimentaria Española" (1.991).

Finalmente, nuestro objetivo será también hacer una valoración nutricional de los alimentos analizados en función de los resultados obtenidos, siempre teniendo en cuenta que todo alimento debe ser juzgado no individualmente sino como parte integrante de la dieta total consumida.

3.- MATERIAL Y METODOS

3.1.- DISEÑO DEL ESTUDIO.

Los hábitos alimentarios de la población española han sufrido modificaciones importantes en estos últimos años como consecuencia de los nuevos estilos de vida y el desarrollo de una avanzada tecnología. La dieta media española, rica en productos vegetales ha visto aumentar la presencia de alimentos con alta proporción de grasas saturadas. La participación porcentual de los macronutrientes en el aporte energético ha variado sensiblemente alejándose de los valores recomendados y acercándonos a los que tienen los países de nuestro entorno.

Los niños de hoy, en su comportamiento alimentario, reciben la influencia del nuevo contexto familiar y social en el que se desarrollan y sus hábitos alimentarios reflejan, entre otras, las presiones publicitarias, no siempre coincidentes con las normas de una adecuada nutrición.

En los últimos años han sido numerosos los estudios realizados en nuestro país acerca del perfil lipídico de la población infantil, entre los que destacamos los llevados a cabo con el patrocinio del Ministerio de Sanidad y Consumo (Dirección General de Salud Pública) durante tres años (1.990- 1.992) en el caso del Estudio C.A.E.N.P.E. (Consumo de Alimentos y Estado Nutricional de la Población Escolar en la Comunidad de Madrid) que fue realizado por un equipo del Hospital Severo Ochoa en colaboración con otros hospitales, y en el caso del Estudio D.R.E.C.E. (Dieta y Riesgo de Enfermedades Cardiovasculares en España) que se desarrolló a partir de 1.990 por iniciativa de la Unidad de Lípidos del Hospital Universitario San

Carlos y en cuya ejecución han participado la Fundación Jiménez Díaz y otros centros, estos estudios han puesto de manifiesto que el perfil lipídico de dicha población infantil se caracteriza por unos niveles elevados de colesterol total (C-total > 170 mg/dL) y colesterol-LDL, asociados a una fracción protectora colesterol-HDL también alta, a pesar de lo cual esta población podría ser considerada como de "riesgo futuro" de enfermedades cardiovasculares.

La desfavorable evolución que han venido experimentando los hábitos alimentarios es un hecho que permite encontrar explicación a un fenómeno, sin duda pluricausal, pero en el que la dieta desempeña un papel incuestionable. Este fenómeno puede estar directamente relacionado con el incremento significativo de los niveles de colesterol que en los últimos años se viene detectando en la población española sobre todo en los estratos poblacionales de corta edad.

Por estas razones apuntadas hemos considerado conveniente el estudio de una serie de alimentos cuyo consumo viene siendo sistemático por parte de nuestros niños.

La selección de los alimentos estudiados se realizó en base al significado y frecuencia que tienen éstos actualmente en la dieta de nuestra población infantil y así hacer una valoración cualitativa de los mismos.

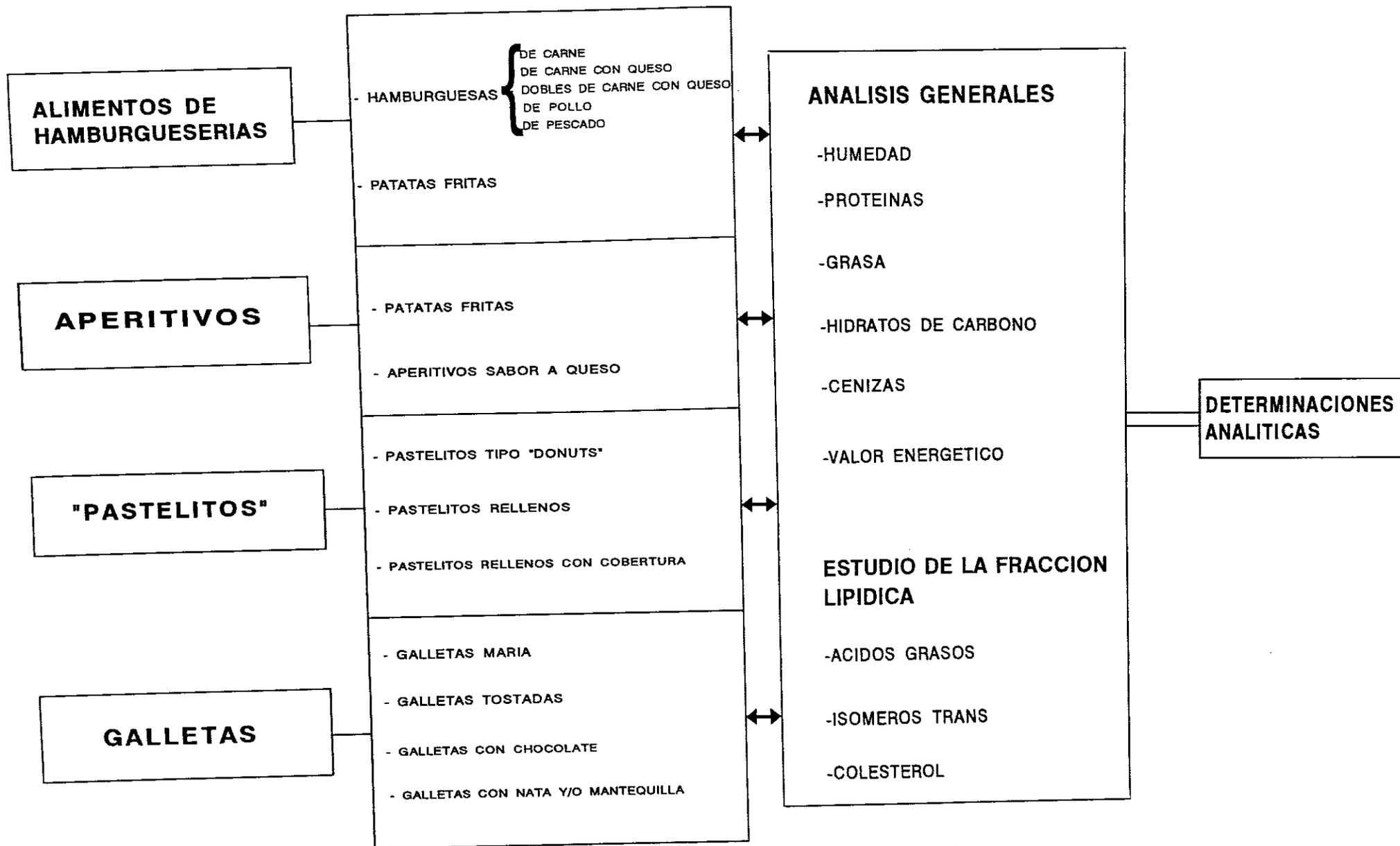
Los cuatro grupos de alimentos estudiados han sido: alimentos de hamburgueserías (hamburguesas y patatas fritas), aperitivos, "pastelitos" de consumo infantil y galletas, los cuales tienen además una amplia tipología de aceites y/o grasas en su composición, hecho importante para conocer y valorar mejor su posible incidencia sobre la salud de los niños.

Las determinaciones analíticas efectuadas en este trabajo están fundamentalmente encaminadas a estudiar la composición de la fracción lipídica de estos alimentos (tipos de ácidos

grasos y relaciones entre ellos, presencia de isómeros trans, contenido en colesterol, valor energético, etc.) con el fin de determinar su conveniencia o según los casos su control en la ingesta de los niños, ya que el desequilibrio del estado nutricional durante la infancia puede influir en la aparición de enfermedades en la vida adulta.

Asimismo, y dentro del apartado de Análisis Generales, la determinación de humedad, proteínas, grasa, hidratos de carbono y cenizas son parámetros complementarios que nos permiten juzgar con criterios más objetivos la calidad de estos productos.

En el Esquema 1 podemos observar las determinaciones analíticas efectuadas y los cuatro grupos de alimentos estudiados.



ESQUEMA 1.- RELACION DE ALIMENTOS Y DETERMINACIONES ANALITICAS REALIZADAS

3.2.- OBTENCION Y PREPARACION DE LAS MUESTRAS

3.2.1.- OBTENCION DE LAS MUESTRAS

Existe un hecho incuestionable en nuestra sociedad actual y es que cada vez se dedica menos tiempo a la ingesta de alimentos.

Por esta razón, día a día proliferan más los establecimientos de "restauración rápida" (fast-food), entre los que las hamburgueserías o "burger" ocupan un lugar destacado.

Las muestras de hamburguesas y patatas fritas estaban listas para su consumo y fueron tomadas en las tres cadenas mayoritarias de "restauración rápida" existentes en ese momento en la Comunidad de Madrid; la toma de muestras fue realizada de forma aleatoria durante los años 1.990 a 1.993.

El hecho de haber elegido para nuestro estudio las tres cadenas de hamburgueserías más importantes de implantación nacional fue en base a dos razones fundamentales:

a) Son las que mayor cantidad de comida elaboran y venden diariamente.

b) Al tener una misma política comercial interna cada una de ellas, ofrecer los mismos productos y llevar una misma dinámica en su fabricación (materias primas, instalaciones, contratación, etc.) los resultados obtenidos en las muestras procedentes de los establecimientos seleccionados se pueden extrapolar a otros de la misma cadena.

Cada unidad de hamburguesa estaba constituida además del pan por la carne o el pescado, el queso (en algunos casos) y la guarnición o "resto".

En cuanto a la guarnición o "resto" estaba compuesta de lechuga, tomate, pepinillos, cebolla, salsa de tomate tipo "Ketchup", mostaza, salsa mahonesa, etc., y era el "componente" que más variaba en peso en las hamburguesas, como se verá en la discusión de los resultados.

Las muestras de aperitivos, "pastelitos" de consumo infantil y galletas fueron tomadas durante el mismo período de tiempo en establecimientos de venta directa al público, incluyendo grandes superficies y pequeño comercio.

En el Esquema 2 se indican las diferentes muestras seleccionadas y el número de orden asignado a cada una de ellas en los diferentes grupos.

3.2.2.- PREPARACION DE LAS MUESTRAS

3.2.2.1.- Hamburguesas

Las muestras de hamburguesas una vez recibidas en el laboratorio se pesaron y a continuación se separaron las distintas partes constituyentes de las unidades, es decir pan, carne o pescado, queso y guarnición o "resto" de componentes, las cuales una vez pesadas se homogeneizaron conjuntamente. Las determinaciones analíticas que así lo requerían: humedad, principios inmediatos y cenizas se efectuaron de forma inmediata y el estudio de la fracción lipídica se realizó sobre las grasas extraídas y mantenidas en refrigeración hasta el momento de su análisis.

ESQUEMA 2.- OBTENCION DE LAS MUESTRAS

| 1) ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS | NUMERO DE MUESTRAS |
|---|--------------------|
| - TIPO DE PRODUCTO | |
| - Hamburguesas de carne..... | H1 a H10 |
| - Hamburguesas de carne con queso..... | HQ1 a HQ10 |
| - Hamburguesas dobles de carne con queso..... | HDQ1 a HDQ10 |
| - Hamburguesas de pollo..... | HPO1 a HPO10 |
| - Hamburguesas de pescado..... | HPE1 a HPE10 |
| - Patatas fritas..... | PF1 a PF12 |
| 2) APERITIVOS | |
| - TIPO DE PRODUCTO | |
| - Patatas fritas..... | AP1 a AP25 |
| - Aperitivos sabor a queso..... | AQ1 a AQ12 |
| 3) "PASTELITOS" | |
| - TIPO DE PRODUCTO | |
| - "Pastelitos" tipo "Donuts"..... | PD1 a PD2 |
| - "Pastelitos" rellenos..... | PR1 a PR8 |
| - "Pastelitos" rellenos con cobertura..... | PRC1 a PRC20 |
| 4) GALLETAS | |
| - TIPO DE PRODUCTO | |
| - Galletas María..... | GM1 a GM10 |
| - Galletas tostadas..... | GT1 a GT10 |
| - Galletas con chocolate..... | GC1 a GC12 |
| - Galletas con nata y/o mantequilla..... | GN1 a GN10 |

3.2.2.2.- Aperitivos

Las muestras de aperitivos estaban todas envasadas en bolsas herméticamente cerradas y dentro de las fechas de consumo preferente. No se realizaron análisis de muestras que se expenden a granel.

Una vez abiertas las bolsas se homogeneizaron los contenidos para, a continuación, realizar las determinaciones analíticas.

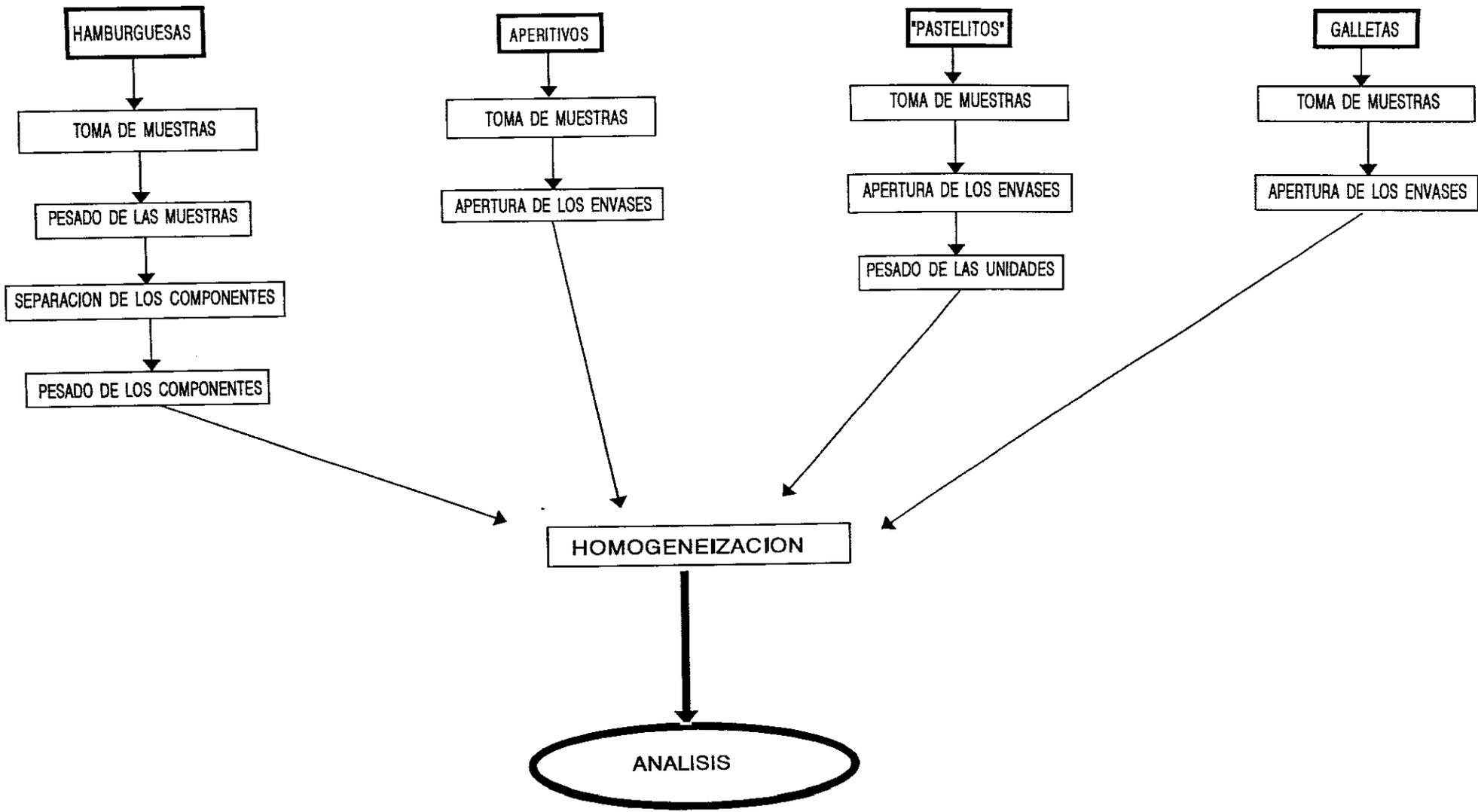
3.2.2.3.- "Pastelitos"

Los "pastelitos" infantiles que se estudiaron venían generalmente envasados de dos formas: en envases unitarios y en envases múltiples. Una vez abiertos los envoltorios o envases de estos productos, se pesaron unitariamente y a continuación se homogeneizaron, pasando de forma inmediata a realizar las determinaciones analíticas señaladas. Todas las muestras estaban dentro de las fechas de consumo preferente en el momento de su análisis.

3.2.2.4.- Galletas

Las muestras de galletas estaban generalmente envasadas en paquetes o cajas que contenían varias unidades. Una vez abiertos los envases se homogeneizaron 6 u 8 unidades de cada uno de ellos para, a continuación, realizar las determinaciones analíticas. Asimismo, todas las muestras seleccionadas estaban dentro de las fechas de consumo preferente.

En el Esquema 3 podemos observar las etapas seguidas para la preparación de cada tipo de muestra.



ESQUEMA 3.- PREPARACION DE LAS MUESTRAS

3.3.- METODOS ANALITICOS

3.3.1.- HUMEDAD

Se determinó por desecación en estufa hasta pesada constante, según establece el método de la A.O.A.C. 934.01 (A.O.A.C., 1.990a), expresando el resultado en gramos por cien gramos de muestra (g %).

3.3.2.- PROTEINA BRUTA

Se utilizó el método de Kjeldahl, siguiendo la técnica oficial de la A.O.A.C. 955.04 (A.O.A.C., 1.990b). Se empleó un equipo instrumental automatizado Kjeltac Auto modelo 1030 Analyzer (Tecator).

El porcentaje de proteína bruta se calculó a partir del porcentaje de nitrógeno total, utilizando el factor de conversión 6,25.

3.3.3.- GRASA TOTAL

Se determinó realizando un tratamiento previo de hidrólisis clorhídrica de las muestras, con posterior filtración y secado de los filtros, realizando a continuación una extracción con éter de petróleo en un aparato de extracción continua tipo Soxhlet, según recomienda la Norma ISO 1443 (ISO, 1.973). Los resultados han sido expresados en gramos por cien gramos de muestra (g %).

3.3.4.- CENIZAS

Se determinaron por incineración en horno de mufla a una temperatura de 500-550° C según establece la técnica de la A.O.A.C. 923.03 (A.O.A.C., 1.990c). Los resultados son expresados en gramos por cien gramos de muestra (g %).

3.3.5.- HIDRATOS DE CARBONO

Los hidratos de carbono (%) se calcularon por diferencia teniendo en cuenta los contenidos (expresados en %) de humedad, proteína bruta, cenizas y grasa total.

Bajo la denominación de hidratos de carbono totales se ha incluido el contenido en fibra alimentaria.

Esta forma de calcular los hidratos de carbono viene justificada ya que bajo el apartado de Análisis Generales se incluyen determinaciones consideradas como complementarias respecto al Estudio de la Fracción Lipídica que es considerada la parte fundamental de este trabajo. El conocimiento del dato del contenido en hidratos de carbono nos es de utilidad para calcular el valor energético de los alimentos.

El valor energético se calculó multiplicando los porcentajes de proteínas, grasas e hidratos de carbono usando los factores energéticos de conversión 4, 9 y 4 respectivamente.

3.3.6.- ACIDOS GRASOS

El método está basado en la separación y determinación por cromatografía gaseosa (CG) de los ésteres metílicos de los ácidos grasos.

El análisis de los ésteres metílicos de los ácidos grasos mediante cromatografía de gases fue determinado según establecen los Anexos X A y X B del Reglamento de la CEE nº 2568/91.

3.3.6.1.- Material y reactivos

Material

- Material específico de laboratorio.

- Equipo completo de Cromatografía de Gases con detector de ionización de llama (FID) con sistema de integración electrónico acoplado.
- Columna capilar de sílice fundida de 30 m de longitud con un diámetro interno de 0,25 mm y 0,1 μ m de espesor de fase. La fase estacionaria será de una polaridad tipo poliglicol, poliéster o cianosilicona.
- Balanza de precisión $\pm 0,1$ mg.
- Centrífuga.
- Rotavapor con baño de agua termostatzado.
- Jeringas de 10 μ L con graduación de 0,1 μ L (Hamilton).

Reactivos

- Metanol, calidad reactivo para análisis.
- Solución de metilato sódico en metanol al 1%.
- Solución de potasa metanólica 2 N.
- Eter etílico, calidad reactivo para análisis.
- Eter de petróleo 30-40° C, calidad reactivo para análisis.
- Etanol, calidad reactivo para análisis.
- Hexano, calidad adecuada para cromatografía.
- Gas portador: Gas inerte (helio, nitrógeno o hidrógeno) perfectamente desecado y que contenga menos de 10 mg/Kg de oxígeno. Calidad para cromatografía de gases.
- Gases auxiliares: Hidrógeno (pureza $\geq 99,9$ %) y aire exentos de impurezas orgánicas. Calidad para cromatografía de gases.
- Patrones de referencia: Mezclas de ésteres metílicos de ácidos grasos puros.

3.3.6.2.- Extracción de la grasa.

La extracción de la grasa de los alimentos fué llevada a cabo de acuerdo a la naturaleza y composición de los productos. Se consideró indicado el método de la extracción en frío por

su eficacia y facilidad de manejo, ya que nos permitió la extracción de la fracción lipídica de los diferentes alimentos, evitando su alteración.

Las fases analíticas empleadas para la extracción de la grasa de los alimentos fueron: Homogeneización, Maceración (24 horas en oscuridad), Filtración, Desección (con SO_4Na_2 anhidro) y Evaporación (en rotavapor).

Nunca se utilizó la grasa obtenida por hidrólisis clorhídrica (Apartado 3.3.3.) ya que éste tratamiento producía alteraciones en la fracción lipídica.

Se utilizaron dos mezclas de solventes dependiendo del tipo de grasa a extraer, en el caso de las hamburguesas, patatas fritas, aperitivos y galletas fue utilizada la mezcla de solventes hexano:éter etílico 1:1 (v/v) con la cual obtuvimos resultados satisfactorios. En el caso de los "pastelitos" y las hamburguesas con queso, al llevar en su composición grasas animales, grasas vegetales, productos lácteos y/o huevo, con el método anterior teníamos a veces dificultades en la extracción ya que se formaban emulsiones que impedían la correcta separación de las dos fases (acuosa y orgánica). Para resolver este problema se utilizó una segunda mezcla recomendada en el método de Lee (1.987), consistente en éter de petróleo: éter etílico : etanol, en las proporciones 2:2:1 (v/v/v) con la cual obtuvimos resultados igualmente satisfactorios.

3.3.6.3.- Preparación de los ésteres metílicos

Los criterios seguidos para la elección de los procedimientos a utilizar en la preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se hicieron en función de la composición de las grasas y de las condiciones del análisis que mediante cromatografía de gases se iba a efectuar (análisis isotérmico o con programación de temperatura).

En nuestro caso, al haber muestras que tenían ácidos grasos con menos de 12C, como eran los casos de aquellos alimentos que estaban elaborados con leche, productos lácteos y/o grasas de tipo láurico (coco y palmiste) se utilizó preferentemente la metilación en frío (Procedimiento 2) ya que si utilizábamos un método en caliente siempre existía el riesgo de una pérdida parcial de los ácidos grasos de bajo peso molecular.

En las muestras que contenían fundamentalmente grasas animales como era el caso de las hamburguesas o en las que se habían utilizado para su elaboración y/o preparación aceites de semillas, como en el caso de las patatas fritas, algunos aperitivos, etc., también fué utilizado el Procedimiento 1 consistente en una metilación en caliente en un vial cerrado .

Pasemos a continuación a describir estos dos procedimientos:

1. En un vial de 5 mL se disponen un gramo de grasa o aceite adicionado de 0,25 mL de metilato sódico en metanol al 1 %, se cierra el vial y se calienta en baño-maría a 85-90° C durante dos horas agitando de vez en cuando. La esterificación se habrá conseguido cuando se vuelva transparente el contenido del vial tras la sedimentación de la glicerina y de los residuos de los reactivos.

Una vez que la solución esté limpia, se añaden 1 mL de agua destilada y 2 mL de hexano, inyectándose 1 μ L de la capa orgánica en el cromatógrafo.

2. En un tubo de ensayo con tapón esmerilado o en un vial de 5-10 mL de capacidad se colocan 250-300 mg de grasa o aceite, se añaden 5 mL de hexano y 0,25 mL de potasa metanólica 2N. Se agita fuertemente durante 30 segundos y se centrifuga, inyectándose a continuación 0,5-1 μ L de la fase orgánica en el cromatógrafo.

La metilación en frío resulta completa y se ha comprobado que no arroja diferencias con el otro procedimiento.

3.3.6.4.- Cromatografía de los ésteres metílicos de los ácidos grasos.

El análisis cualitativo y cuantitativo de los ésteres metílicos de los ácidos grasos fue llevado a cabo en un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard modelo 5880 equipado con detector de ionización de llama (FID) y con sistema de integración electrónico acoplado (GC terminal 5880 A).

Las columnas utilizadas fueron columnas capilares con fases estacionarias polares tipo SP-2330 de 30 m de longitud y 0,25 mm de diámetro interno, con 0,1 μm de espesor de fase (Supelco).

Fases cromatográficas:

a) Las condiciones de trabajo empleadas para la separación e identificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron las siguientes:

| | |
|-------------------------------------|---------------|
| Temperatura del horno..... | 180° C |
| Temperatura del inyector..... | 250° C |
| Temperatura del detector..... | 260° C |
| Flujo del gas portador (helio)..... | 1,2 mL/mínuto |
| Relación de «split»..... | 1/100 |

En los casos de muestras que contenían ácidos grasos de cadena corta y cadena media (presencia de productos lácteos y/o grasas láuricas) fue necesario realizar una programación de temperatura con las siguientes condiciones de trabajo:

| | |
|--------------------------|-----------|
| Temperatura inicial..... | 90° C |
| Tiempo inicial..... | 4 minutos |

Rampa de programación 16° C/minuto

Temperatura final..... 180° C

Tiempo final..... 30 minutos

b) Inyección de una parte alícuota apropiada (0,5-1 µL) de la fase orgánica con una jeringa de 10 µL (Hamilton).

c) Identificación y cuantificación de los picos cromatográficos.

Para la identificación de los picos se sigue el criterio basado en los tiempos de retención. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos aparecen en el cromatograma en orden creciente a sus átomos de carbono y a su insaturación. Es decir, el ácido palmítico (C16:0) aparece delante del ácido esteárico (C18:0) y los ésteres en (C18) aparecen en el siguiente orden: Estearato, oleato, linoleato, y linolenato. El éster del ácido aráquico (C20:0) aparece generalmente antes del linolénico (C18:3) aunque depende del tipo de columna y de las condiciones de trabajo.

La identificación de los diversos ésteres metílicos se efectúa comparando sus tiempos de retención con los de las mezclas patrones de referencia (Merck, Sigma).

Para la determinación cuantitativa es necesario hacer una calibración previa utilizando los patrones de cada uno de los ésteres de los ácidos grasos dispuestos en una mezcla que contenga cantidades exactas de cada uno de ellos. Se registra el cromatograma y se ven los resultados, que si no coinciden con los valores reales de la mezcla patrón pueden ser corregidos aplicando factores de corrección. El factor de corrección para cada ácido se calcula con relación al ácido palmítico o esteárico al que se asigna factor unidad.

Para calcular este factor se procede de la forma siguiente:

$$F_X = \frac{X \cdot A_p}{A_X \cdot P}$$

Siendo,

F_x = factor de corrección del ácido.

X = % del ácido en la mezcla patrón.

A_x = área del pico problema.

P = % del ácido palmítico en la mezcla patrón.

A_p = área del pico del ácido palmítico.

En general los factores de corrección correspondientes a los ácidos linoleico y linolénico son relativamente elevados, debido tanto a la respuesta del detector, como, al comportamiento de estos ácidos, que se manifiesta a su paso a través de la columna. En el caso de disponer de un sistema de integración electrónico apropiado se puede salvar esta última fase.

El Esquema 4 recoge la secuencia de fases analíticas empleadas en la determinación de ácidos grasos por cromatografía de gases (CG).

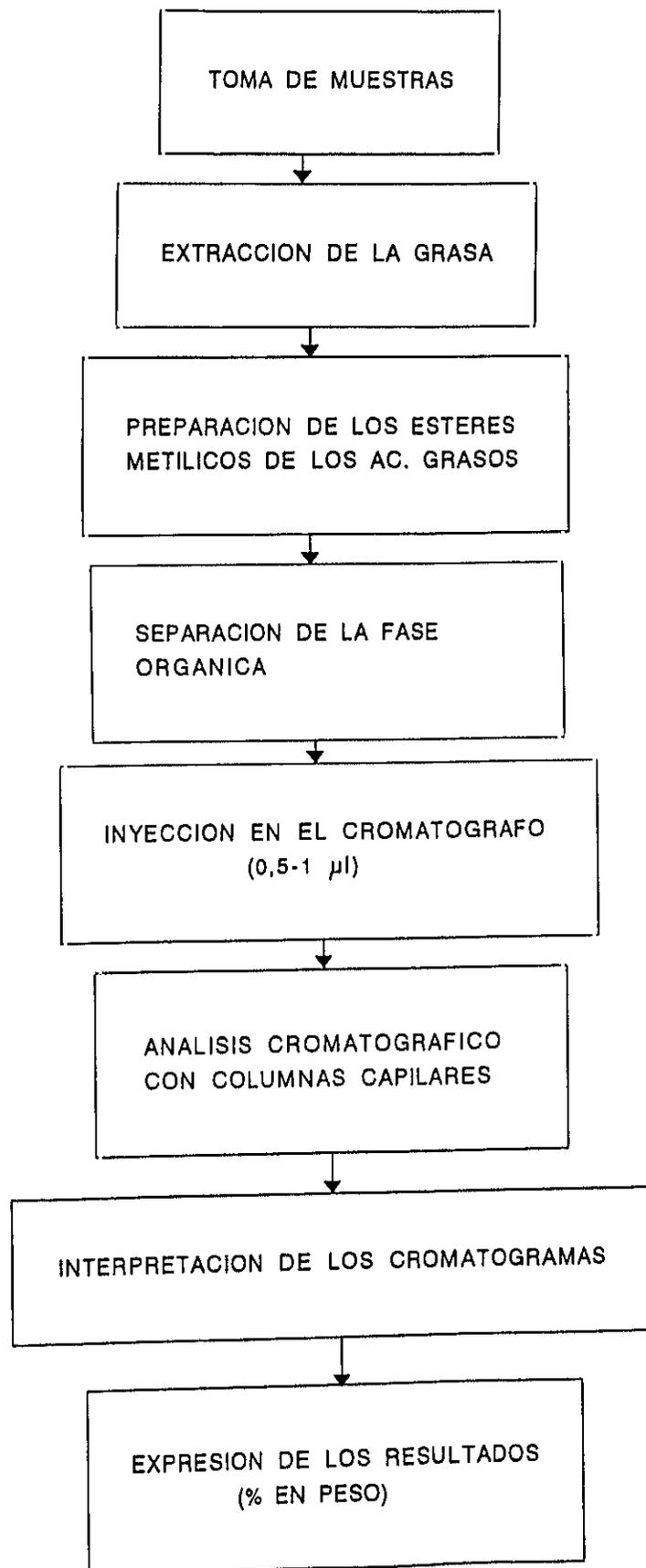
3.3.7.- ACIDOS GRASOS TRANS-INSATURADOS

Existen diferentes procesos tecnológicos aplicados a las grasas y aceites como la refinación y, sobre todo, la hidrogenación industrial que producen la transformación de los ácidos grasos naturales cuya configuración es en forma «cis» a sus isómeros «trans» lo que conlleva una pérdida en su actividad como ácidos grasos esenciales.

Dada la importancia de este tipo de compuestos se ha considerado de gran interés poner a punto un método para su determinación en la muestras que nos ocupan.

El método que se describe es apropiado para determinar los isómeros geométricos de los ácidos grasos presentes en los aceites y grasas comestibles diferenciando los isómeros «trans» de los ácidos oleico (C18:1), linoleico (C18:2) y linolénico (C18:3) de sus respectivos isómeros «cis».

ESQUEMA 4 - DETERMINACION DE AC.GRASOS POR C.G.



Los aceites y grasas son metilados con los reactivos correspondientes según los métodos A, B o C que se describen más adelante, para obtener los ésteres metílicos de los ácidos grasos, los cuales serán separados por una posterior cromatografía gaseosa (CG), con columnas capilares específicas.

3.3.7.1.- Material y reactivos

Material

- Material específico de laboratorio.
- Equipo completo de Cromatografía de Gases con detector de ionización de llama (FID) con sistema de integración electrónico acoplado.
- Columna capilar de sílice fundida de un diámetro interno de 0,25 mm y de 50 m de longitud, recubierta interiormente de una fase estacionaria polar (100 % cianopropil polisiloxano) de 0,1 μm de espesor (tipo CP-Sil 88, BPX 70, SP 2340 o similares).
- Balanza de precisión $\pm 0,1$ mg.
- Centrífuga.
- Rotavapor con baño de agua termostatzado.
- Jeringas de 10 μL con graduación de 0,1 μL (Hamilton).

Reactivos

- Metanol, calidad reactivo para análisis.
- Solución de metilato sódico en metanol al 0,1% y 1% aproximadamente.
- Solución de ácido sulfúrico concentrado ($d = 1,84$) al 4 % en metanol.
- Fenolftaleína al 1 % en etanol.
- Hexano de calidad y pureza para cromatografía.
- Solución de potasa metanólica 2 N.
- Eter etílico, calidad reactivo para análisis.

- Eter de petróleo 30-40° C, calidad reactivo para análisis.
- Etanol, calidad reactivo para análisis.
- Gas portador: Gas inerte (helio, nitrógeno o hidrógeno) perfectamente desecado y que contenga menos de 10 mg/Kg de oxígeno. Calidad para cromatografía de gases.
- Gases auxiliares: Hidrógeno (pureza $\geq 99,9$ %) y aire, exentos de impurezas orgánicas. Calidad para cromatografía de gases.
- Patrones de referencia :Mezclas de ésteres metílicos de los ácidos grasos y de sus isómeros trans (Merck, Sigma).

3.3.7.2.- Extracción de la grasa.

La extracción de la grasa de los alimentos se llevó a cabo de acuerdo con la naturaleza y composición de los productos. Se consideró indicado el método de la extracción en frío por su eficacia y facilidad de manejo, ya que nos permitió la extracción de la fracción lipídica de los diferentes alimentos, evitando su alteración.

Las fases analíticas empleadas para la extracción de la grasa de los alimentos fueron: Homogeneización, Maceración (24 horas en la oscuridad), Filtración, Desecación (con SO_4Na_2 anhidro) y Evaporación (en rotavapor).

Nunca se utilizó la grasa obtenida por hidrólisis clorhídrica (Apartado 3.3.3.) ya que este tratamiento producía alteraciones en la fracción lipídica.

Se utilizaron dos mezclas de solventes dependiendo del tipo de grasa a extraer, en el caso de las hamburguesas, patatas fritas, aperitivos y galletas fue utilizada la mezcla de solventes hexano:éter etílico 1:1 (v/v) con la cual obtuvimos resultados satisfactorios. En el caso de los "pastelitos" y hamburguesas con queso, al llevar en su composición grasas animales, grasas vegetales, productos lácteos y/o huevo, con el método anterior teníamos , a veces, dificultades

en la extracción, ya que se formaban emulsiones que impedían la correcta separación de las dos fases (acuosa y orgánica). Para resolver este problema se utilizó una segunda mezcla recomendada en el método de Lee (1.987), consistente en éter de petróleo:éter etílico:etanol, en las proporciones 2:2:1 (v/v/v) con la cual obtuvimos resultados igualmente satisfactorios.

3.3.7.3.- Métodos de preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos

La elección de los procedimientos a utilizar en la preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos, se hizo en base a la composición de las grasas obtenidas de las muestras y de las condiciones del análisis que mediante cromatografía de gases se iba a efectuar (análisis isotérmico o con programación de temperatura).

Los procedimientos utilizados para la preparación de estos compuestos fueron los siguientes:

A) En un vial de 5 mL se introduce un gramo de grasa o aceite, adicionado de 0,25 mL de metilato sódico al 1%, se cierra el vial y se calienta en baño-maría a 85-90° C durante 2 horas agitando de vez en cuando. La esterificación se habrá conseguido cuando se vuelva transparente el contenido del vial tras la sedimentación de la glicerina y de los residuos de los reactivos. Una vez la solución limpia, se añaden 1 mL de agua destilada y 2 mL de hexano, inyectándose 1 µL de la capa orgánica en el cromatógrafo.

B) En un matraz de 50 mL se colocan 5 gotas de grasa licuada o aceite adicionadas de 5-10 mL de metilato sódico al 0,1 % en metanol y se mantiene en ebullición a reflujo durante 10-15 minutos, tiempo en el cual la solución deberá contener una sola fase limpia. A continuación se añaden unas gotas de fenolftaleína en metanol y solución sulfúrica al 4 % hasta viraje.

Se añaden 2 mL de hexano y agua en cantidad moderada hasta separación nítida de las dos fases, inyectándose en el cromatógrafo 0,5-1 μ L de la fase orgánica.

C) En un tubo de ensayo con tapón esmerilado o en un vial de 5-10 mL de capacidad se colocan 250-300 mg de grasa o aceite, se añaden 5 mL de hexano y 0,25 mL de potasa metanólica 2N. Se agita fuertemente durante 30 segundos y se centrifuga, inyectándose a continuación 0,5-1 μ L de la fase orgánica en el cromatógrafo.

La metilación en frío resulta completa y se ha comprobado que no arroja diferencias con los otros dos métodos.

De los tres procedimientos descritos utilizamos con preferencia el C (procedimiento en frío) ya que al ser tan lábiles los ácidos grasos poliinsaturados (tanto los isómeros cis como los trans) corriamos el riesgo de sufrir alguna pérdida de estos compuestos. El método B además de la dificultad y riesgo que siempre entraña trabajar con soluciones sulfúricas se desechó posteriormente ya que al no operar con un vial cerrado podía haber pérdidas de estos isómeros.

Conservación de la disolución de los ésteres metílicos:

Los ésteres metílicos obtenidos por uno u otro procedimiento deben ser utilizados en el análisis tan pronto como sea posible, ya que hemos observado pérdidas de hasta el 70-80% de estos compuestos cuando los análisis se efectúan a las 24 horas sin tomar las debidas precauciones de conservación. Sin embargo, pueden conservarse durante 24 horas en un vial herméticamente cerrado, desalojando el aire con nitrógeno y guardandolo a baja temperatura. La eliminación del aire se hace borboteando el nitrógeno en la disolución de hexano.

3.3.7.4.- Cromatografía de los ésteres metílicos de los ácidos grasos.

El análisis cualitativo y cuantitativo de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se llevó a cabo en un cromatógrafo de gases Hewlett-Packard modelo 5880 equipado con detector de ionización de llama (FID) y con sistema de integración electrónico acoplado (GC terminal 5880 A).

Las columnas utilizadas fueron columnas capilares con fases estacionarias polares tipo CP-Sil 88 de 50 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno y 0,2 μm de espesor de fase (Chrompack).

Fases cromatográficas:

a) Las condiciones de trabajo empleadas para la separación e identificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron las siguientes:

| | |
|------------------------------------|---------------|
| Temperatura del inyector..... | 250° C |
| Temperatura del detector..... | 260° C |
| Temperatura del horno..... | 190° C |
| Flujo de gas portador (helio)..... | 1,2 mL/minuto |
| Relación de «split»..... | 1:100 |

En el caso de tratarse de muestras que tenían ácidos grasos con menos de 12C fué necesario realizar una programación de temperatura con las siguientes condiciones:

| | |
|----------------------------|--------------|
| Temperatura inicial..... | 100° C |
| Tiempo inicial | 5 minutos |
| Rampa de programación..... | 16° C/minuto |
| Temperatura final..... | 190° C |
| Tiempo final | 30 minutos |

b) Inyección de una parte alícuota apropiada (0,5-1 μL) de la fase orgánica con una jeringa de 10 μL (Hamilton).

c) Identificación y cuantificación de los picos cromatográficos.

Para la identificación de los picos se sigue el criterio basado en los tiempos de retención. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos aparecen en el cromatograma en orden creciente según átomos de carbono y su insaturación. Es decir, el ácido palmítico (C16:0) aparece delante del ácido esteárico (C18:0) y los ésteres en (C18) aparecen en el orden estearato, oleato, linoleato y linolenato. Los isómeros «trans» de los ácidos oléico (ácido elaídico, C18:1t) y linoleico (C18:2,9t,12t; C18:2,9c,12t y C18:2,9t,12c), aparecen con tiempos de retención muy próximos a las formas «cis» pero ligeramente inferiores (Figura 26). El éster del ácido aráquico (C20:0) aparece generalmente antes del linolénico aunque depende del tipo de columna y de las condiciones de trabajo.

La identificación de los diversos ésteres metílicos se efectúa comparando sus tiempos de retención con los de las mezclas patrones de referencia (Merck, Sigma).

La proporción de los diversos ácidos grasos trans se calcula estableciendo la relación entre la superficie del pico correspondiente y la suma de las superficies de todos los picos presentes.

La cantidad total de isómeros trans se calcula según la expresión:

$$\text{Total isómeros trans (\%)} = \frac{\sum \text{Trans Monoinsat.} + \sum \text{Trans Poliinsat.}}{\text{Acidos grasos totales}} \times 100$$

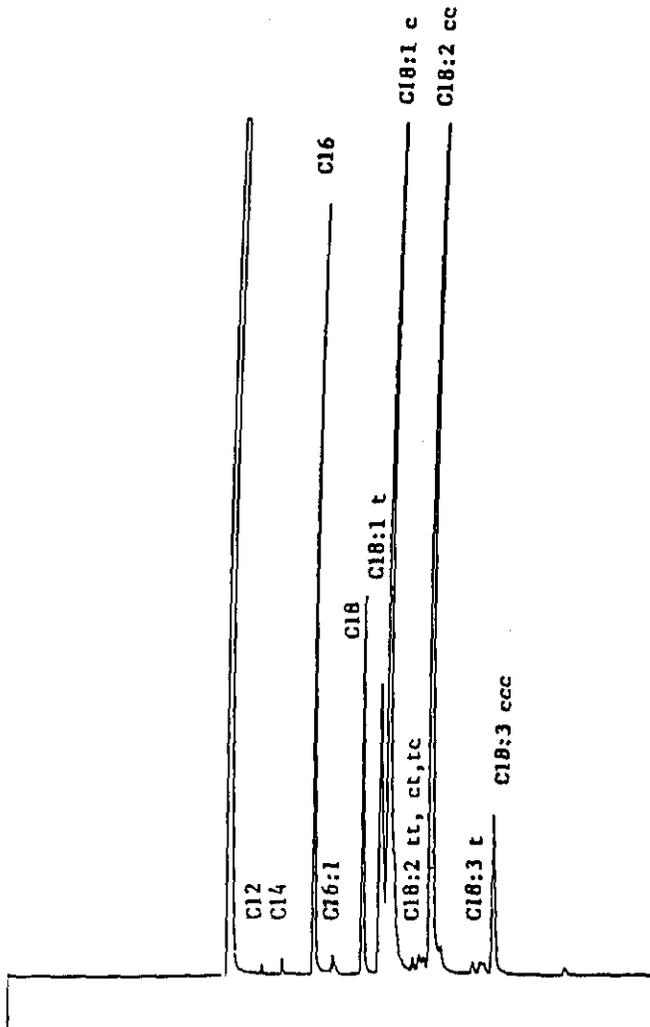


Figura 26.- Cromatograma de los isómeros cis y trans de los ácidos grasos (c=cis; t=trans).

En los isómeros trans monoinsaturados están incluidos el isómero trans del ácido palmítoleico (C16:1t), el ácido elaídico (C18:1, 9t) y el ácido vaccénico (C18:1, 11t) y en los isómeros trans poliinsaturados están incluidos los isómeros trans del ácido linoleico ya citados que englobaremos como (C18:2t) y los del ácido linoléico (C18:3t).

Para la determinación cuantitativa es necesario hacer una calibración previa utilizando los patrones de cada uno de los ésteres de los ácidos grasos dispuestos en una mezcla que contenga cantidades exactas de cada uno de ellos. Se registra el cromatograma y se ven los resultados, que si no coinciden con los valores reales de la mezcla patrón pueden ser corregidos aplicando factores de corrección. El factor de corrección para cada ácido se calcula con relación al ácido palmítico o esteárico al que se asigna factor unidad.

Para calcular este factor se procede de la forma siguiente:

$$F_X = \frac{X \cdot A_p}{A_x \cdot P}$$

Siendo,

F_x = factor de corrección del ácido.

X = % del ácido en la mezcla patrón.

A_x = área del pico problema.

P = % del ácido palmítico en la mezcla patrón.

A_p = área del pico del ácido palmítico.

En general, los factores de corrección correspondientes a los isómeros trans del ácido linoléico (C18:2t), linoleico (C18:2) y linoléico (C18:3) y sus isómeros, son relativamente elevados, debido tanto a la respuesta del detector, como, al comportamiento lábil de los ácidos grasos poliinsaturados, que se manifiesta a su paso a través de la columna.

3.3.8.- COLESTEROL

El presente método describe un procedimiento para la determinación del contenido de colesterol en la fracción lipídica de los alimentos, expresando el resultado en miligramos de colesterol por cien gramos de muestra (mg/100 g).

El método consiste en una saponificación de la materia grasa, realizándose a continuación la extracción de la materia insaponificable con éter etílico.

La separación de la fracción esterólica del insaponificable se realizó mediante cromatografía en placa de gel de sílice básica; y los esteroides fueron recuperados del gel de sílice y transformados en trimetilsililéteres (TMSE), analizándose a continuación mediante cromatografía de gases (CG) con columna capilar.

3.3.8.1.- Material y reactivos

Material

- Material específico de laboratorio.
- Equipo completo para cromatografía en capa fina para placas de vidrio de 20x20 cm que incluya: Cubeta de desarrollo, aplicador, pulverizador para el revelador y secador de placas.
- Placas de vidrio recubiertas con gel de sílice, sin indicador de fluorescencia, de 0,25 mm de espesor y tamaño 20x20 cm.
- Lámpara ultravioleta de una longitud de onda de 366 ó 254 nm.
- Jeringas de 100 μ L (Hamilton).
- Equipo completo de Cromatografía de Gases que pueda funcionar con columnas capilares, con detector de ionización de llama (FID) y sistema de integración electrónico acoplado.
- Columna capilar de sílice fundida de 30 m de longitud de 0,25-0,32 mm de diámetro interno y un espesor de fase de 0,25 μ m. La fase estacionaria será tipo: 5% fenil-metil

silicona, 4% fenil- metil silicona o equivalentes. Columnas tipo SE- 54, SE-52 o similares.

- Balanza de precisión $\pm 0,1$ mg.
- Centrífuga.
- Rotavapor con baño de agua termostaticado.
- Jeringas de 10 μL con graduación de 0,1 μL (Hamilton).

Reactivos

- Solución etanólica de hidróxido potásico 2N.
- Eter etílico, calidad reactivo para análisis.
- Sulfato sódico anhidro, calidad reactivo para análisis.
- Solución etanólica de hidróxido potásico 0,2N.
- Acetona, calidad adecuada para cromatografía.
- Hexano, calidad adecuada para cromatografía.
- Eter etílico, calidad adecuada para cromatografía.
- Cloroformo, calidad reactivo para análisis.
- Patrón de colesterol (Merck, Art. 24622).
- Solución patrón de colesterol al 5% en cloroformo.
- Solución 2,7- diclorofluoresceína al 0,2% en etanol.
- Reactivo de silanización formado por una mezcla de piridina-hexametildisilazano-trimetilclorosilano 9:3:1 (v/v/v).
- Patrón de 5-alfa-colestano, riqueza superior al 99% (Fluka, Art. 26700).
- Solución de 5-alfa-colestano al 0,2% (m/v) en cloroformo.
- Gas portador: Helio o hidrógeno de calidad para cromatografía de gases.
- Gases auxiliares: Hidrógeno y aire de calidad para cromatografía de gases.

Al no existir un método oficial de análisis para la determinación de colesterol en alimentos, este método puesto a punto por nosotros tuvo en cuenta las directrices establecidas por dos métodos suficientemente contrastados como son el método recomendado por la A.O.A.C. 976.26 relativo a la "Determinación del contenido de colesterol en alimentos multicomponentes por cromatografía de gases" (A.O.A.C., 1.990d) y el método recogido en el Anexo V del Reglamento CEE nº 2568/91 relativo a la "Determinación de la composición y del contenido de esteroides mediante cromatografía de gases con columna capilar"; estos métodos sirvieron de base aunque se realizaron algunas modificaciones para establecer como definitivo el método que se propone a continuación:

3.3.8.2.- Tratamiento de la muestra previo al análisis cromatográfico.

a) Extracción de la fracción lipídica de los alimentos.

Para la extracción de la grasa se tuvieron en cuenta las composiciones de los diferentes productos a la hora de seleccionar las mezclas de solventes apropiadas.

En los alimentos que contenían grasas animales, grasas vegetales, leche, productos lácteos y/o huevos, como era el caso de los "pastelitos", aperitivos, galletas y en las hamburguesas o hamburguesas con queso, al advertir que se producían con frecuencia emulsiones que dificultaban la extracción, se utilizó generalmente la mezcla de solventes cloroformo: metanol 2:1 (v/v) según establece la técnica del A.O.A.C. 976.26 (A.O.A.C., 1.990d), aunque las fases de extracción han sido modificadas al realizarse el lavado con agua de los extractos clorofórmicos al final del proceso. El procedimiento detallado de la extracción es el que se expone a continuación:

Pesar una cantidad de muestra que contenga 4-5 g de materia grasa. Para una previsión correcta tener en cuenta el parámetro analítico "% de grasa".

Transferir la muestra pesada a un matraz Erlenmeyer de capacidad adecuada. Añadir un volumen de cloroformo:metanol 2:1 (v/v) equivalente a 20 veces la toma de muestra original. Sea V el volumen de disolvente requerido. Incorporar un imán y mantener en agitación electromagnética durante más de 2 minutos.

Filtrar a través de un filtro con ayuda de vacío, recogiendo el filtrado en una ampolla de separación. Colocar el embudo en la boca de la ampolla para evitar pérdidas inútiles.

Lavar todo el material dos veces con el mismo disolvente, utilizando cada vez $0,2 \times V$ mL. Repetir la filtración. Finalmente lavar el residuo contenido en el papel con $0,2 \times V$ mL, de tal forma que todos los lavados queden reunidos en un único embudo de separación. Anotar el volumen total de cloroformo:metanol empleado, supongamos sea V' .

Incorporar al extracto $0,2 \times V'$ volúmenes de agua. Dejar separar las fases y retirar la capa clorofórmica. Extraer de nuevo la fase hidroalcohólica tres veces con el disolvente, empleando cada una de las veces un volumen equivalente al existente en el separador.

Evaporar en el rotavapor los extractos clorofórmicos reunidos y transferir el residuo a un matraz previamente tarado, ayudándose con éter etílico. Evaporar a sequedad, eliminando si fuera necesario, los últimos restos de agua por destilación azeotrópica con acetona. Secar en estufa a 60°C hasta pesada constante.

b) Preparación del insaponificable.

Pesar en un matraz de 250 mL previamente tarado 5 g de grasa seca y filtrada, añadir 50 mL de solución etanólica de hidróxido potásico 2N, adaptar un refrigerante de reflujo al matraz y calentar en baño-maría con ligera ebullición, agitando enérgica e ininterrumpidamente hasta que se produzca la saponificación (la solución se vuelve límpida). Calentar durante 20 minutos más y, a continuación, añadir 50 mL de agua destilada por la parte superior del refrigerante; separar el refrigerante y enfriar el matraz a 30° C aproximadamente. Trasvasar el contenido del matraz a un embudo de separación de 500 mL, mediante varios lavados con un total aproximado de 50 mL de agua destilada. Agregar 80 mL de éter etílico, agitar enérgicamente durante unos 30 segundos y dejar reposar hasta la separación completa de las fases. Las posibles emulsiones podrán eliminarse añadiendo pequeñas cantidades de alcohol etílico o metílico con un pulverizador.

Recoger la fase acuosa inferior pasándola a un segundo embudo de separación. Efectuar otras dos extracciones de la fase acuosa por el mismo procedimiento, utilizando cada vez de 60 a 70 mL de éter etílico.

Reunir las fracciones etéreas en un mismo embudo de separación y lavarlas con agua destilada (50 mL cada vez) hasta que el agua de lavado presente reacción neutra.

Una vez eliminada el agua de lavado, secar con sulfato sódico anhidro y filtrar sobre el mismo a un matraz de 250 mL previamente tarado, lavando el embudo y el filtro con pequeñas cantidades de éter etílico.

Destilar el éter hasta que queden unos pocos mL, secar a continuación con vacío en corriente de nitrógeno, completando el secado en una estufa a 100° C durante 15 minutos aproximadamente, dejando enfriar en un desecador y pesando a continuación.

c) Separación de la fracción esterólica.

- Preparación de las placas cromatográficas:

Sumergir completamente las placas de gel de sílice (Merck, Art. 5721) en la solución etanólica de hidróxido potásico 0,2N durante 10 segundos, dejar secar las placas en una campana durante 2 horas y mantenerlas en una estufa regulada a 100° C durante una hora. Sacarlas de la estufa y conservarlas en un desecador hasta el momento de su uso, procurando utilizarlas en un plazo máximo de 15 días.

Introducir en la cubeta de desarrollo una mezcla de hexano:éter etílico 65:35 (v/v) hasta una altura de 1 cm aproximadamente. Cerrar la cubeta con su correspondiente tapa y dejar transcurrir media hora como mínimo de forma que se alcance el equilibrio liquido-vapor. En las caras interiores de la cubeta pueden colocarse unas tiras de papel de filtro sumergidas en el eluyente, de esta manera el tiempo de desarrollo se reduce casi un tercio y se obtiene una elución más uniforme y regular de los componentes. Para que las condiciones de elución sean perfectamente reproducibles, la mezcla de desarrollo deberá cambiarse en cada determinación.

Preparar una solución de colesterol en cloroformo al 5 % aproximadamente y, con la jeringa de 100 µL, depositar 0,3 ml de dicha solución en una placa cromatográfica a unos 2 cm de uno de los bordes, formando una línea lo más fina y uniforme posible, para poder identificar

la banda de esteroides una vez efectuado el desarrollo. A la altura de esta línea se deposita la fracción insaponificable obtenida en el apartado anterior.

Introducir la placa en la cubeta de desarrollo, preparada como se ha indicado anteriormente, la cual deberá mantenerse a una temperatura ambiente entre 15 y 20° C. Tapar inmediatamente la cubeta y dejar que se produzca la elución hasta que el frente del eluyente se sitúe a 1 cm aproximadamente del borde superior de la placa. Sacar la placa de la cubeta y evaporar el disolvente en una corriente de aire caliente o dejando la placa bajo una campana durante unos minutos.

Pulverizar la placa ligera y uniformemente con la solución de 2,7-diclorofluoresceína. Al examinar la placa a la luz ultravioleta puede identificarse la banda de los esteroides mediante comparación con la mancha obtenida a partir de la solución de referencia; marcar con lápiz negro los límites de la banda a lo largo de los márgenes de fluorescencia.

Rascar con una espátula metálica el gel de sílice contenido en el área delimitada.

Adicionar el patrón interno sobre el gel de sílice obtenido. A tal fin se dispondrá de una preparación en cloroformo que contenga aproximadamente 200 µg/mL de 5-alfa-colestano. El volumen de disolución necesaria estará en función de la concentración de colesterol prevista en la muestra, de tal manera que las cantidades de colestano y colesterol sean del mismo orden de magnitud.

Recuperación de los esteroides: Introducir el material obtenido, finamente triturado, en un embudo filtrante, añadir 10 mL de cloroformo caliente y mezclar cuidadosamente con la

espátula metálica y filtrar en vacío, recogiendo el filtrado en un matraz cónico acoplado al embudo filtrante.

Lavar el residuo en el embudo tres veces con éter etílico (empleando cada vez unos 10 mL), recogiendo cada vez el filtrado en el mismo matraz cónico acoplado al embudo. Evaporar el filtrado hasta obtener un volumen de 4 a 5 mL, trasvasando la solución residual a un tubo de ensayo de 10 mL previamente tarado, evaporando hasta sequedad mediante calentamiento suave en corriente de nitrógeno; recoger a continuación con unas gotas de acetona, evaporando de nuevo hasta sequedad. Introducir en una estufa a 105° C durante unos 10 minutos; dejar enfriar en el desecador, pesando a continuación.

El residuo que queda en el tubo de ensayo está formado por la fracción esterólica.

Los esteroides pueden ser analizados libres o derivatizados. En este trabajo las condiciones cromatográficas están definidas para el análisis de esteroides libres aunque la derivatización proporciona mejores eficacias corrigiendo ligeramente el programa instrumental.

d) Preparación de los trimetilsililéteres (TMSE).

Agregar al tubo que contiene la fracción de esteroides el reactivo de silanización formado por una mezcla de piridina-hexametildisilazano-trimetilclorosilano 9:3:1 (v/v/v), a razón de 50 μ L por miligramo de esteroides, evitando toda absorción de humedad.

Tapar el tubo y agitar cuidadosamente sin invertir, hasta la completa disolución de los esteroides. Dejar reposar un cuarto de hora, como mínimo, a temperatura ambiente, centrifugando durante algunos minutos; cuando la solución esté límpida queda lista para el análisis mediante cromatografía de gases.

A veces la formación de una ligera opalescencia es normal y no ocasiona ninguna interferencia. La formación de una floculación blanca o la aparición de una coloración rosa son indicios de una presencia de humedad o de un deterioro del reactivo. En este caso deberá repetirse la prueba.

3.3.8.3.- Análisis por cromatografía de gases (CG).

a) Operaciones preliminares: Acondicionamiento de la columna.

Colocar la columna en el cromatógrafo uniendo uno de los extremos de la columna al inyector y el otro al detector. Efectuar los controles generales del equipo para cromatografía de gases: Estanqueidad de los circuitos de gases, eficacia del detector, eficacia del sistema de división de flujo y del sistema de registro, etc.

Si la columna se utiliza por primera vez, es conveniente acondicionarla previamente. Hacer pasar un ligero flujo de gas a través de la columna, encender el cromatógrafo e iniciar un calentamiento gradual hasta alcanzar una temperatura al menos 20° C superior a la temperatura de trabajo. Mantener dicha temperatura durante 2 horas como mínimo; a continuación, poner el equipo completo en condiciones de funcionamiento (regulación del flujo de gases y de la relación de "split", ignición de la llama, conexión con el integrador electrónico, regulación de la temperatura del horno, del detector y del inyector) y registrar la señal con una sensibilidad al menos dos veces superior a la prevista para el análisis. El trazado de la línea base debe ser lineal, exento de picos de cualquier tipo y no debe presentar deriva.

Una deriva rectilínea negativa indica que las conexiones de la columna no son totalmente estancas; una deriva positiva indica que el acondicionamiento de la columna es insuficiente.

La temperatura de acondicionamiento deberá ser siempre, como mínimo 20° C inferior a la temperatura máxima prevista para la fase estacionaria.

b) Elección de las condiciones de trabajo.

El cromatografo empleado fué un Hewlett-Packard modelo 5880 provisto de un detector de ionización de llama (FID) con sistema de integración electrónico acoplado (GC Terminal 5880 A).

Las condiciones de trabajo fueron las siguientes:

- Temperatura del horno..... 265° C
- Temperatura del inyector..... 280° C
- Temperatura del detector..... 290° C
- Flujo del gas portador (helio).. 1,2 mL/min.
- Relación de «split».....1/50
- Volumen inyectado.....1-2 µL

La columna utilizada fué una columna capilar de sílice fundida de 30 m de longitud y de 0,25 mm de diámetro interno, recubierta interiormente con una fase estacionaria polar tipo SE-54 con un espesor de película de 0,25 µm (Supelco).

Para la identificación de los diferentes picos se utilizaron los tiempos de retención, efectuandose una comparación con mezclas patrones de esteroides analizadas en las mismas condiciones. El tiempo de retención del β -sitosterol según las condiciones de trabajo señaladas debe ser de 20-25 minutos. Asimismo, se deben separar todos los esteroides presentes con una buena resolución (Figura 27).

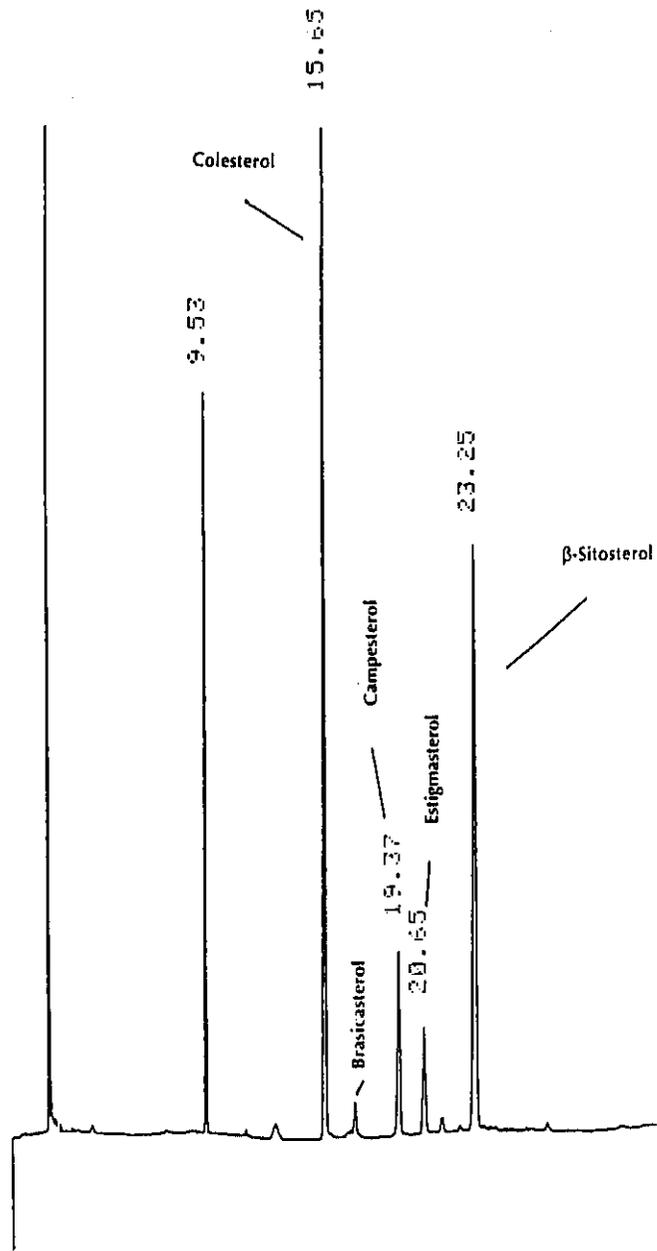


Figura 27.- Cromatograma de los esteroides de una mezcla patrón

La elución de los esteroides se efectúa en el orden siguiente: Colesterol, brasicasterol, campesterol, estigmasterol, β -sitosterol, delta-5-avenasterol y delta-7-estigmastenol.

c) Determinación cuantitativa de colesterol.

El contenido de colesterol expresado en mg/100 g de producto se calculó del modo siguiente:

Se preparan mezclas patrón de colesterol / 5-alfa-colestano y se cromatografían conforme al apartado anterior. Se parte de una cantidad fija de 5-alfa-colestano (50 μ g) y cantidades variables de colesterol (10-250 μ g) disueltas en 25 mL de disolvente. De este modo la calibración es aceptable en un amplio rango de concentraciones posibles de colesterol.

El factor de respuesta viene definido por la expresión:

$$Fr = (C \text{ colesterol} / C \text{ 5-alfa-colestano}) \times (\text{Area 5-alfa-colestano} / \text{Area colesterol}).$$

El colesterol contenido en la muestra expresado en mg/100 g de grasa se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\text{Colesterol} = (\text{Area colesterol} / \text{Area 5-alfa-colestano}) \times M.p. \times 100 \times Fr \times (1/m)$$

siendo: M.p., patrón interno añadido en mg y m. peso de la muestra en gramos.

Para expresar los resultados en mg/100 g de producto se tiene en cuenta el parámetro correspondiente al contenido en grasa (Apartado 3.3.3.).

Para calcular las áreas de los picos del 5-alfa-colestano y del colesterol utilizando el integrador, sólo se tuvieron en cuenta los picos de los esteroides citados anteriormente. El factor de respuesta del 5-alfa-colestano se consideró igual a uno.

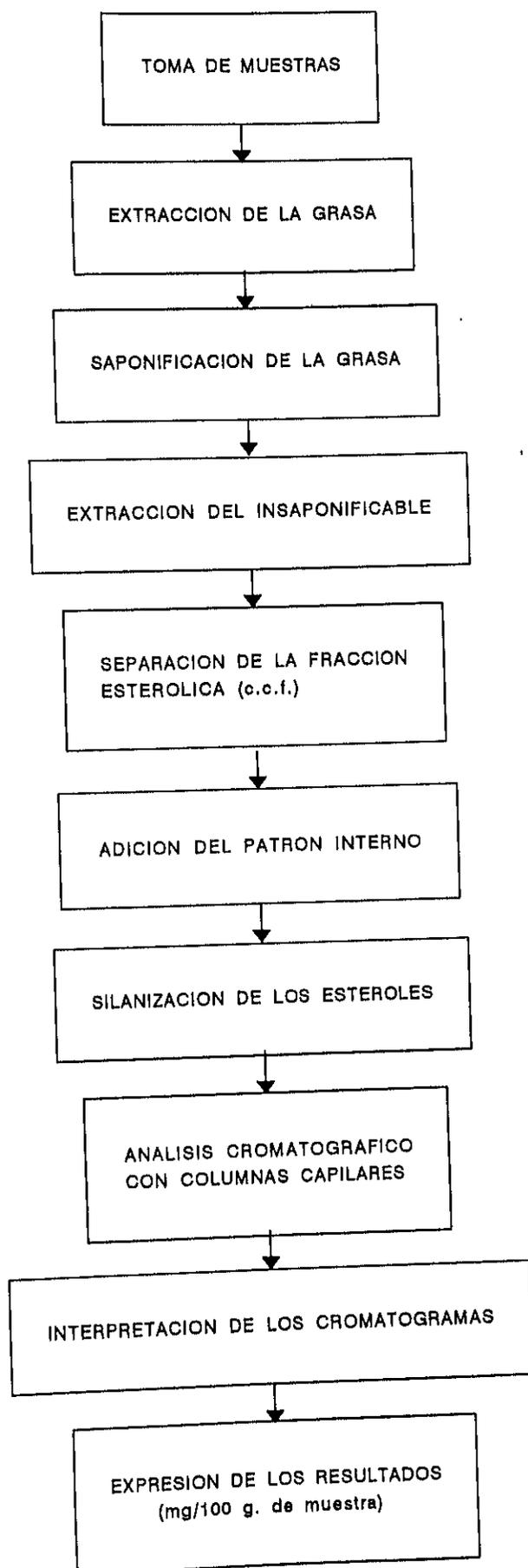
Se empleó el 5-alfa-colestano como patrón interno según sugiere la técnica del A.O.A.C. 976.26 (A.O.A.C., 1.990d), ya que al tener un tiempo de retención anterior y lo suficientemente diferenciado de cualquiera de los otros componentes de la fracción esteróica del insaponificable y especialmente del colesterol, nos fue posible obtener resultados satisfactorios con altos porcentajes de recuperación (en torno al 99%).

En el caso del alfa-colestanol que es el patrón interno aconsejado en el Anexo V del Reglamento CEE nº 2568/91, aunque es de la misma naturaleza química que el colesterol tiene el gran inconveniente que posee un tiempo de retención muy próximo a éste y pudieran existir problemas de cuantificación si ambos picos no estuvieran bien resueltos, para lo cual sería imprescindible disponer de la columna y de las condiciones cromatográficas apropiadas.

La utilización del betulinol como patrón interno aunque tiene la ventaja de eluir a un tiempo de retención ligeramente superior al del delta-7-avenasterol circunstancia ésta que evita posibles interferencias cromatográficas, sin embargo, habrá que tener en cuenta que el valor del Rf del betulinol puede ser diferente al de los esteroides y habrá que asegurarse que éste ha sido recuperado totalmente en las bandas de silicagel marcadas en la placa cromatográfica.

En el Esquema 5 podemos apreciar las sucesivas fases analíticas empleadas en la determinación del colesterol por cromatografía de gases (CG).

ESQUEMA 5 - DETERMINACION DE COLESTEROL EN ALIMENTOS POR C.G.



3.3.8.4.- Ensayos de exactitud: Estudio de la recuperación del colesterol.

Se realizó un estudio de la recuperación de colesterol, para ello se añadió colesterol a un aceite de girasol, con un contenido original de este compuesto despreciable ($0,23 \pm 0,05$ mg/100g) frente a las adiciones realizadas.

Las cantidades añadidas al aceite de girasol fueron 20 mg, 40 mg y 80 mg a 100 g de grasa en cada caso, se realizaron un total de 3 ensayos con cada uno de los patrones internos estudiados y con cada una de las concentraciones de partida.

Los patrones internos estudiados fueron: 5-alfa-colestano, alfa-colestanol y betulinol.

El 5-alfa-colestano se añadió después de la saponificación y después de haber sido separados los esteroides por cromatografía de capa fina. El alfa-colestanol se añadió en la primera fase, antes de la saponificación. El betulinol se añadió después de la saponificación, pero antes de la cromatografía en capa fina.

Los resultados correspondientes a la recuperación de colesterol utilizando los diferentes patrones internos están reflejados en los Cuadros V, VI y VII.

Cuadro V.- Ensayos de exactitud: Pruebas de recuperación del colesterol (patrón interno 5-alfa-colestano)

| | C. Inicial | C. Añadida | C. Encontrada | % Recuperación | |
|------------|-----------------|------------|------------------|------------------|------|
| | X±DE | mg | X±DE | X±DE | CV |
| Colesterol | $0,23 \pm 0,05$ | 20 | $19,40 \pm 0,59$ | $95,91 \pm 2,91$ | 3,04 |
| Colesterol | $0,23 \pm 0,05$ | 40 | $39,74 \pm 0,75$ | $98,78 \pm 1,87$ | 1,90 |
| Colesterol | $0,23 \pm 0,05$ | 80 | $79,82 \pm 0,82$ | $99,49 \pm 1,02$ | 1,03 |

X = Valores medios.

DE = Desviación estándar (n-1).

CV = Coeficiente de variación (%).

Cuadro VI.- Ensayos de exactitud: Pruebas de recuperación del colesterol (patrón interno alfa-colestanol)

| | C. Inicial | C. Añadida | C. Encontrada | % Recuperación | |
|------------|------------|------------|---------------|----------------|------|
| | X±DE | mg | X±DE | X±DE | CV |
| Colesterol | 0,23±0,05 | 20 | 19,06±0,41 | 94,26±2,02 | 2,14 |
| Colesterol | 0,23±0,05 | 40 | 38,31±1,66 | 95,24±4,13 | 4,34 |
| Colesterol | 0,23±0,05 | 80 | 75,22±2,88 | 93,75±3,60 | 3,84 |

X = Valores medios.

DE = Desviación estándar (n-1).

CV = Coeficiente de variación (%).

Cuadro VII.- Ensayos de exactitud: Pruebas de recuperación del colesterol (patrón interno betulino)

| | C. Inicial | C. Añadida | C. Encontrada | % Recuperación | |
|------------|------------|------------|---------------|----------------|------|
| | X±DE | mg | X±DE | X±DE | CV |
| Colesterol | 0,23±0,05 | 20 | 17,71±0,82 | 87,57±4,09 | 4,67 |
| Colesterol | 0,23±0,05 | 40 | 36,68±1,98 | 91,18±4,92 | 5,40 |
| Colesterol | 0,23±0,05 | 80 | 72,55±1,80 | 90,43±2,24 | 2,47 |

X = Valores medios.

DE = Desviación estándar (n-1).

CV = Coeficiente de variación (%).

Como se puede ver en los Cuadros de resultados, el método puesto a punto por nosotros que utiliza 5-alfa-colestanol como patrón interno, presenta unos porcentajes de recuperación de colesterol superiores a la utilización de los otros patrones internos (alfa-colestanol y betulino).

Asimismo, este método presenta unos coeficientes de variación inferiores a los otros métodos.

4.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los análisis realizados sobre los cuatro grupos de alimentos objeto de estudio están reflejados en las 43 tablas de resultados, de las cuales las 5 primeras corresponden a los pesos de los componentes de las hamburguesas (en sus diferentes tipologías), las 30 siguientes están divididas en dos grupos, desde la Tabla 6 a la Tabla 20 ambas inclusive contienen resultados analíticos relativos a la composición y valor energético de los alimentos, y desde la Tabla 21 hasta la Tabla 35 ambas inclusive corresponden a resultados analíticos relativos a la composición en ácidos grasos, isómeros trans y relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados (P/S). De la Tabla 36 a la Tabla 39 ambas inclusive están reflejados los resúmenes de los datos obtenidos en el estudio de la fracción lipídica de los cuatro grupos de alimentos. Finalmente de la Tabla 40 a la Tabla 43 ambas inclusive están reflejados los valores correspondientes a las correlaciones existentes entre distintos parámetros de la fracción lipídica de los cuatro grupos de alimentos estudiados (alimentos de hamburgueserías, aperitivos, "pastelitos" y galletas).

Los análisis se realizaron por triplicado y cada valor reflejado en las tablas corresponde a la media aritmética de los tres valores obtenidos.

Asimismo, hemos elaborado un total de 35 gráficos, en los 20 primeros fueron representados los resultados más relevantes desde el punto de vista nutricional, y en los otros 15 están reflejadas las representaciones gráficas de las correlaciones obtenidas en los 15 alimentos estudiados.

El estudio estadístico de los resultados se ha realizado aplicando el programa estadístico Statgraphics Versión 5.0, para obtener una valoración más objetiva de los resultados experimentales.

El tratamiento estadístico se ha realizado sobre la totalidad de los parámetros estudiados, sin someter a los resultados a transformación alguna. Así, fueron obtenidos los valores correspondientes a las medias aritméticas (\bar{X}), desviaciones estándar (DE) y coeficientes de variación (CV), los cuales están incluidos en las tablas de resultados que se citan a continuación.

4.1.- TABLAS DE RESULTADOS

La relación y contenido de las tablas de resultados es la siguiente:

- Tabla 1. Pesos de los componentes de las hamburguesas (H).
- Tabla 2. Pesos de los componentes de las hamburguesas con queso (HQ).
- Tabla 3. Pesos de los componentes de las hamburguesas dobles con queso (HDQ).
- Tabla 4. Pesos de los componentes de las hamburguesas de pollo (HPO).
- Tabla 5. Pesos de los componentes de las hamburguesas de pescado (HPE).
- Tabla 6. Composición y valor energético de las hamburguesas (H).
- Tabla 7. Composición y valor energético de las hamburguesas con queos (HQ).
- Tabla 8. Composición y valor energético de las hamburguesas dobles con queso (HDQ).
- Tabla 9. Composición y valor energético de las hamburguesas de pollo (HPO).
- Tabla 10. Composición y valor energético de las hamburguesas de pescado (HPE).
- Tabla 11. Composición y valor energético de las patatas fritas de hamburgueserías (PF).
- Tabla 12. Composición y valor energético de las patatas fritas "aperitivos" (AP).
- Tabla 13. Composición y valor energético de los aperitivos "sabor a queso" (AQ).
- Tabla 14. Composición y valor energético de los "Pastelitos" tipo "Donuts" (PD).
- Tabla 15. Composición y valor energético de los "pastelitos" rellenos (PR).
- Tabla 16. Composición y valor energético de los "pastelitos" rellenos con cobertura (PRC).
- Tabla 17. Composición y valor energético de las galletas "María" (GM).
- Tabla 18. Composición y valor energético de las galletas tostadas (GT).
- Tabla 19. Composición y valor energético de las galletas con chocolate (GC).
- Tabla 20. Composición y valor energético de las galletas con nata y/o mantequilla (GN).
- Tabla 21. Composición en ácidos grasos (%) de las hamburguesas (H).
- Tabla 22. Composición en ácidos grasos (%) de las hamburguesas con queso (HQ).
- Tabla 23. Composición en ácidos grasos (%) de las hamburguesas dobles con queso (HDQ).
- Tabla 24. Composición en ácidos grasos (%) de las hamburguesas de pollo (HPO).

- Tabla 25. Composición en ácidos grasos (%) de las hamburguesas de pescado (HPE).
- Tabla 26. Composición en ácidos grasos (%) de las patatas fritas de hamburgueserías (PF).
- Tabla 27. Composición en ácidos grasos (%) de las patatas fritas "aperitivos" (AP).
- Tabla 28. Composición en ácidos grasos (%) de los aperitivos sabor a queso (AQ).
- Tabla 29. Composición en ácidos grasos (%) de los "pastelitos" tipo "Donuts" (PD).
- Tabla 30. Composición en ácidos grasos (%) de los "pastelitos" rellenos (PR).
- Tabla 31. Composición en ácidos grasos (%) de los "pastelitos" rellenos con cobertura (PRC).
- Tabla 32. Composición en ácidos grasos (%) de las galletas "María" (GM).
- Tabla 33. Composición en ácidos grasos (%) de las galletas tostadas (GT).
- Tabla 34. Composición en ácidos grasos (%) de las galletas con chocolate (GC).
- Tabla 35. Composición en ácidos grasos (%) de las galletas con nata y/o mantequilla (GN).
- Tabla 36. Resumen de los datos obtenidos en el estudio de la fracción lipídica de los alimentos de hamburgueserías.
- Tabla 37. Resumen de los datos obtenidos en el estudio de la fracción lipídica de los aperitivos.
- Tabla 38. Resumen de los datos obtenidos en el estudio de la fracción lipídica de los "pastelitos".
- Tabla 39. Resumen de los datos obtenidos en el estudio de la fracción lipídica de las galletas.
- Tabla 40. Correlaciones entre distintos parámetros de la fracción lipídica de los alimentos de hamburgueserías.
- Tabla 41. Correlaciones entre distintos parámetros de la fracción lipídica de los aperitivos.
- Tabla 42. Correlaciones entre distintos parámetros de la fracción lipídica de los "pastelitos".
- Tabla 43. Correlaciones entre distintos parámetros de la fracción lipídica de las galletas.

TABLA 1.- PESOS DE LOS COMPONENTES DE LAS HAMBURGUESAS (H).

| MUESTRAS | PESO BRUTO (g) | PESO CARNE (g) | PESO PAN (g) | PESO RESTO (g) |
|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| H1 | 101,1 | 33,5 | 59,5 | 8,1 |
| H2 | 104,0 | 36,0 | 60,2 | 7,8 |
| H3 | 106,8 | 41,5 | 57,8 | 7,5 |
| H4 | 120,5 | 45,1 | 69,7 | 5,7 |
| H5 | 112,3 | 42,0 | 63,0 | 7,3 |
| H6 | 103,5 | 39,5 | 57,3 | 6,7 |
| H7 | 111,0 | 39,5 | 58,0 | 13,5 |
| H8 | 107,3 | 40,7 | 58,3 | 8,3 |
| H9 | 105,1 | 40,0 | 56,0 | 9,1 |
| H10 | 110,8 | 41,5 | 57,8 | 11,5 |
| <u>X</u> | 108,2 | 39,9 | 59,8 | 8,5 |
| <u>DE</u> | 5,6 | 3,2 | 4,0 | 2,3 |
| <u>CV</u> | 5,2 | 8,1 | 6,6 | 27,2 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 2.- PESOS DE LOS COMPONENTES DE LAS HAMBURGUESAS CON QUESO (HQ).

| MUESTRAS | PESO BRUTO (g) | PESO CARNE (g) | PESO PAN (g) | PESO QUESO (g) | PESO RESTO (g) |
|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| HQ1 | 138,1 | 43,6 | 63,0 | 12,0 | 19,5 |
| HQ2 | 119,2 | 38,3 | 60,6 | 11,3 | 9,0 |
| HQ3 | 118,3 | 35,1 | 59,0 | 13,6 | 10,6 |
| HQ4 | 122,1 | 38,7 | 61,0 | 12,2 | 10,2 |
| HQ5 | 144,2 | 43,8 | 63,3 | 17,6 | 19,5 |
| HQ6 | 118,4 | 36,4 | 60,8 | 13,1 | 8,1 |
| HQ7 | 124,7 | 35,6 | 63,7 | 14,7 | 10,7 |
| HQ8 | 130,2 | 41,5 | 61,8 | 16,8 | 10,1 |
| HQ9 | 118,2 | 35,0 | 60,5 | 12,9 | 9,8 |
| HQ10 | 120,0 | 36,6 | 60,4 | 12,2 | 10,8 |
| X | 125,3 | 38,5 | 61,4 | 13,6 | 11,8 |
| DE | 9,2 | 3,4 | 1,5 | 2,1 | 4,1 |
| CV | 7,4 | 8,8 | 2,4 | 15,5 | 35,0 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 3.- PESOS DE LOS COMPONENTES DE LAS HAMBURGUESAS DOBLES CON QUESO (HDQ).

| MUESTRAS | PESO BRUTO (g) | PESO CARNE (g) | PESO PAN (g) | PESO QUESO (g) | PESO RESTO (g) |
|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| HDQ1 | 193,5 | 87,0 | 67,9 | 18,4 | 20,2 |
| HDQ2 | 305,7 | 143,1 | 97,8 | 22,8 | 42,0 |
| HDQ3 | 188,2 | 92,5 | 63,8 | 18,8 | 13,1 |
| HDQ4 | 203,0 | 102,0 | 68,0 | 18,2 | 14,8 |
| HDQ5 | 170,5 | 67,6 | 64,1 | 25,2 | 13,6 |
| HDQ6 | 207,1 | 92,3 | 69,5 | 22,0 | 23,3 |
| HDQ7 | 167,8 | 68,8 | 64,5 | 19,4 | 15,1 |
| HDQ8 | 194,5 | 95,8 | 70,2 | 15,5 | 13,0 |
| HDQ9 | 168,6 | 68,2 | 63,5 | 20,2 | 16,7 |
| HDQ10 | 385,2 | 190,5 | 112,3 | 32,2 | 50,2 |
| <u>X</u> | 218,5 | 100,8 | 74,2 | 21,3 | 22,2 |
| <u>DE</u> | 70,9 | 38,6 | 16,8 | 4,7 | 13,2 |
| <u>CV</u> | 32,5 | 38,3 | 22,7 | 22,1 | 59,3 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 4.- PESOS DE LOS COMPONENTES DE LAS HAMBURGUESAS DE POLLO (HPO).

| MUESTRAS | PESO BRUTO (g) | PESO CARNE (g) | PESO PAN (g) | PESO RESTO (g) |
|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| HPO1 | 138,0 | 72,1 | 58,0 | 7,9 |
| HPO2 | 171,1 | 80,3 | 70,1 | 20,7 |
| HPO3 | 169,5 | 90,7 | 68,8 | 10,0 |
| HPO4 | 168,9 | 87,6 | 62,2 | 19,1 |
| HPO5 | 172,5 | 85,7 | 67,8 | 19,0 |
| HPO6 | 142,8 | 73,4 | 60,3 | 9,1 |
| HPO7 | 180,0 | 88,5 | 66,2 | 25,3 |
| HPO8 | 168,5 | 87,2 | 63,8 | 17,5 |
| HPO9 | 175,3 | 85,5 | 68,9 | 20,9 |
| HPO10 | 189,3 | 94,2 | 68,2 | 26,9 |
| <u>X</u> | 167,6 | 84,5 | 65,5 | 17,6 |
| <u>DE</u> | 15,7 | 5,6 | 4,1 | 8,1 |
| <u>CV</u> | 9,4 | 6,6 | 6,3 | 48,6 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 5.- PESOS DE LOS COMPONENTES DE LAS HAMBURGUESAS DE PESCADO (HPE).

| MUESTRAS | PESO BRUTO (g) | PESO PESCADO (g) | PESO PAN (g) | PESO RESTO (g) |
|-----------|-------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| HPE1 | 168,6 | 84,8 | 70,8 | 13,0 |
| HPE2 | 152,5 | 81,7 | 63,4 | 7,4 |
| HPE3 | 147,1 | 75,8 | 61,4 | 9,9 |
| HPE4 | 150,0 | 80,2 | 62,8 | 7,0 |
| HPE5 | 171,9 | 86,3 | 69,5 | 16,1 |
| HPE6 | 153,2 | 82,1 | 63,0 | 8,1 |
| HPE7 | 163,5 | 80,8 | 64,6 | 18,1 |
| HPE8 | 147,8 | 75,2 | 62,3 | 10,3 |
| HPE9 | 169,8 | 84,3 | 70,5 | 15,0 |
| HPE10 | 152,3 | 82,0 | 63,3 | 7,0 |
| <u>X</u> | 157,7 | 81,3 | 65,2 | 11,2 |
| <u>DE</u> | 9,7 | 3,6 | 3,6 | 4,1 |
| <u>CV</u> | 6,1 | 4,4 | 5,6 | 36,6 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 6.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS HAMBURGUESAS (H).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL (mg/100 g) (mg/Unidad) | | VALOR ENERGETICO (Kcal/100g) (Kcal/Unidad) | |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------------------|------|---|-----|
| | | | | | | | | | |
| H1 | 45,4 | 13,2 | 11,2 | 28,6 | 1,6 | 18,5 | 18,7 | 268 | 271 |
| H2 | 45,2 | 13,8 | 11,8 | 27,5 | 1,7 | 16,1 | 16,7 | 271 | 282 |
| H3 | 47,3 | 13,6 | 12,0 | 25,2 | 1,9 | 18,0 | 19,1 | 263 | 279 |
| H4 | 48,5 | 12,3 | 11,0 | 25,9 | 2,3 | 16,7 | 20,0 | 252 | 302 |
| H5 | 47,9 | 12,0 | 11,1 | 26,7 | 2,3 | 16,1 | 18,0 | 255 | 286 |
| H6 | 47,7 | 11,1 | 11,9 | 27,6 | 1,7 | 18,6 | 19,2 | 262 | 270 |
| H7 | 47,6 | 11,6 | 11,2 | 27,7 | 1,9 | 15,5 | 17,2 | 258 | 286 |
| H8 | 45,8 | 12,7 | 12,2 | 27,1 | 2,2 | 25,1 | 26,9 | 269 | 288 |
| H9 | 48,4 | 12,2 | 11,7 | 26,1 | 1,6 | 24,5 | 25,7 | 258 | 271 |
| H10 | 46,5 | 13,2 | 11,5 | 26,8 | 2,0 | 15,6 | 17,2 | 264 | 290 |
| <u>X</u> | 47,0 | 12,6 | 11,6 | 26,9 | 1,9 | 18,5 | 19,9 | 262 | 283 |
| <u>DE</u> | 1,2 | 0,9 | 0,4 | 1,0 | 0,3 | 3,5 | 3,6 | 6,2 | 10 |
| <u>CV</u> | 2,6 | 7,0 | 3,6 | 3,7 | 14,3 | 19,0 | 17,9 | 2,4 | 3 |

X = Valores medios.

DE = Desviación estándar (n-1).

CV (%) = Coeficiente de variación

TABLA 7.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS HAMBURGUESAS CON QUESO (HQ).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL | | VALOR ENERGETICO | |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|------------|-------------|------------------|---------------|
| | | | | | | (mg/100 g) | (mg/Unidad) | (Kcal/100g) | (Kcal/Unidad) |
| HQ1 | 50,1 | 12,8 | 13,0 | 22,3 | 1,8 | 22,5 | 31,0 | 257 | 355 |
| HQ2 | 45,3 | 13,1 | 14,6 | 25,0 | 2,0 | 26,0 | 30,4 | 284 | 332 |
| HQ3 | 44,4 | 14,2 | 12,3 | 27,0 | 2,1 | 28,0 | 33,3 | 276 | 339 |
| HQ4 | 45,8 | 14,4 | 13,3 | 24,3 | 2,2 | 23,2 | 28,3 | 275 | 335 |
| HQ5 | 49,4 | 13,0 | 12,6 | 22,9 | 2,1 | 25,8 | 37,2 | 257 | 370 |
| HQ6 | 46,0 | 13,4 | 12,3 | 26,3 | 2,0 | 27,8 | 32,8 | 270 | 319 |
| HQ7 | 47,0 | 13,6 | 12,8 | 24,4 | 2,2 | 25,6 | 31,7 | 267 | 331 |
| HQ8 | 45,8 | 14,1 | 12,9 | 24,8 | 2,4 | 28,0 | 36,4 | 272 | 354 |
| HQ9 | 46,6 | 13,0 | 12,0 | 26,5 | 1,9 | 22,0 | 26,0 | 266 | 314 |
| HQ10 | 46,1 | 12,6 | 12,9 | 26,2 | 2,2 | 25,0 | 30,0 | 271 | 325 |
| <u>X</u> | 46,6 | 13,4 | 12,9 | 25,0 | 2,1 | 25,4 | 31,7 | 270 | 337 |
| <u>DE</u> | 1,8 | 0,6 | 0,7 | 1,6 | 0,2 | 2,2 | 3,4 | 8 | 17 |
| <u>CV</u> | 3,8 | 4,7 | 5,6 | 6,2 | 8,3 | 8,8 | 10,8 | 3 | 5 |

X = Valores medios.

DE = Desviación estándar (n-1).

CV (%) = Coeficiente de variación

TABLA 8.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS HAMBURGUESAS DOBLES CON QUESO (HDQ).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL | | VALOR ENERGETICO | |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|------------|-------------|------------------|---------------|
| | | | | | | (mg/100 g) | (mg/Unidad) | (Kcal/100g) | (Kcal/Unidad) |
| HDQ1 | 50,4 | 13,8 | 13,7 | 20,1 | 2,0 | 28,6 | 55,3 | 259 | 500 |
| HDQ2 | 48,3 | 15,8 | 16,3 | 17,1 | 2,5 | 29,2 | 89,3 | 278 | 848 |
| HDQ3 | 47,9 | 14,4 | 16,4 | 19,4 | 1,9 | 32,1 | 56,8 | 283 | 529 |
| HDQ4 | 46,2 | 16,2 | 19,4 | 16,1 | 2,1 | 35,4 | 68,3 | 304 | 617 |
| HDQ5 | 48,1 | 15,8 | 16,6 | 17,4 | 2,1 | 37,2 | 63,2 | 282 | 479 |
| HDQ6 | 48,2 | 15,4 | 18,5 | 16,1 | 1,8 | 31,3 | 64,8 | 292 | 604 |
| HDQ7 | 47,1 | 16,2 | 18,7 | 16,0 | 2,0 | 35,8 | 60,1 | 297 | 496 |
| HDQ8 | 47,5 | 15,5 | 16,1 | 18,6 | 2,3 | 34,8 | 67,5 | 281 | 545 |
| HDQ9 | 47,6 | 16,5 | 16,4 | 17,4 | 2,1 | 34,2 | 57,4 | 275 | 462 |
| HDQ10 | 48,9 | 15,7 | 16,3 | 16,8 | 2,3 | 33,6 | 129,4 | 277 | 1066 |
| <u>X</u> | 48,0 | 15,5 | 16,9 | 17,5 | 2,1 | 33,2 | 71,2 | 284 | 615 |
| <u>DE</u> | 1,1 | 0,8 | 1,6 | 1,4 | 0,2 | 2,8 | 22,6 | 12 | 194 |
| <u>CV</u> | 2,3 | 5,4 | 9,8 | 8,2 | 9,8 | 8,6 | 31,8 | 4 | 31 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 9.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS HAMBURGUESAS DE POLLO (HPO).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL | | VALOR ENERGETICO | |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|------------|-------------|------------------|---------------|
| | | | | | | (mg/100 g) | (mg/Unidad) | (Kcal/100g) | (Kcal/Unidad) |
| HPO1 | 45,3 | 14,6 | 15,0 | 23,3 | 1,8 | 12,1 | 16,7 | 287 | 396 |
| HPO2 | 47,6 | 11,6 | 10,8 | 28,1 | 1,9 | 10,9 | 18,6 | 256 | 445 |
| HPO3 | 50,4 | 11,8 | 13,1 | 23,0 | 1,7 | 9,5 | 16,1 | 257 | 435 |
| HPO4 | 46,8 | 14,4 | 13,7 | 23,3 | 1,8 | 12,2 | 20,5 | 274 | 461 |
| HPO5 | 52,5 | 12,2 | 10,5 | 23,1 | 1,7 | 10,5 | 18,0 | 236 | 401 |
| HPO6 | 48,8 | 10,8 | 11,5 | 27,1 | 1,8 | 11,6 | 16,5 | 255 | 357 |
| HPO7 | 48,6 | 11,5 | 11,8 | 26,4 | 1,7 | 9,2 | 16,6 | 261 | 469 |
| HPO8 | 50,4 | 13,1 | 11,2 | 23,6 | 1,7 | 10,8 | 18,1 | 248 | 416 |
| HPO9 | 55,2 | 10,2 | 11,6 | 21,5 | 1,5 | 11,2 | 19,6 | 231 | 405 |
| HPO10 | 51,8 | 11,4 | 10,2 | 24,8 | 1,8 | 10,6 | 20,0 | 237 | 447 |
| <u>X</u> | 49,7 | 12,2 | 11,9 | 24,5 | 1,7 | 10,9 | 18,1 | 254 | 424 |
| <u>DE</u> | 2,9 | 1,5 | 1,5 | 2,1 | 0,1 | 1,0 | 1,6 | 17 | 34 |
| <u>CV</u> | 5,9 | 11,9 | 12,9 | 8,7 | 6,3 | 9,1 | 8,8 | 7 | 8 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de Variación.

TABLA 10.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS HAMBURGUESAS DE PESCADO (HPE).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL | | VALOR ENERGETICO | |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|------------|-------------|------------------|---------------|
| | | | | | | (mg/100 g) | (mg/Unidad) | (Kcal/100g) | (Kcal/Unidad) |
| HPE1 | 53,6 | 8,7 | 12,0 | 24,1 | 1,6 | 18,7 | 31,4 | 239 | 426 |
| HPE2 | 53,5 | 10,8 | 10,3 | 23,8 | 1,6 | 15,5 | 23,5 | 231 | 351 |
| HPE3 | 50,3 | 11,7 | 11,4 | 24,8 | 1,8 | 18,6 | 27,3 | 249 | 365 |
| HPE4 | 48,6 | 10,7 | 11,9 | 27,3 | 1,5 | 18,2 | 27,3 | 259 | 389 |
| HPE5 | 50,2 | 11,4 | 12,2 | 24,6 | 1,6 | 12,8 | 21,9 | 254 | 447 |
| HPE6 | 52,1 | 10,2 | 10,7 | 25,2 | 1,8 | 13,5 | 20,7 | 238 | 364 |
| HPE7 | 52,8 | 10,5 | 11,5 | 23,5 | 1,7 | 16,8 | 25,7 | 239 | 366 |
| HPE8 | 49,7 | 10,6 | 12,5 | 25,6 | 1,6 | 16,5 | 24,3 | 257 | 378 |
| HPE9 | 51,6 | 12,1 | 10,8 | 24,1 | 1,4 | 20,3 | 34,3 | 242 | 433 |
| HPE10 | 53,2 | 10,8 | 11,3 | 23,2 | 1,5 | 14,8 | 22,5 | 238 | 361 |
| <u>X</u> | 51,6 | 10,7 | 11,5 | 24,6 | 1,6 | 16,6 | 25,9 | 245 | 388 |
| <u>DE</u> | 1,8 | 0,9 | 0,7 | 1,2 | 0,1 | 2,4 | 4,3 | 9 | 34 |
| <u>CV</u> | 3,4 | 8,7 | 6,2 | 4,9 | 8,0 | 14,6 | 16,7 | 4 | 9 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 11.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS PATATAS FRITAS DE HAMBURGUESERIAS (PF).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL (mg/100 g) | V. ENERGETICO (Kcal/100 g) |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|
| PF1 | 37,3 | 5,0 | 17,2 | 38,7 | 1,8 | 10,2 | 330 |
| PF2 | 32,4 | 4,8 | 22,9 | 38,2 | 1,7 | 6,7 | 378 |
| PF3 | 34,2 | 4,9 | 19,8 | 39,0 | 2,1 | 3,6 | 354 |
| PF4 | 35,6 | 4,2 | 23,2 | 34,7 | 2,3 | 8,4 | 364 |
| PF5 | 38,4 | 4,8 | 16,8 | 38,1 | 1,9 | Tr. | 323 |
| PF6 | 34,1 | 4,5 | 18,5 | 41,1 | 1,8 | 1,0 | 349 |
| PF7 | 38,4 | 4,6 | 17,4 | 37,6 | 2,0 | 1,2 | 325 |
| PF8 | 31,7 | 5,2 | 21,2 | 39,6 | 2,3 | Tr. | 370 |
| PF9 | 27,6 | 4,3 | 27,8 | 37,5 | 2,8 | 1,2 | 417 |
| PF10 | 33,7 | 4,8 | 18,6 | 40,5 | 2,4 | Tr. | 349 |
| PF11 | 34,8 | 4,4 | 19,5 | 39,2 | 2,1 | 1,1 | 350 |
| PF12 | 31,5 | 4,8 | 22,0 | 39,5 | 2,2 | Tr. | 375 |
| X | 34,2 | 4,7 | 20,4 | 38,6 | 2,1 | 3,1 | 357 |
| DE | 3,1 | 0,3 | 3,2 | 1,7 | 0,3 | 3,4 | 26 |
| CV | 9,2 | 6,3 | 15,7 | 4,3 | 14,7 | 99,1 | 7 |

Tr. = Trazas < 1mg/100 g

X = Valores medios

DE = Desviación estándar (n-1)

CV (%) = Coeficiente de variación

TABLA 12.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS PATATAS FRITAS "APERITIVOS" (AP).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL (mg/100 g) | V. ENERGETICO (Kcal/100 g) |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|
| AP1 | 2,8 | 6,1 | 35,2 | 52,2 | 3,7 | Tr. | 550 |
| AP2 | 3,1 | 5,8 | 36,8 | 50,7 | 3,6 | 1,1 | 557 |
| AP3 | 2,9 | 7,1 | 33,8 | 52,8 | 3,4 | Tr. | 544 |
| AP4 | 2,9 | 6,4 | 33,4 | 53,5 | 3,8 | 1,6 | 540 |
| AP5 | 3,2 | 6,1 | 34,2 | 52,7 | 3,8 | Tr. | 528 |
| AP6 | 2,7 | 6,2 | 33,6 | 53,4 | 4,1 | 1,8 | 541 |
| AP7 | 2,8 | 6,3 | 36,4 | 50,1 | 4,4 | 1,2 | 553 |
| AP8 | 3,6 | 5,8 | 40,6 | 46,8 | 3,2 | Tr. | 576 |
| AP9 | 2,7 | 5,9 | 35,1 | 52,7 | 3,6 | Tr. | 551 |
| AP10 | 3,0 | 5,6 | 36,8 | 50,6 | 4,0 | Tr. | 556 |
| AP11 | 2,9 | 6,5 | 23,1 | 63,4 | 4,1 | Tr. | 488 |
| AP12 | 3,0 | 6,2 | 38,5 | 48,9 | 3,4 | 1,5 | 567 |
| AP13 | 2,9 | 6,0 | 38,6 | 52,3 | 3,2 | Tr. | 550 |
| AP14 | 2,8 | 5,9 | 34,4 | 53,1 | 3,8 | Tr. | 546 |
| AP15 | 2,9 | 4,8 | 22,8 | 65,9 | 3,6 | Tr. | 488 |
| AP16 | 3,0 | 5,9 | 35,6 | 51,6 | 3,9 | 1,0 | 550 |
| AP17 | 3,1 | 6,2 | 41,4 | 46,1 | 3,2 | Tr. | 582 |
| AP18 | 2,9 | 6,1 | 36,0 | 51,4 | 3,6 | Tr. | 554 |
| AP19 | 2,8 | 5,8 | 34,7 | 53,2 | 3,5 | Tr. | 548 |
| AP20 | 2,7 | 5,4 | 39,9 | 48,6 | 3,4 | 2,5 | 575 |
| AP21 | 2,9 | 5,5 | 38,1 | 49,7 | 3,8 | Tr. | 564 |
| AP22 | 3,0 | 6,1 | 33,6 | 54,1 | 3,2 | Tr. | 543 |
| AP23 | 3,0 | 5,6 | 36,6 | 50,8 | 4,0 | Tr. | 555 |
| AP24 | 2,6 | 6,5 | 36,8 | 50,3 | 3,8 | Tr. | 558 |
| AP25 | 2,7 | 6,4 | 33,0 | 54,7 | 3,2 | Tr. | 541 |
| <u>X</u> | 2,9 | 6,0 | 35,2 | 52,3 | 3,6 | Tr. | 550 |
| <u>DE</u> | 0,2 | 0,4 | 4,3 | 4,2 | 0,3 | 0,5 | 24 |
| <u>CV</u> | 7,0 | 7,4 | 12,3 | 8,1 | 9,2 | 67,1 | 4 |

Tr. = Trazas < 1 mg/100 g

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 13.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LOS APERITIVOS "SABOR A QUESO" (AQ).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL (mg/100 g) | V. ENERGETICO (Kcal/100 g) |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|
| AQ1 | 2,7 | 6,5 | 36,9 | 50,7 | 3,2 | 1,5 | 561 |
| AQ2 | 3,5 | 6,4 | 41,9 | 44,6 | 3,6 | 7,0 | 581 |
| AQ3 | 2,6 | 7,1 | 34,2 | 52,8 | 3,3 | 1,2 | 548 |
| AQ4 | 4,4 | 6,8 | 32,3 | 54,5 | 2,0 | 3,0 | 536 |
| AQ5 | 3,4 | 6,6 | 37,4 | 48,9 | 3,7 | 7,5 | 559 |
| AQ6 | 2,9 | 6,7 | 34,5 | 52,6 | 3,3 | 2,0 | 548 |
| AQ7 | 4,3 | 6,9 | 34,4 | 52,2 | 2,2 | 3,6 | 546 |
| AQ8 | 3,6 | 6,8 | 41,5 | 45,0 | 3,1 | Tr. | 581 |
| AQ9 | 3,1 | 6,7 | 38,3 | 48,7 | 3,2 | Tr. | 566 |
| AQ10 | 3,3 | 6,8 | 36,7 | 50,1 | 3,1 | 3,3 | 558 |
| AQ11 | 3,4 | 6,7 | 37,1 | 49,7 | 3,1 | 2,4 | 561 |
| AQ12 | 3,5 | 6,4 | 37,8 | 49,3 | 3,0 | 1,5 | 564 |
| <u>X</u> | 3,4 | 6,7 | 36,9 | 49,9 | 3,1 | 2,9 | 559 |
| <u>DE</u> | 0,6 | 0,2 | 2,9 | 3,0 | 0,5 | 2,2 | 13 |
| <u>CV</u> | 16,2 | 3,1 | 7,7 | 6,0 | 16,1 | 76,0 | 2 |

Tr. = Trazas < 1mg/100 g

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 14.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LOS "PASTELITOS" TIPO "DONUTS" (PD).

| MUESTRAS | P. UNIDAD (g) | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL | | VALOR ENERGETICO | |
|-----------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|------------|-------------|------------------|---------------|
| | | | | | | | (mg/100 g) | (mg/Unidad) | (Kcal/100g) | (Kcal/Unidad) |
| PD1 | 46,0 | 19,5 | 5,8 | 23,3 | 50,2 | 1,2 | 1,6 | 0,7 | 434 | 200 |
| PD2 | 45,2 | 19,0 | 5,7 | 25,8 | 48,5 | 1,0 | 16,2 | 7,3 | 450 | 203 |
| PD3 | 52,6 | 19,2 | 5,6 | 24,2 | 49,9 | 1,1 | 5,5 | 2,9 | 440 | 231 |
| PD4 | 54,3 | 18,5 | 6,8 | 33,1 | 40,3 | 1,3 | 6,5 | 3,5 | 486 | 264 |
| PD5 | 18,2 | 11,9 | 6,0 | 33,9 | 46,4 | 1,8 | 21,1 | 3,8 | 515 | 94 |
| PD6 | 62,2 | 17,8 | 6,1 | 34,8 | 40,0 | 1,3 | 14,5 | 9,0 | 498 | 310 |
| <u>X</u> | 46,4 | 17,6 | 6,0 | 29,2 | 45,9 | 1,3 | 10,9 | 4,5 | 470 | 218 |
| <u>DE</u> | 15,1 | 2,9 | 0,4 | 5,3 | 4,6 | 0,3 | 7,5 | 3,0 | 34 | 73 |
| <u>CV</u> | 32,6 | 16,3 | 7,2 | 18,1 | 10,1 | 21,4 | 68,7 | 67,8 | 7 | 34 |

PD4, PD5 y PD6 corresponden a muestras con cobertura de chocolate.

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 15.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LOS "PASTELITOS" RELLENOS (PR).

| MUESTRAS | P. UNIDAD (g) | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL | | VALOR ENERGETICO | |
|-----------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|------------|-------------|------------------|---------------|
| | | | | | | | (mg/100 g) | (mg/Unidad) | (Kcal/100g) | (Kcal/Unidad) |
| PR1 | 40,5 | 16,9 | 7,5 | 17,4 | 56,7 | 1,5 | 23,7 | 9,6 | 413 | 167 |
| PR2 | 65,1 | 24,5 | 8,7 | 18,1 | 47,3 | 1,4 | 8,6 | 5,6 | 387 | 252 |
| PR3 | 45,0 | 13,4 | 7,7 | 20,3 | 57,3 | 1,3 | 22,5 | 10,1 | 443 | 199 |
| PR4 | 50,1 | 23,9 | 6,4 | 28,3 | 40,4 | 1,0 | 44,5 | 22,3 | 442 | 221 |
| PR5 | 40,2 | 18,6 | 6,8 | 13,4 | 59,9 | 1,3 | 45,0 | 18,1 | 387 | 156 |
| PR6 | 70,2 | 16,8 | 7,4 | 17,2 | 57,2 | 1,4 | 19,8 | 13,9 | 413 | 290 |
| PR7 | 65,0 | 23,8 | 7,8 | 19,5 | 47,7 | 1,2 | 1,0 | 0,7 | 398 | 259 |
| PR8 | 65,2 | 19,8 | 7,3 | 15,5 | 55,9 | 1,5 | 10,5 | 6,8 | 392 | 256 |
| <u>X</u> | 55,2 | 19,7 | 7,5 | 18,7 | 52,8 | 1,3 | 22,0 | 10,9 | 409 | 225 |
| <u>DE</u> | 12,5 | 4,0 | 0,7 | 4,4 | 6,8 | 0,2 | 16,0 | 7,0 | 23 | 48 |
| <u>CV</u> | 22,6 | 20,5 | 9,3 | 23,7 | 12,9 | 12,8 | 72,8 | 64,1 | 6 | 22 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 16.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LOS "PASTELITOS" RELLENOS CON COBERTURA (PRC).

| MUESTRAS | P. UNIDAD (g) | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL | | VALOR ENERGETICO | |
|-----------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|------------|----------|------------------|------------|
| | | | | | | | (mg/100g) | (mg/Un.) | (Kcal/100g) | (Kcal/Un.) |
| PRC1 | 43,8 | 17,4 | 4,6 | 14,5 | 62,2 | 1,3 | 15,0 | 6,6 | 398 | 174 |
| PRC2 | 47,5 | 13,0 | 4,5 | 20,2 | 61,1 | 1,2 | 10,8 | 5,1 | 444 | 211 |
| PRC3 | 42,2 | 14,7 | 5,8 | 21,7 | 56,7 | 1,1 | 46,2 | 19,5 | 445 | 188 |
| PRC4 | 48,8 | 16,1 | 5,6 | 16,7 | 60,2 | 1,4 | 36,4 | 17,8 | 414 | 202 |
| PRC5 | 48,1 | 19,8 | 4,6 | 13,2 | 61,4 | 1,0 | 39,2 | 18,8 | 383 | 184 |
| PRC6 | 67,0 | 20,1 | 5,2 | 18,4 | 55,2 | 1,1 | 11,4 | 7,6 | 407 | 273 |
| PRC7 | 40,3 | 15,3 | 6,7 | 16,0 | 60,2 | 1,8 | 28,5 | 11,5 | 412 | 166 |
| PRC8 | 58,5 | 17,5 | 4,9 | 23,5 | 53,0 | 1,1 | 6,5 | 3,8 | 443 | 259 |
| PRC9 | 37,5 | 13,1 | 6,8 | 12,4 | 66,1 | 1,6 | 38,5 | 14,4 | 403 | 151 |
| PRC10 | 35,0 | 19,4 | 5,4 | 20,0 | 54,0 | 1,2 | 9,2 | 3,2 | 418 | 146 |
| PRC11 | 35,6 | 18,2 | 5,5 | 16,2 | 58,9 | 1,2 | 50,4 | 18,0 | 403 | 143 |
| PRC12 | 33,5 | 17,3 | 5,2 | 15,6 | 60,8 | 1,1 | 3,0 | 1,0 | 404 | 135 |
| PRC13 | 40,0 | 15,9 | 5,4 | 16,5 | 61,3 | 0,9 | 3,2 | 1,3 | 415 | 166 |
| PRC14 | 47,5 | 16,9 | 5,2 | 14,5 | 62,5 | 0,9 | 6,7 | 3,2 | 401 | 190 |
| PRC15 | 37,5 | 16,6 | 5,6 | 16,1 | 60,6 | 1,1 | 21,5 | 8,1 | 410 | 154 |
| PRC16 | 54,2 | 21,3 | 4,5 | 17,7 | 55,8 | 0,7 | 8,6 | 4,6 | 400 | 217 |
| PRC17 | 40,0 | 13,6 | 5,1 | 23,9 | 56,3 | 1,1 | 19,8 | 7,9 | 460 | 184 |
| PRC18 | 40,2 | 12,8 | 4,9 | 27,1 | 54,2 | 1,0 | 20,4 | 8,2 | 480 | 193 |
| PRC19 | 40,5 | 17,2 | 5,6 | 17,0 | 59,0 | 1,2 | 46,7 | 18,9 | 411 | 167 |
| PRC20 | 53,3 | 10,6 | 5,3 | 24,8 | 57,9 | 1,4 | 22,5 | 11,9 | 476 | 254 |
| X | 44,6 | 16,3 | 5,3 | 18,3 | 58,9 | 1,2 | 22,2 | 9,6 | 421 | 188 |
| DE | 8,6 | 2,8 | 0,6 | 4,1 | 3,4 | 0,2 | 15,6 | 6,3 | 27 | 39 |
| CV | 19,3 | 17,2 | 11,8 | 22,3 | 5,8 | 20,6 | 70,4 | 66,0 | 6 | 21 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 17.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS GALLETAS "MARIA" (GM).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL (mg/100 g) | V. ENERGETICO (Kcal/100 g) |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|
| GM1 | 3,1 | 6,5 | 9,7 | 79,5 | 1,2 | 9,3 | 431 |
| GM2 | 3,2 | 6,9 | 9,8 | 79,2 | 0,9 | 5,2 | 433 |
| GM3 | 2,2 | 7,0 | 10,2 | 79,3 | 1,3 | 10,3 | 437 |
| GM4 | 2,6 | 7,8 | 10,4 | 78,0 | 1,2 | 5,2 | 407 |
| GM5 | 4,9 | 7,2 | 8,6 | 78,2 | 1,1 | 4,5 | 419 |
| GM6 | 4,0 | 6,9 | 19,8 | 68,3 | 1,0 | 6,4 | 479 |
| GM7 | 2,1 | 6,7 | 11,4 | 78,3 | 1,5 | 2,7 | 443 |
| GM8 | 2,1 | 7,8 | 8,4 | 80,4 | 1,3 | 3,1 | 428 |
| GM9 | 2,7 | 6,4 | 20,9 | 68,8 | 1,2 | 3,2 | 509 |
| GM10 | 2,9 | 6,7 | 8,8 | 80,4 | 1,2 | 5,1 | 428 |
| <u>X</u> | 3,0 | 7,0 | 11,8 | 77,0 | 1,2 | 5,5 | 442 |
| <u>DE</u> | 0,9 | 0,5 | 4,6 | 4,6 | 0,2 | 2,6 | 30 |
| <u>CV</u> | 30,0 | 6,9 | 39,0 | 5,9 | 14,0 | 46,4 | 7 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 18.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS GALLETAS "TOSTADAS" (GT).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL (mg/100 g) | V. ENERGETICO (Kcal/100 g) |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|
| GT1 | 2,6 | 5,9 | 9,3 | 81,1 | 1,1 | 6,8 | 432 |
| GT2 | 3,3 | 6,9 | 8,9 | 79,9 | 1,0 | 4,8 | 427 |
| GT3 | 2,4 | 8,0 | 10,5 | 77,8 | 1,3 | 3,5 | 438 |
| GT4 | 2,7 | 6,8 | 12,6 | 77,0 | 0,9 | 10,8 | 449 |
| GT5 | 1,7 | 7,5 | 8,3 | 81,4 | 1,1 | 5,1 | 430 |
| GT6 | 3,8 | 8,2 | 9,1 | 77,6 | 1,3 | 7,6 | 425 |
| GT7 | 2,2 | 6,8 | 9,0 | 80,9 | 1,1 | 6,5 | 432 |
| GT8 | 2,8 | 7,3 | 11,6 | 76,9 | 1,4 | 2,6 | 441 |
| GT9 | 3,9 | 6,3 | 9,2 | 79,5 | 1,1 | 2,7 | 426 |
| GT10 | 2,8 | 7,2 | 12,7 | 75,8 | 1,5 | 2,3 | 446 |
| <u>X</u> | 2,8 | 7,1 | 10,1 | 78,8 | 1,2 | 5,3 | 435 |
| <u>DE</u> | 0,7 | 0,7 | 1,6 | 2,0 | 0,2 | 2,7 | 8 |
| <u>CV</u> | 35,4 | 10,0 | 16,1 | 2,6 | 15,9 | 51,0 | 2 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 19.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS GALLETAS CON CHOCOLATE (GC).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL (mg/100 g) | V. ENERGETICO (Kcal/100 g) |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|
| GC1 | 3,1 | 6,1 | 24,7 | 65,0 | 1,1 | 12,0 | 507 |
| GC2 | 2,8 | 3,8 | 21,2 | 71,1 | 1,1 | 32,5 | 490 |
| GC3 | 2,4 | 4,9 | 24,8 | 66,8 | 1,1 | 5,2 | 510 |
| GC4 | 5,1 | 3,4 | 24,2 | 66,1 | 1,2 | 12,7 | 499 |
| GC5 | 3,0 | 4,3 | 18,3 | 73,4 | 1,0 | 45,2 | 476 |
| GC6 | 2,1 | 6,1 | 23,6 | 66,8 | 1,4 | 13,7 | 504 |
| GC7 | 4,3 | 7,3 | 24,8 | 62,1 | 1,5 | 8,0 | 501 |
| GC8 | 3,9 | 7,2 | 15,6 | 72,4 | 0,9 | 6,5 | 459 |
| GC9 | 2,8 | 8,8 | 25,4 | 61,6 | 1,4 | 14,3 | 510 |
| GC10 | 2,3 | 6,1 | 26,1 | 64,0 | 1,5 | 7,5 | 515 |
| GC11 | 5,5 | 3,7 | 20,1 | 69,7 | 1,0 | 11,5 | 475 |
| GC12 | 2,4 | 5,0 | 24,6 | 66,9 | 1,1 | 8,0 | 509 |
| <u>X</u> | 3,3 | 5,6 | 22,8 | 67,1 | 1,2 | 14,8 | 496 |
| <u>DE</u> | 1,2 | 1,7 | 3,3 | 3,8 | 0,2 | 11,9 | 17 |
| <u>CV</u> | 35,7 | 29,8 | 14,3 | 5,7 | 19,2 | 80,7 | 3 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 20.- COMPOSICION Y VALOR ENERGETICO DE LAS GALLETAS CON NATA Y/O MANTEQUILLA (GN).

| MUESTRAS | HUMEDAD (g %) | PROTEINAS (g %) | GRASA (g %) | H. CARBONO (g %) | CENIZAS (g %) | COLESTEROL (mg/100 g) | V. ENERGETICO (Kcal/100 g) |
|-----------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------|-------------------------------|
| GN1 | 3,4 | 6,0 | 16,1 | 73,6 | 0,9 | 15,0 | 463 |
| GN2 | 2,4 | 6,5 | 21,3 | 69,0 | 0,8 | 28,1 | 494 |
| GN3 | 2,6 | 4,2 | 23,2 | 69,2 | 0,8 | 35,7 | 502 |
| GN4 | 3,1 | 5,8 | 24,9 | 65,6 | 0,6 | 19,1 | 510 |
| GN5 | 3,5 | 4,6 | 24,0 | 67,0 | 0,9 | 23,3 | 502 |
| GN6 | 3,4 | 4,8 | 20,8 | 70,3 | 0,7 | 20,9 | 488 |
| GN7 | 3,5 | 5,2 | 23,3 | 67,4 | 0,6 | 10,5 | 500 |
| GN8 | 3,6 | 5,6 | 22,5 | 67,5 | 0,8 | 14,6 | 495 |
| GN9 | 4,3 | 6,6 | 18,9 | 69,3 | 0,9 | 12,0 | 474 |
| GN10 | 3,5 | 4,5 | 22,6 | 68,6 | 0,8 | 12,1 | 496 |
| <u>X</u> | 3,3 | 5,4 | 21,7 | 68,8 | 0,8 | 19,1 | 492 |
| <u>DE</u> | 0,5 | 0,8 | 2,6 | 2,2 | 0,1 | 8,1 | 14 |
| <u>CV</u> | 14,7 | 15,7 | 12,0 | 3,2 | 14,6 | 42,3 | 3 |

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 21.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS HAMBURGUESAS CON QUESO (HQ).

| ACIDOS GRASOS | HQ1 | HQ2 | HQ3 | HQ4 | HQ5 | HQ6 | HQ7 | HQ8 | HQ9 | HQ10 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C10 | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | 0,9 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,3 | Tr. | | | |
| C12 | 0,5 | 0,6 | 1,2 | 0,3 | 1,3 | 0,7 | 0,7 | 1,4 | 0,8 | 0,5 | | | |
| C14 | 4,3 | 4,7 | 5,9 | 4,1 | 5,1 | 4,5 | 5,0 | 4,8 | 3,9 | 3,9 | | | |
| C14:1 | 1,0 | 1,1 | 1,4 | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 0,9 | 1,1 | 1,2 | | | |
| C15 | Tr. | Tr. | 0,6 | Tr. | 0,3 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | | | |
| C16 | 27,6 | 28,1 | 28,6 | 26,5 | 26,7 | 28,9 | 28,5 | 24,8 | 24,2 | 28,8 | | | |
| C16:1 | 3,6 | 3,7 | 4,4 | 2,8 | 1,6 | 3,3 | 3,7 | 2,6 | 3,1 | 3,5 | | | |
| C17 | Tr. | 0,6 | 0,2 | Tr. | 0,6 | Tr. | Tr. | 0,6 | 0,4 | 0,2 | | | |
| C18 | 12,9 | 12,2 | 12,9 | 12,8 | 13,4 | 13,5 | 12,3 | 12,6 | 12,2 | 12,8 | | | |
| C18:1t | 3,8 | 3,6 | 3,7 | 4,2 | 4,5 | 4,5 | 4,3 | 3,6 | 4,1 | 3,8 | | | |
| C18:1 | 37,6 | 37,3 | 36,4 | 35,7 | 34,7 | 35,5 | 37,0 | 36,0 | 33,3 | 36,3 | | | |
| C18:2t | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | Tr. | ND. | Tr. | 0,2 | | | |
| C18:2 | 7,4 | 7,8 | 4,2 | 12,4 | 9,5 | 8,2 | 6,2 | 11,6 | 14,7 | 8,1 | | | |
| C20 | Tr. | Tr. | 0,2 | Tr. | Tr. | Tr. | 0,2 | Tr. | Tr. | 0,2 | | | |
| C18:3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,3 | Tr. | 0,3 | 1,7 | 0,2 | | | |
| | | | | | | | | | | | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | 3,8 | 3,6 | 3,7 | 4,2 | 4,5 | 3,5 | 4,3 | 3,6 | 4,1 | 4,0 | 3,9 | 0,3 | 8,7 |
| Σ SATURADOS | 46,3 | 46,2 | 49,6 | 43,7 | 48,3 | 48,0 | 47,3 | 45,0 | 42,0 | 46,7 | 46,3 | 2,3 | 4,9 |
| Σ MONOINSAT. | 46,0 | 45,7 | 45,9 | 43,6 | 41,7 | 43,5 | 46,5 | 43,1 | 41,6 | 44,8 | 44,3 | 1,8 | 4,1 |
| Σ POLIINSAT. | 7,7 | 8,1 | 4,5 | 12,7 | 10,0 | 8,5 | 6,2 | 11,9 | 16,4 | 8,5 | 9,4 | 3,4 | 36,5 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | |
| SATURADOS | 0,16 | 0,17 | 0,09 | 0,29 | 0,20 | 0,17 | 0,13 | 0,26 | 0,39 | 0,18 | 0,20 | 0,1 | 43,6 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 22.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS HAMBURGUESAS (H).

| ACIDOS GRASOS | H1 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 | H7 | H8 | H9 | H10 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C12 | 0,3 | 0,2 | Tr. | Tr. | 0,2 | 0,5 | Tr. | 0,4 | 0,3 | Tr. | | | |
| C14 | 2,8 | 2,7 | 2,6 | 2,4 | 3,1 | 4,1 | 2,1 | 4,4 | 3,4 | 1,5 | | | |
| C14:1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 1,1 | 0,8 | 1,4 | 1,0 | 0,5 | | | |
| C15 | 0,2 | 0,2 | Tr. | Tr. | 0,3 | 0,4 | Tr. | 0,3 | Tr. | Tr. | | | |
| C16 | 26,6 | 25,4 | 27,3 | 25,9 | 25,6 | 26,8 | 22,4 | 28,1 | 26,5 | 19,6 | | | |
| C16:1 | 4,1 | 4,5 | 4,3 | 3,8 | 4,1 | 4,2 | 3,2 | 4,8 | 3,7 | 2,5 | | | |
| C17 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,6 | 0,3 | Tr. | | | |
| C18 | 13,6 | 12,7 | 13,3 | 12,7 | 14,6 | 13,2 | 10,5 | 12,5 | 12,3 | 10,6 | | | |
| C18:1t | 3,6 | 3,8 | 3,6 | 3,2 | 2,6 | 3,4 | 4,0 | 4,1 | 4,5 | 4,5 | | | |
| C18:1 | 40,8 | 37,6 | 40,6 | 40,6 | 39,1 | 38,1 | 32,7 | 35,2 | 38,7 | 34,8 | | | |
| C18:2t | Tr. | | | |
| C18:2 | 5,8 | 10,4 | 6,2 | 9,4 | 8,3 | 7,6 | 22,1 | 8,0 | 8,9 | 23,7 | | | |
| C20 | 0,2 | Tr. | Tr. | Tr. | 0,2 | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | | | |
| C18:3 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 2,0 | 0,2 | 0,4 | 2,3 | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | 3,6 | 3,8 | 3,6 | 3,2 | 2,6 | 3,4 | 4,0 | 4,1 | 4,5 | 4,5 | 3,7 | 0,6 | 15,9 |
| Σ SATURADOS | 44,2 | 42,0 | 43,8 | 41,4 | 44,6 | 45,3 | 35,2 | 46,3 | 42,8 | 32,2 | 41,7 | 4,6 | 11,2 |
| Σ MONOINSAT. | 49,6 | 47,0 | 49,7 | 48,7 | 46,7 | 46,8 | 40,7 | 45,5 | 47,9 | 41,8 | 46,5 | 3,0 | 6,4 |
| Σ POLIINSAT. | 6,2 | 11,0 | 6,5 | 9,9 | 8,7 | 7,9 | 24,1 | 8,2 | 9,3 | 26,0 | 11,8 | 7,2 | 60,7 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,14 | 0,26 | 0,15 | 0,24 | 0,19 | 0,17 | 0,68 | 0,18 | 0,21 | 0,82 | 0,30 | 0,2 | 82,0 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 23.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS HAMBURGUESAS DOBLES CON QUESO (HDQ).

| ACIDOS GRASOS | HDQ1 | HDQ2 | HDQ3 | HDQ4 | HDQ5 | HDQ6 | HDQ7 | HDQ8 | HDQ9 | HDQ10 | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------|-----------|-----------|
| C10 | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 0,6 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 0,9 | 1,0 | | | |
| C12 | 0,8 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | | | |
| C14 | 3,5 | 4,5 | 5,7 | 5,6 | 6,1 | 5,2 | 6,3 | 6,0 | 5,1 | 5,0 | | | |
| C14:1 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,4 | 1,5 | | | |
| C15 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | Tr. | Tr. | | | |
| C16 | 25,5 | 26,6 | 27,9 | 28,3 | 29,1 | 26,9 | 29,2 | 27,8 | 26,5 | 26,0 | | | |
| C16:1 | 3,5 | 4,3 | 3,8 | 3,6 | 3,9 | 3,3 | 3,2 | 3,5 | 3,4 | 3,6 | | | |
| C17 | Tr. | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | Tr. | | | |
| C18 | 11,8 | 11,6 | 12,4 | 13,1 | 12,1 | 12,4 | 13,4 | 12,8 | 12,6 | 13,0 | | | |
| C18:1t | 3,3 | 4,0 | 3,8 | 3,8 | 4,5 | 4,2 | 4,6 | 4,7 | 4,6 | 3,8 | | | |
| C18:1 | 36,4 | 38,3 | 36,4 | 34,6 | 34,2 | 29,6 | 32,9 | 34,7 | 34,5 | 34,3 | | | |
| C18:2t | 0,3 | 0,2 | 0,2 | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | 0,2 | 0,4 | | | |
| C18:2 | 12,7 | 6,2 | 5,3 | 5,9 | 5,2 | 13,1 | 5,4 | 5,0 | 9,0 | 9,8 | | | |
| C20 | Tr. | 0,2 | Tr. | 0,3 | Tr. | Tr. | Tr. | 0,2 | Tr. | Tr. | | | |
| C18:3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | 3,6 | 4,2 | 4,0 | 3,8 | 4,5 | 4,2 | 4,6 | 4,7 | 4,8 | 4,2 | 4,3 | 0,4 | 9,1 |
| Σ SATURADOS | 42,4 | 45,3 | 48,9 | 49,9 | 50,4 | 47,9 | 52,0 | 50,2 | 46,7 | 46,4 | 48,0 | 2,8 | 5,9 |
| Σ MONOINSAT. | 44,3 | 47,9 | 45,3 | 43,6 | 44,0 | 38,7 | 42,4 | 44,6 | 43,9 | 43,2 | 43,8 | 2,4 | 5,4 |
| Σ POLIINSAT. | 13,3 | 6,8 | 5,8 | 6,5 | 5,6 | 13,4 | 5,6 | 5,2 | 9,4 | 10,4 | 8,2 | 3,2 | 39,1 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,31 | 0,15 | 0,12 | 0,13 | 0,11 | 0,28 | 0,11 | 0,10 | 0,20 | 0,22 | 0,17 | 0,1 | 44,5 |

Tr. = Trazas <0,1 %. ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %.

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 24.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS HAMBURGUESAS DE POLLO (HPO).

| ACIDOS GRASOS | HPO1 | HPO2 | HPO3 | HPO4 | HPO5 | HPO6 | HPO7 | HPO8 | HPO9 | HPO10 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-----|-------|
| C12 | Tr. | 0,1 | Tr. | Tr. | Tr. | 0,2 | ND. | Tr. | Tr. | Tr. | | | |
| C14 | 1,6 | 1,4 | 1,5 | 1,1 | 1,4 | 1,4 | 0,3 | 0,8 | 1,2 | 0,2 | | | |
| C14:1 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | ND. | ND. | 0,2 | ND. | | | |
| C15 | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | Tr. | ND. | | | |
| C16 | 23,9 | 21,9 | 21,5 | 20,3 | 22,4 | 22,5 | 10,2 | 16,1 | 16,9 | 12,2 | | | |
| C16:1 | 2,8 | 3,4 | 5,3 | 2,5 | 4,0 | 3,6 | 0,2 | 1,8 | 1,9 | 0,3 | | | |
| C17 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | ND. | Tr. | Tr. | ND. | | | |
| C18 | 10,9 | 8,7 | 7,0 | 9,7 | 7,2 | 8,5 | 3,7 | 9,3 | 9,2 | 6,8 | | | |
| C18:1t | 0,6 | 0,7 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,6 | 2,1 | 1,6 | 3,1 | 10,5 | | | |
| C18:1 | 36,9 | 43,1 | 43,4 | 36,2 | 43,5 | 41,8 | 49,5 | 34,9 | 33,1 | 33,6 | | | |
| C18:2t | ND. | ND. | Tr. | ND. | ND. | ND. | Tr. | ND. | Tr. | Tr. | | | |
| C18:2 | 21,8 | 18,5 | 16,8 | 26,6 | 17,5 | 18,6 | 28,6 | 30,6 | 31,5 | 32,2 | | | |
| C20 | Tr. | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | | | |
| C18:3 | 0,9 | 1,4 | 2,0 | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 5,4 | 4,9 | 2,9 | 4,2 | X | DE | CV |
| Σ TRANS | 0,6 | 0,7 | 1,2 | 1,5 | 1,1 | 1,6 | 2,1 | 1,6 | 3,1 | 10,5 | 2,4 | 2,9 | 122,3 |
| Σ SATURADOS | 36,7 | 32,7 | 30,8 | 31,7 | 32,2 | 32,9 | 14,2 | 26,2 | 27,3 | 19,2 | 28,4 | 6,9 | 24,4 |
| Σ MONOINSAT. | 40,6 | 47,4 | 50,4 | 40,5 | 49,0 | 47,3 | 51,8 | 38,3 | 38,3 | 44,4 | 44,8 | 9,0 | 20,1 |
| Σ POLIINSAT. | 22,7 | 19,9 | 18,8 | 27,8 | 18,8 | 19,8 | 34,0 | 35,5 | 34,4 | 36,4 | 26,8 | 7,6 | 28,3 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,61 | 0,60 | 0,61 | 0,87 | 0,58 | 0,60 | 2,39 | 1,35 | 1,26 | 1,89 | 1,08 | 0,6 | 59,2 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 25.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS HAMBURGUESAS DE PESCADO (HPE).

| ACIDOS GRASOS | HPE1 | HPE2 | HPE3 | HPE4 | HPE5 | HPE6 | HPE7 | HPE8 | HPE9 | HPE10 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------|-----------|-----------|
| C12 | 0,2 | 0,3 | 0,6 | 0,2 | ND. | ND. | 0,5 | Tr. | 0,3 | Tr. | | | |
| C14 | 2,4 | 3,1 | 3,0 | 2,5 | 0,3 | Tr. | 1,9 | 0,4 | 2,3 | 0,3 | | | |
| C14:1 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | ND. | ND. | 0,2 | ND. | 0,3 | ND. | | | |
| C15 | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | Tr. | ND. | Tr. | ND. | | | |
| C16 | 27,3 | 26,1 | 26,4 | 21,4 | 9,4 | 9,2 | 16,1 | 15,6 | 16,2 | 16,5 | | | |
| C16:1 | 2,7 | 3,6 | 3,5 | 1,7 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | | | |
| C17 | 0,6 | 1,0 | 1,1 | 0,6 | ND. | ND. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | | | |
| C18 | 17,1 | 14,4 | 19,6 | 12,1 | 4,8 | 4,6 | 9,8 | 8,3 | 9,6 | 8,1 | | | |
| C18:1t | 1,0 | 1,6 | 1,8 | 1,5 | 2,8 | 3,8 | 12,6 | 19,7 | 12,3 | 16,8 | | | |
| C18:1 | 38,3 | 37,3 | 36,2 | 30,2 | 29,6 | 26,5 | 28,4 | 31,4 | 28,6 | 30,8 | | | |
| C18:2t | ND. | ND. | Tr. | ND. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | | | |
| C18:2 | 9,6 | 11,1 | 6,9 | 28,3 | 52,3 | 54,8 | 26,5 | 21,6 | 26,3 | 24,6 | | | |
| C20 | Tr. | 0,4 | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | 0,2 | Tr. | Tr. | Tr. | | | |
| C18:3 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 1,2 | 0,5 | 0,8 | 3,6 | 2,8 | 3,8 | 2,6 | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | 1,0 | 1,6 | 1,8 | 1,5 | 2,8 | 3,8 | 12,6 | 19,7 | 12,3 | 16,8 | 7,4 | 7,2 | 97,2 |
| Σ SATURADOS | 47,6 | 45,3 | 50,7 | 36,8 | 14,5 | 13,8 | 28,5 | 24,3 | 28,4 | 24,9 | 31,5 | 13,2 | 41,8 |
| Σ MONOINSAT. | 42,3 | 43,0 | 41,9 | 33,7 | 32,7 | 30,6 | 41,4 | 51,3 | 41,5 | 47,9 | 40,6 | 6,6 | 16,2 |
| Σ POLIINSAT. | 10,1 | 11,7 | 7,4 | 29,5 | 52,8 | 55,6 | 30,1 | 24,4 | 30,1 | 27,2 | 27,9 | 16,4 | 58,7 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,21 | 0,25 | 0,14 | 0,80 | 3,64 | 4,02 | 1,05 | 1,00 | 1,05 | 1,09 | 1,32 | 1,4 | 104,1 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X= Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 26.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS PATATAS FRITAS DE HAMBURGUESERIAS (PF).

| A. GRASOS | PF1 | PF2 | PF3 | PF4 | PF5 | PF6 | PF7 | PF8 | PF9 | PF10 | PF11 | PF12 | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C12 | 0,5 | 0,4 | 0,9 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | | | |
| C14 | 2,9 | 2,7 | 2,8 | 2,6 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | | | |
| C14:1 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | ND. | | | |
| C16 | 33,3 | 26,6 | 26,7 | 26,6 | 29,2 | 30,8 | 23,3 | 29,5 | 31,1 | 24,7 | 23,4 | 29,7 | | | |
| C16:1 | 1,3 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 0,2 | Tr. | | | |
| C17 | Tr. | 0,3 | 0,4 | 0,4 | ND. | | | |
| C18 | 21,6 | 21,0 | 20,3 | 22,5 | 9,8 | 8,8 | 10,1 | 9,9 | 8,9 | 10,4 | 10,2 | 9,3 | | | |
| C18:1t | 2,4 | 4,2 | 3,0 | 4,3 | 29,5 | 28,3 | 28,0 | 29,0 | 27,4 | 31,3 | 28,6 | 28,8 | | | |
| C18:1 | 35,0 | 37,3 | 37,7 | 34,7 | 26,5 | 26,9 | 27,8 | 26,7 | 26,8 | 30,0 | 27,4 | 28,6 | | | |
| C18:2t | ND. | Tr. | ND. | Tr. | 0,3 | 1,4 | 0,7 | 0,6 | 1,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | | | |
| C18:2 | 2,5 | 3,8 | 4,8 | 4,4 | 3,2 | 2,8 | 8,3 | 3,0 | 3,3 | 1,8 | 8,2 | 1,9 | | | |
| C20 | ND. | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | Tr. | ND. | ND. | Tr. | ND. | ND. | ND. | | | |
| C18:3 | Tr. | 0,4 | Tr. | 0,4 | Tr. | Tr. | 0,8 | Tr. | Tr. | ND. | 0,6 | Tr. | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS. | 2,4 | 4,2 | 3,0 | 4,4 | 29,8 | 29,7 | 28,7 | 29,6 | 28,8 | 31,9 | 29,2 | 29,4 | 20,9 | 12,9 | 61,7 |
| Σ SATURAD. | 58,3 | 51,0 | 51,1 | 52,7 | 40,3 | 40,6 | 34,4 | 40,7 | 41,1 | 36,3 | 34,6 | 40,1 | 43,4 | 7,8 | 18,1 |
| Σ MONOINS. | 39,2 | 44,8 | 44,1 | 42,5 | 56,2 | 55,2 | 55,8 | 55,7 | 54,2 | 61,3 | 56,0 | 57,4 | 51,9 | 7,1 | 13,7 |
| Σ POLIINS. | 2,5 | 4,2 | 4,8 | 4,8 | 3,5 | 4,2 | 9,8 | 3,6 | 4,7 | 2,4 | 9,4 | 2,5 | 4,7 | 2,4 | 52,2 |
| <u>POLIINS.</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| SATURAD. | 0,04 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,28 | 0,08 | 0,11 | 0,06 | 0,27 | 0,06 | 0,11 | 0,1 | 71,2 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 27.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS PATATAS FRITAS (APERITIVOS) (AP).

| A. GRASOS | AP1 | AP2 | AP3 | AP4 | AP5 | AP6 | AP7 | AP8 | AP9 | AP10 | AP11 | AP12 | AP13 | AP14 | AP15 | AP16 | AP17 | AP18 | AP19 | AP20 | AP21 | AP22 | AP23 | AP24 | AP25 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C12 | ND. | 0,7 | ND. | 0,5 | ND. | 1,0 | 0,9 | ND. | ND. | ND. | ND. | 0,3 | ND. | 1,8 | ND. | ND. | ND. | ND. | 0,4 |
| C14 | ND. | 1,4 | Tr. | 1,3 | ND. | 1,6 | 1,3 | ND. | ND. | ND. | 0,2 | 1,0 | ND. | Tr. | ND. | Tr. | ND. | ND. | ND. | 1,6 | ND. | ND. | Tr. | Tr. | 1,4 |
| C16 | 10,4 | 42,9 | 24,7 | 43,0 | 11,1 | 43,5 | 37,9 | 10,6 | 10,9 | 10,7 | 10,9 | 42,2 | 10,3 | 9,9 | 10,4 | 11,5 | 11,8 | 10,4 | 10,3 | 41,9 | 7,7 | 6,4 | 10,7 | 12,2 | 46,8 |
| C16:1 | ND. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | ND. | Tr. | Tr. | ND. | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | ND. | ND. | Tr. |
| C18 | 3,7 | 3,5 | 1,8 | 2,8 | 2,1 | 3,2 | 2,9 | 3,2 | 2,8 | 4,1 | 7,7 | 3,0 | 4,4 | 4,6 | 3,4 | 3,2 | 2,5 | 2,6 | 3,4 | 3,5 | 3,7 | 3,3 | 3,1 | 3,6 | 4,4 |
| C18:1t | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | Tr. | ND. | Tr. | Tr. | 15,8 | ND. | 0,2 | 0,2 | Tr. | ND. | ND. | ND. | Tr. | ND. | 0,3 | ND. | ND. | ND. | ND. |
| C18:1 | 24,4 | 40,0 | 19,0 | 41,2 | 26,8 | 40,5 | 39,4 | 25,8 | 23,6 | 21,7 | 38,6 | 43,8 | 24,7 | 24,8 | 25,9 | 25,1 | 21,7 | 23,5 | 25,5 | 40,6 | 32,9 | 26,0 | 23,1 | 22,7 | 36,4 |
| C18:2t | 0,5 | ND. | 0,7 | ND. | ND. | ND. | ND. | ND. | ND. | 0,2 | 4,1 | ND. | 0,9 | 0,7 | 0,5 | Tr. | ND. | ND. | 0,5 | ND. | Tr. | ND. | Tr. | ND. | 0,2 |
| C18:2 | 54,0 | 11,3 | 53,8 | 11,2 | 52,9 | 9,8 | 16,3 | 54,8 | 56,1 | 56,0 | 21,8 | 9,7 | 53,9 | 53,6 | 53,0 | 55,2 | 57,1 | 57,3 | 53,5 | 10,2 | 55,7 | 64,3 | 55,4 | 55,2 | 10,6 |
| C20 | Tr. | ND. | ND. | ND. | Tr. | 0,4 | ND. | Tr. | Tr. | 0,2 | Tr. | ND. | Tr. | 0,3 | 0,2 | ND. | ND. | Tr. | Tr. | 0,4 | ND. | ND. | ND. | ND. | Tr. |
| C18:3 | 7,0 | 0,2 | Tr. | Tr. | 7,1 | Tr. | 1,3 | 5,6 | 6,6 | 7,1 | 0,9 | Tr. | 5,6 | 5,9 | 6,6 | 5,0 | 6,9 | 6,2 | 6,8 | Tr. | Tr. | Tr. | 7,7 | 6,3 | Tr. |
| Σ TRANS | 0,5 | Tr. | 0,7 | Tr. | ND. | ND. | Tr. | ND. | ND. | 0,2 | 19,9 | ND. | 1,1 | 0,9 | 0,5 | Tr. | ND. | ND. | 0,5 | Tr. | ND. | ND. | ND. | ND. | ND. |
| Σ SATUR. | 14,1 | 48,5 | 26,5 | 47,6 | 13,2 | 49,7 | 43,0 | 13,8 | 13,7 | 15,0 | 18,8 | 46,5 | 14,7 | 14,8 | 13,8 | 14,7 | 14,3 | 13,0 | 13,7 | 49,2 | 11,4 | 9,7 | 13,8 | 15,8 | 53,0 |
| Σ MONOIN. | 24,4 | 40,0 | 19,0 | 41,2 | 26,8 | 40,5 | 39,4 | 25,8 | 23,6 | 21,7 | 54,4 | 43,8 | 24,9 | 25,0 | 25,9 | 25,1 | 21,7 | 23,5 | 25,5 | 40,6 | 32,9 | 26,0 | 23,1 | 22,7 | 36,4 |
| Σ POLIIN. | 61,5 | 11,5 | 54,5 | 11,2 | 60,0 | 9,8 | 17,6 | 60,4 | 62,7 | 63,3 | 26,8 | 9,7 | 60,4 | 60,2 | 60,3 | 60,2 | 64,0 | 63,5 | 60,8 | 10,2 | 55,7 | 64,3 | 63,1 | 61,5 | 10,6 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SATUR. | 4,36 | 0,23 | 2,05 | 0,23 | 4,54 | 0,19 | 0,40 | 4,37 | 4,57 | 4,22 | 1,42 | 0,20 | 4,10 | 4,06 | 4,36 | 4,09 | 4,47 | 4,88 | 4,43 | 0,20 | 4,88 | 6,62 | 4,57 | 3,89 | 0,20 |

Tr. = Trazas < 0,1 % ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %
 X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

| | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
|-------------------|----------|-----------|-----------|
| Σ TRANS | 0,9 | 3,9 | 397,1 |
| Σ SATUR. | 24,1 | 15,7 | 65,2 |
| Σ MONOIN. | 30,1 | 9,1 | 30,2 |
| Σ POLIIN. | 45,8 | 23,0 | 50,3 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | |
| SATUR. | 3,10 | 2,0 | 65,7 |

TABLA 28.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LOS APERITIVOS "SABOR A QUESO" (AQ).

| ACIDOS GRASOS | AQ1 | AQ2 | AQ3 | AQ4 | AQ5 | AQ6 | AQ7 | AQ8 | AQ9 | AQ10 | AQ11 | AQ12 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C8 | 8,6 | ND. | 8,8 | Tr. | ND. | 7,4 | ND. | ND. | ND. | 9,1 | ND. | ND. | | | |
| C10 | 7,7 | ND. | 7,9 | 1,0 | ND. | 6,5 | Tr. | ND. | ND. | 7,2 | Tr. | Tr. | | | |
| C12 | 47,9 | 0,7 | 46,8 | 0,7 | 0,6 | 45,3 | 0,3 | ND. | ND. | 49,0 | 5,2 | 2,7 | | | |
| C14 | 16,3 | 1,8 | 15,9 | 1,8 | 1,7 | 16,4 | 1,1 | ND. | ND. | 15,9 | 2,5 | 1,3 | | | |
| C16 | 8,3 | 39,7 | 8,8 | 43,5 | 40,2 | 9,9 | 40,1 | 10,5 | 11,3 | 8,9 | 12,7 | 12,8 | | | |
| C18 | 1,9 | 3,0 | 1,9 | 2,7 | 3,1 | 2,4 | 4,5 | 2,9 | 2,7 | 4,5 | 3,6 | 3,7 | | | |
| C18:1t | ND. | Tr. | ND. | 0,3 | ND. | ND. | 0,4 | Tr. | 0,3 | ND. | ND. | ND. | | | |
| C18:1 | 7,2 | 43,0 | 7,6 | 39,1 | 42,8 | 9,4 | 41,3 | 26,4 | 22,1 | 4,2 | 20,6 | 22,1 | | | |
| C18:2t | ND. | | | |
| C18:2 | 1,8 | 11,6 | 1,9 | 10,9 | 11,6 | 2,7 | 11,7 | 53,5 | 56,3 | 0,9 | 50,0 | 51,5 | | | |
| C20 | 0,3 | Tr. | 0,4 | ND. | Tr. | Tr. | 0,3 | ND. | ND. | 0,3 | ND. | ND. | | | |
| C18:3 | ND. | 0,2 | ND. | Tr. | Tr. | ND. | 0,3 | 6,7 | 7,3 | ND. | 5,4 | 5,9 | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | ND. | Tr. | ND. | 0,3 | ND. | ND. | 0,4 | Tr. | 0,3 | ND. | ND. | ND. | 0,1 | 0,1 | 147,7 |
| Σ SATURADOS | 91,0 | 45,2 | 90,5 | 49,7 | 45,6 | 87,9 | 46,0 | 13,4 | 14,0 | 94,9 | 24,0 | 20,5 | 51,9 | 31,6 | 60,8 |
| Σ MONOINSAT. | 7,2 | 43,0 | 7,6 | 39,1 | 42,8 | 9,4 | 41,5 | 26,4 | 22,1 | 4,2 | 20,6 | 22,1 | 23,8 | 14,9 | 62,4 |
| Σ POLIINSAT. | 1,8 | 11,8 | 1,9 | 11,2 | 11,6 | 2,7 | 12,5 | 60,2 | 63,9 | 0,9 | 55,4 | 57,4 | 24,3 | 26,2 | 107,9 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,01 | 0,26 | 0,02 | 0,22 | 0,25 | 0,03 | 0,27 | 4,49 | 4,56 | 0,01 | 2,31 | 2,80 | 1,27 | 1,8 | 140,6 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 29.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LOS "PASTELITOS" TIPO "DONUTS" (PD).

| ACIDOS GRASOS | PD1 | PD2 | PD3 | PD4 | PD5 | PD6 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C8 | ND. | ND. | ND. | 0,8 | 1,2 | 0,6 | | | |
| C10 | ND. | ND. | ND. | 0,7 | 1,3 | 0,8 | | | |
| C12 | 0,8 | 0,4 | 1,5 | 11,7 | 20,9 | 14,9 | | | |
| C14 | 1,1 | 0,9 | 1,4 | 4,7 | 6,8 | 6,0 | | | |
| C16 | 39,4 | 43,5 | 35,3 | 36,3 | 35,9 | 31,5 | | | |
| C16:1 | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | | | |
| C18 | 6,1 | 6,0 | 7,6 | 7,3 | 5,7 | 9,8 | | | |
| C18:1t | 2,4 | 0,7 | 7,4 | 0,6 | 0,3 | 0,8 | | | |
| C18:1 | 38,2 | 37,9 | 36,5 | 30,0 | 22,4 | 25,0 | | | |
| C18:2t | 0,8 | 1,8 | 0,6 | 1,2 | 0,4 | 0,2 | | | |
| C18:2 | 10,9 | 8,6 | 9,5 | 6,7 | 5,1 | 10,4 | | | |
| C20 | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | ND. | | | |
| C18:3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | Tr. | ND. | Tr. | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | 3,2 | 2,5 | 8,0 | 1,8 | 0,7 | 1,0 | 2,9 | 2,7 | 92,4 |
| Σ SATURADOS | 47,4 | 50,8 | 45,8 | 61,5 | 71,8 | 63,6 | 56,8 | 10,4 | 18,3 |
| Σ MONOINSAT. | 40,6 | 38,6 | 43,9 | 30,6 | 22,7 | 25,8 | 33,7 | 8,6 | 25,5 |
| Σ POLIINSAT. | 12,0 | 10,6 | 10,3 | 7,9 | 5,5 | 10,6 | 9,5 | 2,4 | 24,8 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,25 | 0,20 | 0,22 | 0,12 | 0,07 | 0,17 | 0,17 | 0,07 | 39,3 |

PD4, PD5 y PD6 corresponden a muestras con cobertura de chocolate.

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 30.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LOS "PASTELITOS" RELLENOS (PR).

| ACIDOS GRASOS | PR1 | PR2 | PR3 | PR4 | PR5 | PR6 | PR7 | PR8 | | | |
|-------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C8 | 2,1 | ND. | 1,8 | 0,4 | ND. | 1,1 | ND. | ND. | | | |
| C10 | 1,8 | ND. | 1,7 | 0,5 | Tr. | 1,5 | ND. | Tr. | | | |
| C12 | 31,8 | 1,6 | 7,9 | 3,5 | 4,4 | 32,6 | 1,7 | 0,9 | | | |
| C14 | 13,2 | 1,5 | 3,5 | 3,7 | 1,8 | 12,9 | 0,6 | 0,4 | | | |
| C16 | 15,1 | 41,5 | 20,3 | 20,2 | 14,4 | 14,8 | 10,1 | 7,7 | | | |
| C16:1 | Tr. | Tr. | 0,2 | 0,5 | Tr. | ND. | Tr. | 0,3 | | | |
| C18 | 14,8 | 10,4 | 5,9 | 9,4 | 7,2 | 16,8 | 7,4 | 5,7 | | | |
| C18:1t | 1,3 | 0,1 | 1,9 | 5,9 | 2,0 | 3,9 | 4,8 | Tr. | | | |
| C18:1 | 12,8 | 44,7 | 32,0 | 27,7 | 32,5 | 10,5 | 29,6 | 29,4 | | | |
| C18:2t | ND. | ND. | Tr. | 0,2 | Tr. | Tr. | 1,2 | 0,2 | | | |
| C18:2 | 6,9 | 0,2 | 24,3 | 27,5 | 37,0 | 5,9 | 44,6 | 55,1 | | | |
| C20 | ND. | ND. | ND. | Tr. | ND. | ND. | ND. | Tr. | | | |
| C18:3 | 0,2 | ND. | 0,5 | 0,5 | 0,7 | Tr. | Tr. | 0,3 | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | 1,3 | 0,1 | 1,9 | 6,1 | 2,0 | 3,9 | 6,0 | 0,2 | 2,7 | 2,4 | 88,5 |
| Σ SATURADOS | 78,8 | 55,0 | 41,1 | 37,7 | 27,8 | 79,7 | 19,8 | 14,7 | 44,3 | 24,9 | 56,3 |
| Σ MONOINSAT. | 14,1 | 44,8 | 34,1 | 34,1 | 34,5 | 14,4 | 34,4 | 29,7 | 30,0 | 10,6 | 35,4 |
| Σ POLIINSAT. | 7,1 | 0,2 | 24,8 | 28,2 | 37,7 | 5,9 | 45,8 | 55,6 | 25,7 | 20,1 | 78,3 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,09 | 0,003 | 0,60 | 0,75 | 1,35 | 0,07 | 2,31 | 3,78 | 1,10 | 1,3 | 120,8 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 31.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LOS "PASTELITOS" RELLENOS CON COBERTURA (PRC).

| ACIDOS GRASOS | PRC1 | PRC2 | PRC3 | PRC4 | PRC5 | PRC6 | PRC7 | PRC8 | PRC9 | PRC10 | PRC11 | PRC12 | PRC13 | PRC14 | PRC15 | PRC16 | PRC17 | PRC18 | PRC19 | PRC20 | | | |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| C8 | 1,7 | 1,8 | 2,1 | 1,9 | 0,9 | 1,3 | Tr. | 5,4 | Tr. | Tr. | ND. | 1,8 | Tr. | Tr. | 2,5 | 0,8 | 0,7 | 1,4 | 1,8 | 2,5 | | | |
| C10 | 1,6 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 1,0 | 1,7 | Tr. | 4,5 | Tr. | Tr. | ND. | 1,5 | 0,8 | 0,5 | 2,4 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 2,4 | | | |
| C12 | 20,3 | 22,7 | 23,7 | 22,4 | 21,5 | 31,5 | 3,3 | 40,8 | 2,2 | 7,7 | 0,6 | 32,5 | 20,5 | 15,3 | 30,6 | 21,7 | 23,9 | 26,7 | 24,5 | 31,7 | | | |
| C14 | 9,4 | 10,6 | 9,8 | 10,6 | 8,9 | 12,2 | 1,5 | 12,2 | 1,0 | 2,8 | 0,6 | 10,8 | 10,3 | 7,6 | 11,4 | 8,2 | 8,8 | 9,3 | 9,4 | 9,8 | | | |
| C16 | 16,8 | 16,3 | 18,6 | 18,7 | 15,8 | 15,7 | 20,0 | 8,5 | 15,8 | 10,8 | 21,6 | 15,3 | 16,8 | 26,3 | 12,1 | 11,2 | 25,5 | 24,4 | 17,8 | 21,5 | | | |
| C16:1 | 0,6 | Tr. | 0,2 | 0,3 | Tr. | ND. | Tr. | ND. | 0,3 | Tr. | Tr. | ND. | ND. | Tr. | 0,3 | ND. | ND. | Tr. | 0,2 | Tr. | | | |
| C18 | 23,7 | 20,6 | 12,3 | 18,5 | 21,8 | 17,6 | 7,7 | 10,0 | 6,8 | 8,3 | 4,5 | 12,8 | 24,5 | 14,9 | 14,7 | 14,3 | 17,6 | 13,4 | 11,8 | 9,4 | | | |
| C18:1t | 1,2 | 1,5 | 1,5 | 2,6 | 7,2 | 4,5 | 5,3 | 5,9 | 5,3 | 0,7 | Tr. | 8,7 | 10,2 | 4,5 | ND. | ND. | 2,2 | 2,1 | 1,2 | 2,9 | | | |
| C18:1 | 15,2 | 12,6 | 18,2 | 16,3 | 12,3 | 9,7 | 28,9 | 7,2 | 30,7 | 23,3 | 28,6 | 10,9 | 13,0 | 22,8 | 11,6 | 14,8 | 15,7 | 16,8 | 18,6 | 13,8 | | | |
| C18:2t | 0,2 | 0,3 | 0,7 | Tr. | Tr. | ND. | Tr. | ND. | ND. | ND. | ND. | 0,2 | 0,4 | Tr. | ND. | ND. | ND. | ND. | 0,5 | Tr. | | | |
| C18:2 | 8,4 | 11,5 | 10,8 | 6,3 | 10,2 | 5,8 | 33,3 | 5,5 | 37,9 | 46,4 | 40,7 | 5,5 | 3,5 | 8,1 | 13,3 | 27,9 | 4,3 | 4,4 | 12,3 | 5,7 | | | |
| C18:3 | 0,9 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | Tr. | Tr. | ND. | Tr. | Tr. | 3,3 | Tr. | Tr. | Tr. | 1,1 | Tr. | ND. | Tr. | 0,2 | 0,3 | X | DE | CV |
| Σ TRANS | 1,4 | 1,8 | 2,2 | 2,6 | 7,2 | 4,5 | 5,3 | 5,9 | 5,3 | 0,7 | Tr. | 8,9 | 10,6 | 4,5 | ND. | ND. | 2,2 | 2,1 | 1,7 | 2,9 | 3,5 | 2,9 | 84,9 |
| Σ SATURADOS | 73,5 | 73,9 | 68,4 | 74,1 | 69,9 | 80,0 | 32,5 | 81,4 | 25,8 | 29,6 | 27,3 | 74,7 | 72,9 | 64,6 | 73,7 | 57,3 | 77,8 | 76,7 | 67,0 | 77,3 | 63,9 | 18,8 | 29,5 |
| Σ MONOINSAT. | 17,0 | 14,1 | 19,9 | 19,2 | 19,5 | 14,2 | 34,2 | 13,1 | 36,3 | 24,0 | 28,7 | 19,6 | 23,2 | 27,3 | 11,9 | 14,8 | 17,9 | 18,9 | 20,0 | 16,7 | 20,5 | 6,7 | 32,7 |
| Σ POLIINSAT. | 9,5 | 12,0 | 11,7 | 6,7 | 10,6 | 5,8 | 33,3 | 5,5 | 37,9 | 46,4 | 44,0 | 5,7 | 3,9 | 8,1 | 14,4 | 27,9 | 4,3 | 4,4 | 13,0 | 6,0 | 15,6 | 14,0 | 89,8 |
| POLIINSAT. SATURADOS | 0,12 | 0,16 | 0,17 | 0,09 | 0,15 | 0,07 | 1,02 | 0,07 | 1,47 | 1,57 | 1,61 | 0,08 | 0,05 | 0,13 | 0,20 | 0,49 | 0,06 | 0,06 | 0,19 | 0,07 | 0,39 | 0,5 | 139,9 |

Tr. = Trazas <0,1 %. ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %.
 X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 32.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS GALLETAS "MARIA" (GM).

| ACIDOS GRASOS | GM1 | GM2 | GM3 | GM4 | GM5 | GM6 | GM7 | GM8 | GM9 | GM10 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C10 | 0,4 | 0,5 | Tr. | ND. | ND. | 3,0 | ND. | ND. | 3,8 | Tr. | | | |
| C12 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,2 | 1,6 | 25,3 | 1,5 | 0,4 | 27,6 | 0,9 | | | |
| C14 | 3,7 | 4,5 | 3,2 | 1,3 | 4,0 | 9,6 | 1,9 | 2,3 | 12,8 | 1,8 | | | |
| C14:1 | 0,8 | 1,1 | 0,8 | 0,4 | Tr. | 0,4 | Tr. | ND. | 0,2 | ND. | | | |
| C15 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | ND. | ND. | ND. | ND. | ND. | ND. | | | |
| C16 | 29,8 | 28,7 | 29,6 | 26,3 | 27,5 | 26,6 | 43,4 | 25,6 | 26,8 | 27,0 | | | |
| C16:1 | 1,2 | 0,7 | 1,2 | 1,5 | 0,9 | 0,6 | Tr. | 0,6 | 1,6 | 1,1 | | | |
| C17 | 0,6 | Tr. | 0,2 | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | 0,3 | 0,5 | Tr. | | | |
| C18 | 12,3 | 16,5 | 13,8 | 13,3 | 15,5 | 3,6 | 4,9 | 12,4 | 2,7 | 12,3 | | | |
| C18:1t | 3,0 | 0,9 | 0,7 | 2,7 | Tr. | Tr. | Tr. | 2,2 | Tr. | 2,0 | | | |
| C18:1 | 37,4 | 38,3 | 40,5 | 43,7 | 40,9 | 25,7 | 36,8 | 44,5 | 20,2 | 43,9 | | | |
| C18:2t | ND. | Tr. | ND. | ND. | | | |
| C18:2 | 8,6 | 7,3 | 7,2 | 9,3 | 9,6 | 5,1 | 11,5 | 11,7 | 4,3 | 10,9 | | | |
| C20 | 0,2 | ND. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | ND. | ND. | 0,2 | 0,2 | | | |
| C18:3 | 0,4 | Tr. | 0,9 | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | Tr. | 0,3 | Tr. | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | 3,0 | 0,9 | 0,7 | 2,7 | Tr. | Tr. | Tr. | 2,2 | Tr. | 2,0 | 1,2 | 1,2 | 98,3 |
| Σ SATURADOS | 48,6 | 51,7 | 48,7 | 45,2 | 48,6 | 68,1 | 51,7 | 41,0 | 73,4 | 42,1 | 51,9 | 10,6 | 20,5 |
| Σ MONOINSAT. | 42,4 | 41,0 | 43,2 | 45,5 | 41,8 | 26,8 | 36,8 | 47,3 | 22,0 | 47,0 | 39,4 | 8,5 | 21,7 |
| Σ POLIINSAT. | 9,0 | 7,3 | 8,1 | 9,3 | 9,6 | 5,1 | 11,5 | 11,7 | 4,6 | 10,9 | 8,7 | 2,5 | 28,4 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,18 | 0,14 | 0,16 | 0,20 | 0,19 | 0,07 | 0,22 | 0,28 | 0,06 | 0,25 | 0,17 | 0,1 | 41,7 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 33.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS GALLETAS "TOSTADAS" (GT).

| ACIDOS GRASOS | GT1 | GT2 | GT3 | GT4 | GT5 | GT6 | GT7 | GT8 | GT9 | GT10 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C10 | Tr. | Tr. | ND. | 0,4 | ND. | 0,3 | ND. | 3,4 | ND. | 3,2 | | | |
| C12 | 1,1 | 1,5 | Tr. | 3,0 | 0,2 | 0,7 | 0,3 | 26,8 | Tr. | 27,4 | | | |
| C14 | 4,2 | 4,1 | 1,3 | 3,8 | 1,8 | 3,3 | 3,9 | 12,3 | 1,4 | 11,5 | | | |
| C14:1 | 0,9 | 0,9 | Tr. | 0,6 | ND. | 0,8 | Tr. | 0,3 | Tr. | Tr. | | | |
| C15 | 0,6 | 0,4 | ND. | 0,3 | ND. | 0,4 | ND. | ND. | ND. | ND. | | | |
| C16 | 27,8 | 27,0 | 24,9 | 25,5 | 25,0 | 27,4 | 29,9 | 19,9 | 23,8 | 24,9 | | | |
| C16:1 | 1,2 | 1,8 | 0,7 | 1,2 | 1,0 | 1,9 | 0,7 | Tr. | 0,5 | 0,5 | | | |
| C17 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | Tr. | ND. | 0,2 | ND. | | | |
| C18 | 16,1 | 18,1 | 10,4 | 16,2 | 12,8 | 14,8 | 15,9 | 10,0 | 11,1 | 4,4 | | | |
| C18:1t | 0,8 | Tr. | 2,2 | 1,3 | 2,4 | 2,8 | Tr. | ND. | 1,1 | ND. | | | |
| C18:1 | 40,4 | 39,4 | 47,6 | 39,7 | 43,9 | 37,8 | 39,0 | 22,2 | 50,6 | 21,2 | | | |
| C18:2t | ND. | ND. | Tr. | Tr. | Tr. | Tr. | ND. | ND. | ND. | ND. | | | |
| C18:2 | 6,6 | 6,3 | 12,5 | 7,2 | 12,4 | 8,7 | 9,8 | 5,1 | 11,1 | 6,7 | | | |
| C20 | ND. | ND. | Tr. | 0,2 | Tr. | Tr. | ND. | Tr. | Tr. | Tr. | | | |
| C18:3 | Tr. | Tr. | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,5 | Tr. | 0,2 | 0,2 | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | 0,8 | Tr. | 2,2 | 1,3 | 2,4 | 2,8 | Tr. | ND. | 1,1 | ND. | 1,1 | 1,1 | 99,2 |
| Σ SATURADOS | 50,1 | 51,6 | 36,8 | 49,7 | 40,0 | 47,3 | 50,0 | 72,4 | 36,5 | 71,4 | 50,6 | 12,6 | 24,8 |
| Σ MONOINSAT. | 43,3 | 42,1 | 50,5 | 42,8 | 47,3 | 43,3 | 39,7 | 22,5 | 52,2 | 21,7 | 40,5 | 10,5 | 25,8 |
| Σ POLIINSAT. | 6,6 | 6,3 | 12,7 | 7,5 | 12,7 | 9,4 | 10,3 | 5,1 | 11,3 | 6,9 | 8,9 | 2,8 | 31,2 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | |
| <u>SATURADOS</u> | 0,13 | 0,12 | 0,34 | 0,15 | 0,31 | 0,19 | 0,20 | 0,07 | 0,30 | 0,09 | 0,19 | 0,1 | 50,7 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 34.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS GALLETAS CON CHOCOLATE (GC).

| A. GRASOS | GC1 | GC2 | GC3 | GC4 | GC5 | GC6 | GC7 | GC8 | GC9 | GC10 | GC11 | GC12 | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|--|
| C8 | 4,4 | 3,6 | 3,7 | ND. | 1,4 | 2,7 | 3,4 | ND. | 0,3 | 5,3 | 0,8 | 0,8 | | | | |
| C10 | 5,4 | 3,5 | 3,5 | 0,9 | 2,4 | 2,8 | 3,6 | Tr. | 0,8 | 5,2 | 1,7 | 1,6 | | | | |
| C12 | 42,2 | 26,4 | 29,8 | 1,6 | 3,4 | 22,3 | 32,2 | 0,3 | 1,1 | 44,7 | 2,0 | 26,4 | | | | |
| C14 | 16,3 | 12,0 | 12,8 | 4,1 | 10,1 | 11,4 | 11,6 | 1,8 | 3,5 | 17,8 | 5,6 | 12,3 | | | | |
| C14:1 | Tr. | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 1,2 | 0,2 | Tr. | 0,2 | 0,5 | Tr. | 0,8 | 0,2 | | | | |
| C15 | ND. | ND. | ND. | 0,3 | 0,6 | Tr. | ND. | Tr. | 0,3 | ND. | Tr. | 0,3 | | | | |
| C16 | 11,8 | 17,9 | 15,3 | 42,8 | 29,8 | 18,8 | 22,5 | 24,1 | 27,7 | 11,5 | 27,8 | 17,3 | | | | |
| C16:1 | Tr. | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 1,7 | 0,3 | 0,8 | 0,9 | 0,3 | Tr. | 0,7 | 0,2 | | | | |
| C17 | ND. | Tr. | Tr. | ND. | 0,2 | Tr. | Tr. | 0,2 | Tr. | ND. | Tr. | Tr. | | | | |
| C18 | 10,6 | 14,9 | 13,4 | 6,3 | 12,9 | 15,1 | 6,8 | 14,0 | 27,7 | 4,5 | 22,5 | 16,7 | | | | |
| C18:1t | ND. | 0,3 | 1,3 | Tr. | 1,4 | Tr. | 0,6 | 1,4 | 0,5 | ND. | 0,2 | 0,3 | | | | |
| C18:1 | 8,1 | 16,0 | 16,6 | 34,1 | 28,2 | 20,7 | 13,6 | 45,7 | 34,4 | 8,4 | 33,0 | 20,2 | | | | |
| C18:2t | ND. | | | | |
| C18:2 | 1,2 | 3,0 | 2,4 | 8,9 | 5,7 | 3,4 | 3,2 | 9,8 | 3,0 | 2,6 | 3,9 | 3,2 | | | | |
| C20 | ND. | 0,3 | Tr. | Tr. | Tr. | 0,2 | ND. | 0,2 | ND. | ND. | ND. | 0,2 | | | | |
| C18:3 | ND. | 0,2 | 0,3 | 0,3 | Tr. | 0,2 | Tr. | 0,4 | 0,2 | ND. | Tr. | 0,3 | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> | |
| ETRANS | ND. | 0,3 | 1,3 | Tr. | 1,4 | Tr. | 0,6 | 1,4 | 0,5 | ND. | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 104,6 | |
| ESATUR. | 90,7 | 78,6 | 78,5 | 56,0 | 61,3 | 73,3 | 80,1 | 40,6 | 61,4 | 89,0 | 60,4 | 74,6 | 70,4 | 14,7 | 20,8 | |
| EMONOINS. | 8,1 | 18,2 | 18,8 | 34,8 | 33,0 | 23,1 | 16,7 | 49,2 | 35,4 | 8,4 | 35,7 | 21,9 | 25,3 | 12,4 | 49,1 | |
| EPOLIINS. | 1,2 | 3,2 | 2,7 | 9,2 | 5,7 | 3,6 | 3,2 | 10,2 | 3,2 | 2,6 | 3,9 | 3,5 | 4,3 | 2,7 | 63,0 | |
| <u>POLIINS.</u> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SATURAD. | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,16 | 0,09 | 0,05 | 0,04 | 0,25 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,1 | 97,6 | |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 35.- COMPOSICION EN ACIDOS GRASOS (%) DE LAS GALLETAS CON NATA Y/O MANTEQUILLA (GN).

| ACIDOS GRASOS | GN1 | GN2 | GN3 | GN4 | GN5 | GN6 | GN7 | GN8 | GN9 | GN10 | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-----------|
| C8 | Tr. | 1,8 | 2,1 | 2,1 | 1,1 | Tr. | 2,9 | 1,2 | 1,8 | 4,9 | | | |
| C10 | 0,2 | 3,8 | 2,4 | 3,2 | 1,3 | 0,8 | 3,7 | 2,9 | 2,3 | 5,0 | | | |
| C12 | 0,8 | 5,1 | 10,0 | 4,3 | 14,8 | 1,7 | 24,0 | 3,9 | 10,9 | 42,1 | | | |
| C14 | 1,2 | 13,5 | 9,2 | 11,9 | 8,1 | 3,7 | 8,2 | 12,6 | 7,8 | 12,5 | | | |
| C14:1 | Tr. | 2,0 | 0,9 | 2,3 | Tr. | 0,4 | Tr. | 1,7 | 0,2 | Tr. | | | |
| C15 | ND. | 0,9 | 0,6 | 0,9 | ND. | 0,3 | ND. | 0,7 | 0,3 | ND. | | | |
| C16 | 42,7 | 29,6 | 29,8 | 29,1 | 31,6 | 25,6 | 28,6 | 35,8 | 24,3 | 9,7 | | | |
| C16:1 | 0,2 | 2,3 | 0,5 | 2,5 | 1,0 | 0,4 | Tr. | 1,9 | 0,6 | Tr. | | | |
| C17 | Tr. | 0,5 | Tr. | 0,5 | 0,3 | Tr. | ND. | 0,3 | Tr. | ND. | | | |
| C18 | 5,0 | 9,6 | 8,6 | 11,2 | 10,6 | 6,6 | 5,5 | 10,1 | 12,9 | 8,0 | | | |
| C18:1t | ND. | 2,6 | 1,3 | 1,8 | 1,0 | 2,7 | ND. | 2,5 | 1,7 | ND. | | | |
| C18:1 | 39,3 | 25,3 | 26,9 | 26,5 | 23,6 | 40,4 | 21,0 | 22,5 | 30,4 | 14,8 | | | |
| C18:2t | ND. | Tr. | ND. | Tr. | ND. | ND. | ND. | Tr. | ND. | ND. | | | |
| C18:2 | 10,6 | 2,8 | 7,1 | 3,4 | 5,9 | 16,7 | 6,1 | 3,4 | 6,4 | 3,0 | | | |
| C20 | ND. | Tr. | 0,2 | Tr. | 0,3 | 0,3 | ND. | 0,2 | Tr. | ND. | | | |
| C18:3 | ND. | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | Tr. | 0,3 | 0,4 | ND. | <u>X</u> | <u>DE</u> | <u>CV</u> |
| Σ TRANS | ND. | 2,6 | 1,3 | 1,8 | 1,0 | 2,7 | ND. | 2,5 | 1,7 | ND. | 1,4 | 1,1 | 80,6 |
| Σ SATURADOS | 49,9 | 64,8 | 62,9 | 64,2 | 68,1 | 39,0 | 72,9 | 68,7 | 60,3 | 82,2 | 63,3 | 11,9 | 18,9 |
| Σ MONOINSAT. | 39,5 | 31,8 | 29,6 | 32,1 | 25,6 | 43,9 | 21,0 | 27,6 | 32,9 | 14,8 | 29,9 | 8,4 | 28,1 |
| Σ POLIINSAT. | 10,6 | 3,4 | 7,5 | 3,7 | 6,3 | 17,1 | 6,1 | 3,7 | 6,8 | 3,0 | 6,8 | 4,3 | 63,3 |
| <u>POLIINSAT.</u> | | | | | | | | | | | | | |
| SATURADOS | 0,21 | 0,05 | 0,12 | 0,05 | 0,09 | 0,43 | 0,08 | 0,05 | 0,11 | 0,03 | 0,12 | 0,1 | 99,9 |

Tr. = Trazas < 0,1 %

ND. = No se detecta. Límite de detección = 0,02 %

X = Valores medios. DE = Desviación estándar (n-1). CV (%) = Coeficiente de variación.

TABLA 36.- RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE LA FRACCION LIPIDICA DE LOS ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS.

| ALIMENTO | N | GRASA (g %) | AGS (%) | AGM (%) | AGP (%) | TOTAL TRANS (%) | COLESTEROL (mg/100 g) |
|---------------------|----|----------------|------------|------------|------------|--------------------|--------------------------|
| HAMBURGUESAS | 10 | 11,6(0,4) | 41,7(4,6) | 46,5(3,0) | 11,8(7,2) | 3,7(0,6) | 18,5(3,5) |
| H. CON QUESO | 10 | 12,9(0,7) | 46,3(2,3) | 44,3(1,8) | 9,4(3,4) | 3,9(0,3) | 25,4(2,2) |
| H. DOBLES CON QUESO | 10 | 16,9(1,6) | 48,0(2,8) | 43,8(2,4) | 8,2(3,2) | 4,3(0,4) | 33,2(2,8) |
| H. DE POLLO | 10 | 11,9(1,5) | 28,4(6,9) | 44,8(9,0) | 26,8(7,6) | 2,4(2,9) | 10,9(1,0) |
| H. DE PESCADO | 10 | 11,5(0,7) | 31,5(13,2) | 40,6(6,6) | 27,9(16,4) | 7,4(7,2) | 16,6(2,4) |
| PATATAS FRITAS | 12 | 20,4(3,2) | 43,4(7,8) | 51,9(7,1) | 4,7(2,4) | 20,9(12,9) | 3,1(3,4) |

N = N° de muestras
 AGS = Acidos Grasos Saturados
 AGM = Acidos Grasos Monoinsaturados
 AGP = Acidos Grasos Poliinsaturados
 (-) = Desviaciones estándar (n-1)

TABLA 37.- RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE LA FRACCION LIPIDICA DE LOS APERITIVOS.

| ALIMENTO | N | GRASA (g %) | AGS (%) | AGM (%) | AGP (%) | TOTAL TRANS (%) | COLESTEROL (mg/100 g) |
|---------------------------|----|----------------|------------|------------|------------|--------------------|--------------------------|
| PATATAS FRITAS | 25 | 35,2(4,3) | 24,1(15,7) | 30,1(9,1) | 45,8(23,0) | 0,9(3,9) | Trazas |
| APERITIVOS SABOR QUESO | 12 | 36,9(2,9) | 51,9(31,6) | 23,8(14,9) | 24,3(26,2) | 0,1(0,1) | 2,9(2,2) |

N = N° de muestras

AGS = Acidos Grasos Saturados

AGM = Acidos Grasos Monoinsaturados

AGP = Acidos Grasos Poliinsaturados

(-) = Desviaciones estándar (n-1)

Trazas < 1 mg/100 g

TABLA 38.- RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE LA FRACCION LIPIDICA DE LOS "PASTELITOS".

| ALIMENTO | N | GRASA (g%) | AGS (%) | AGM (%) | AGP (%) | TOTAL TRANS (%) | COLESTEROL (mg/100 g) |
|---|----|---------------|------------|------------|------------|--------------------|--------------------------|
| PASTELITOS TIPO "DONUTS" | 6 | 29,2(5,3) | 56,8(10,4) | 33,7(8,6) | 9,5(2,4) | 2,9(2,7) | 10,9(7,5) |
| PASTELITOS RELLENOS | 8 | 18,7(4,4) | 44,3(24,9) | 30,0(10,6) | 25,7(20,1) | 2,7(2,4) | 22,0(16,0) |
| PASTELITOS RELLENOS CON COBERTURA | 20 | 18,3(4,1) | 63,9(18,8) | 20,5(6,7) | 15,6(14,0) | 3,5(2,9) | 22,2(15,6) |

N = N° de muestras
 AGS = Acidos Grasos Saturados
 AGM = Acidos Grasos Monoinsaturados
 AGP = Acidos Grasos Poliinsaturados
 (-) = Desviaciones estándar (n-1)

TABLA 39.- RESUMEN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE LA FRACCION LIPIDICA DE LAS GALLETAS.

| ALIMENTO | N | GRASA (g %) | AGS (%) | AGM (%) | AGP (%) | TOTAL TRANS (%) | COLESTEROL (mg/100 g) |
|-------------------------------|----|----------------|------------|------------|------------|--------------------|--------------------------|
| GALLETAS "MARIA" | 10 | 11,8(4,6) | 51,9(10,6) | 39,4(8,5) | 8,7(2,5) | 1,2(1,2) | 5,5(2,6) |
| GALLETAS TOSTADAS | 10 | 10,1(1,6) | 50,6(12,6) | 40,5(10,5) | 8,9(2,8) | 1,1(1,1) | 5,3(2,7) |
| GALLETAS CON CHOCOLATE | 12 | 22,8(3,3) | 70,4(14,7) | 25,3(12,4) | 4,3(2,7) | 0,5(0,5) | 14,8(11,9) |
| GALLETAS NATA/ MANTEQUILLA | 10 | 21,7(2,6) | 63,3(11,9) | 29,9(8,4) | 6,8(4,3) | 1,4(1,1) | 19,1(8,1) |

N = N° de muestras
 AGS = Acidos Grasos Saturados
 AGM = Acidos Grasos Monoinsaturados
 AGP = Acidos Grasos Poliinsaturados
 (-) = Desviaciones estándar (n-1)

4.2.- GRAFICOS

La relación y contenido de los Gráficos es la siguiente:

- Gráfico 1. Valor energético de los alimentos de hamburgueserías.
- Gráfico 2. Distribución porcentual del aporte calórico en los alimentos de hamburgueserías.
- Gráfico 3. Distribución porcentual de los ácidos grasos en los alimentos de hamburgueserías.
- Gráfico 4. Contenido de isómeros trans en la fracción de ácidos grasos de los alimentos de hamburgueserías.
- Gráfico 5. Contenido de colesterol en los alimentos de hamburgueserías.
- Gráfico 6. Valor energético de los aperitivos.
- Gráfico 7. Distribución porcentual del aporte calórico en los aperitivos.
- Gráfico 8. Distribución porcentual de los ácidos grasos en los aperitivos.
- Gráfico 9. Contenido de isómeros trans en la fracción de ácidos grasos de los aperitivos.
- Gráfico 10. Contenido de colesterol en los aperitivos.
- Gráfico 11. Valor energético de los "pastelitos".
- Gráfico 12. Distribución porcentual del aporte calórico en los "pastelitos".
- Gráfico 13. Distribución porcentual de los ácidos grasos en los "pastelitos".
- Gráfico 14. Contenido de isómeros trans en la fracción de ácidos grasos de los "pastelitos".
- Gráfico 15. Contenido de colesterol en los "pastelitos".
- Gráfico 16. Valor energético de las galletas.
- Gráfico 17. Distribución porcentual del aporte calórico en las galletas.
- Gráfico 18. Distribución porcentual de los ácidos grasos en las galletas.
- Gráfico 19. Contenido de isómeros trans en la fracción de ácidos grasos de las galletas.
- Gráfico 20. Contenido de colesterol en las galletas.
- Gráfico 21. Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas.
- Gráfico 22. Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas con queso.

Gráfico 23. Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas dobles con queso.

Gráfico 24. Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas de pollo.

Gráfico 25. Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas de pescado.

Gráfico 26. Representación de las correlaciones obtenidas en las patatas fritas de hamburgueserías.

Gráfico 27. Representación de las correlaciones obtenidas en las patatas fritas (aperitivos).

Gráfico 28. Representación de las correlaciones obtenidas en los aperitivos sabor a queso.

Gráfico 29. Representación de las correlaciones obtenidas en los "pastelitos" tipo "Donuts".

Gráfico 30. Representación de las correlaciones obtenidas en los "pastelitos" rellenos.

Gráfico 31. Representación de las correlaciones obtenidas en los "pastelitos" rellenos con cobertura.

Gráfico 32. Representación de las correlaciones obtenidas en las galletas "María".

Gráfico 33. Representación de las correlaciones obtenidas en las galletas tostadas.

Gráfico 34. Representación de las correlaciones obtenidas en las galletas con chocolate.

Gráfico 35. Representación de las correlaciones obtenidas en las galletas con nata y/o mantequilla.

Pasemos ahora a la discusión de estos resultados realizandola por grupos de alimentos para lograr una visión más homogénea de los mismos.

GRAFICO 1.- VALOR ENERGETICO DE LOS ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS

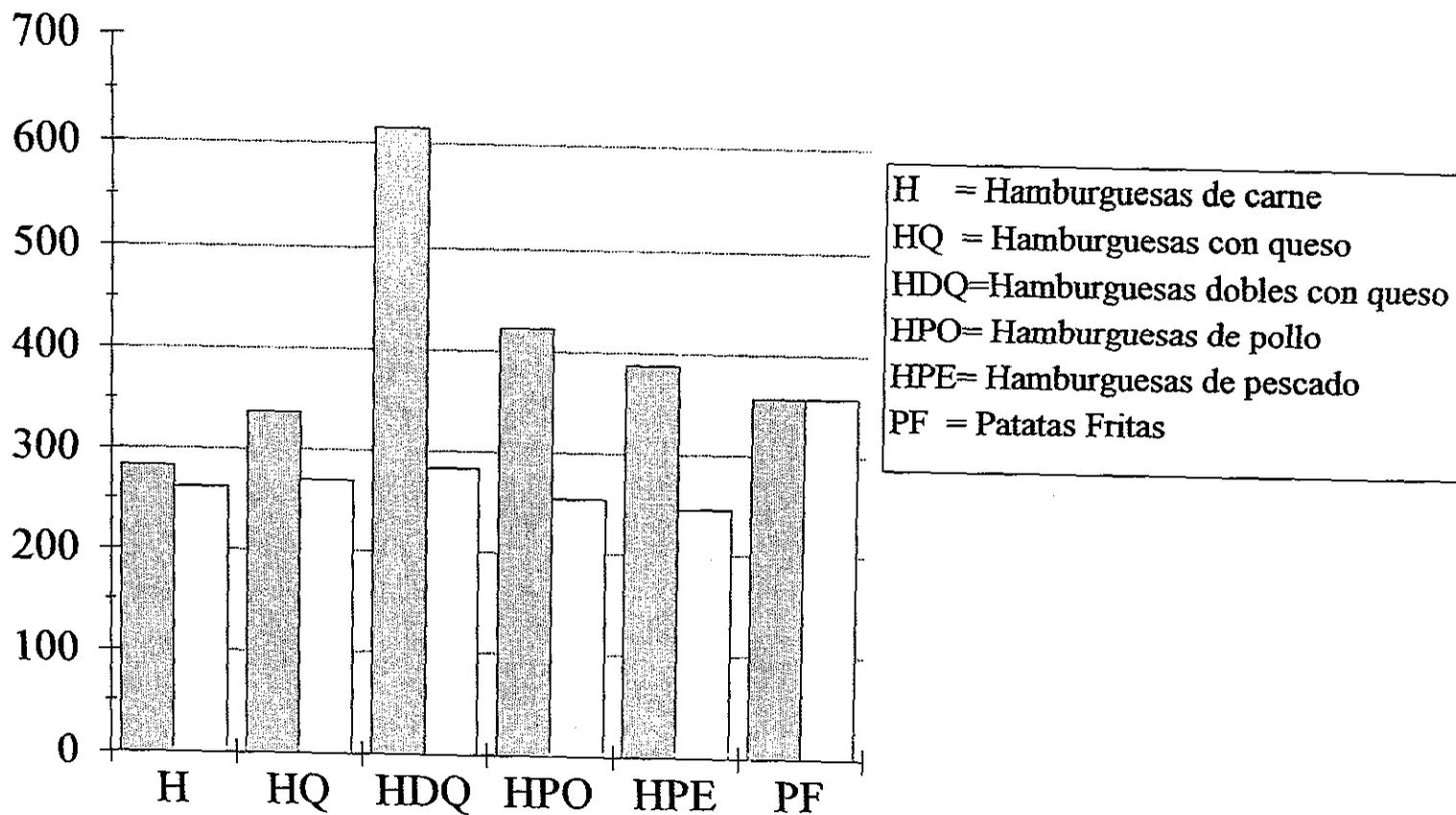
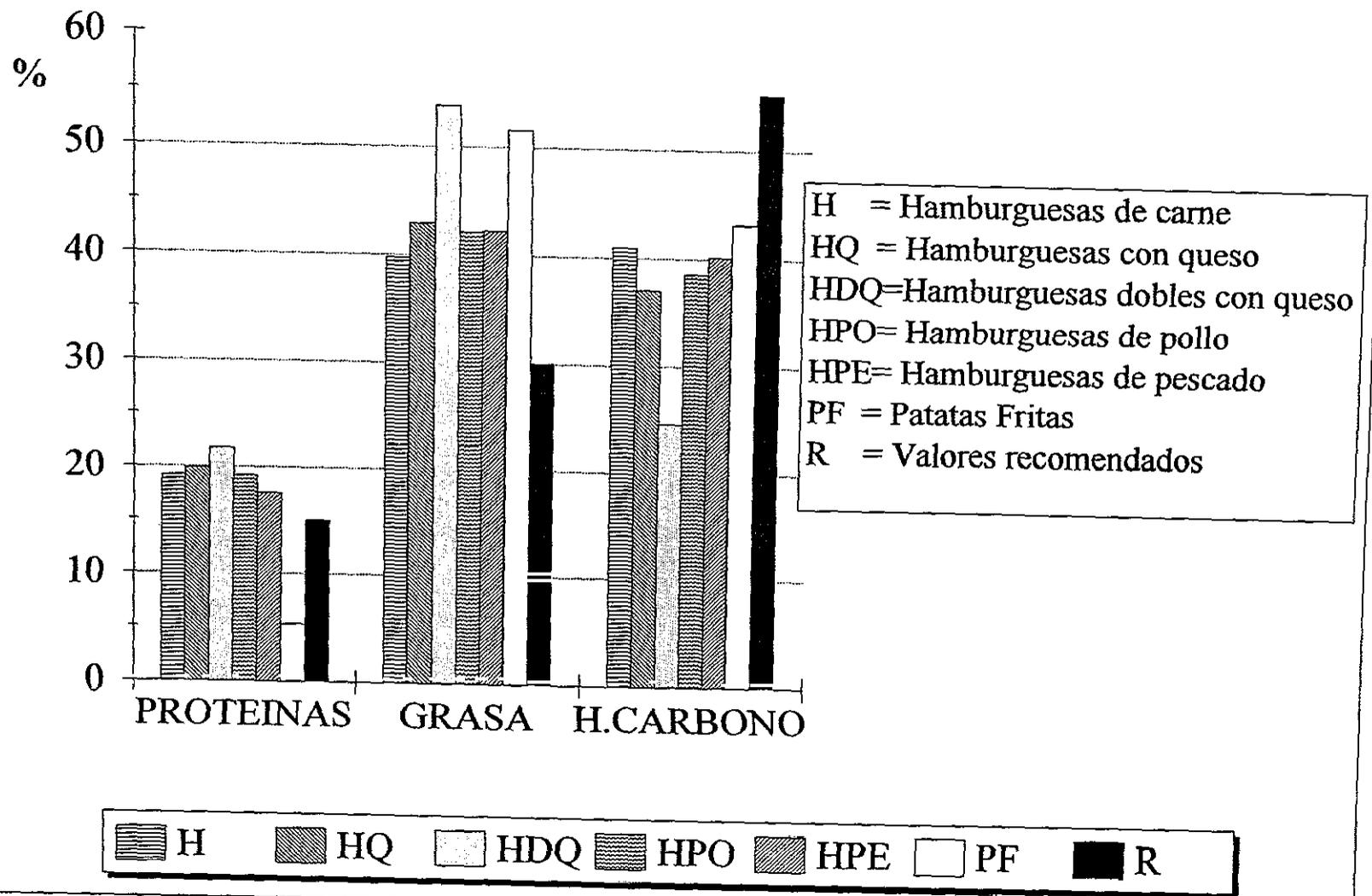
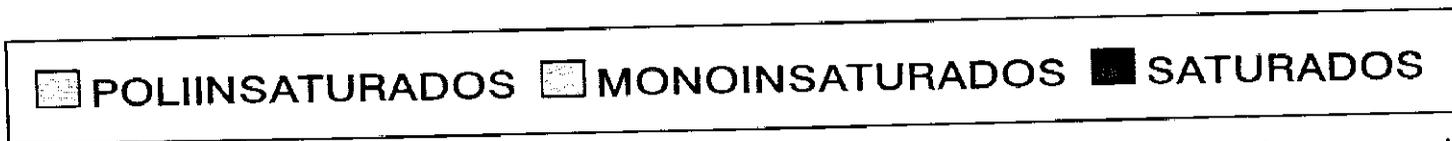
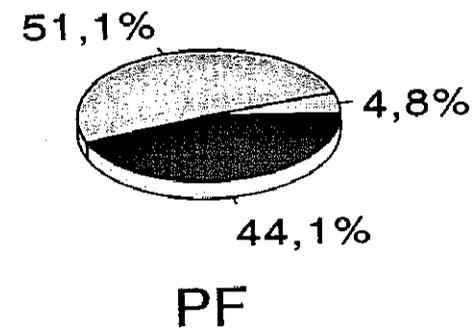
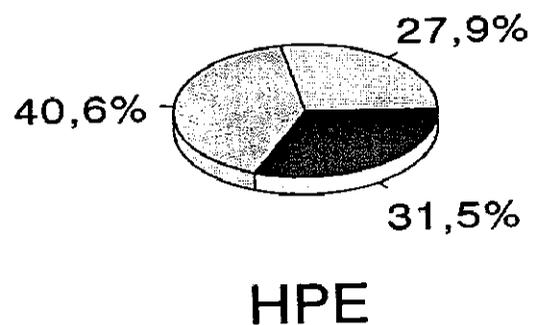
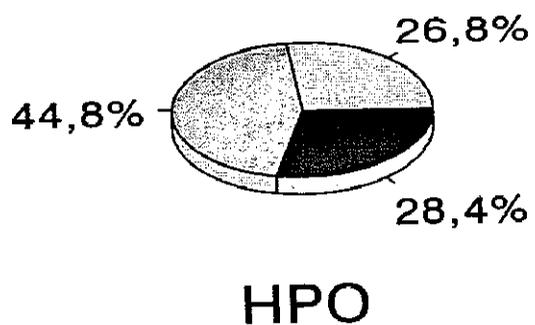
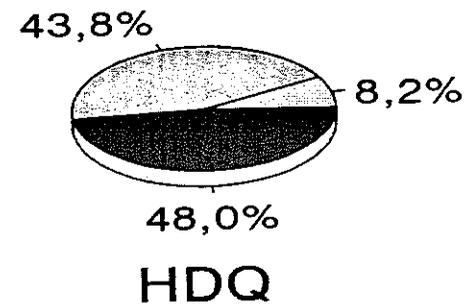
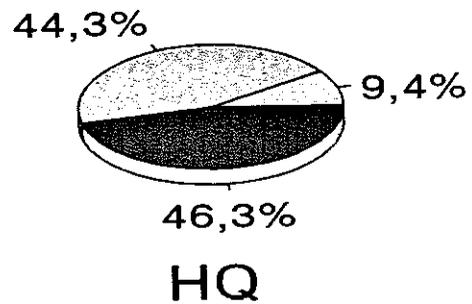
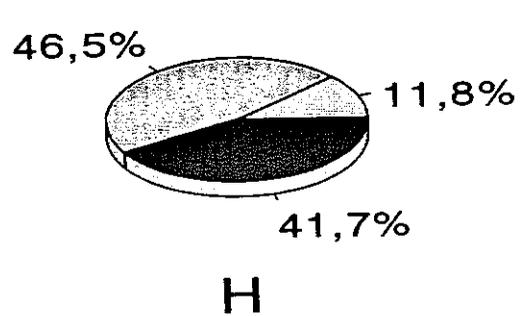


GRAFICO 2.- DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL APORTE CALORICO EN LOS ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS





H:Hamburguesas HQ:Hamburguesas con queso HDQ:Hamburguesas dobles con queso HPO:Hamburguesas de pollo
 HPE:Hamburguesas de pescado PF:Patatas fritas

GRAFICO 4.- PORCENTAJES DE ISOMEROS TRANS EN LA FRACCION DE ACIDOS GRASOS DE LOS ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS.

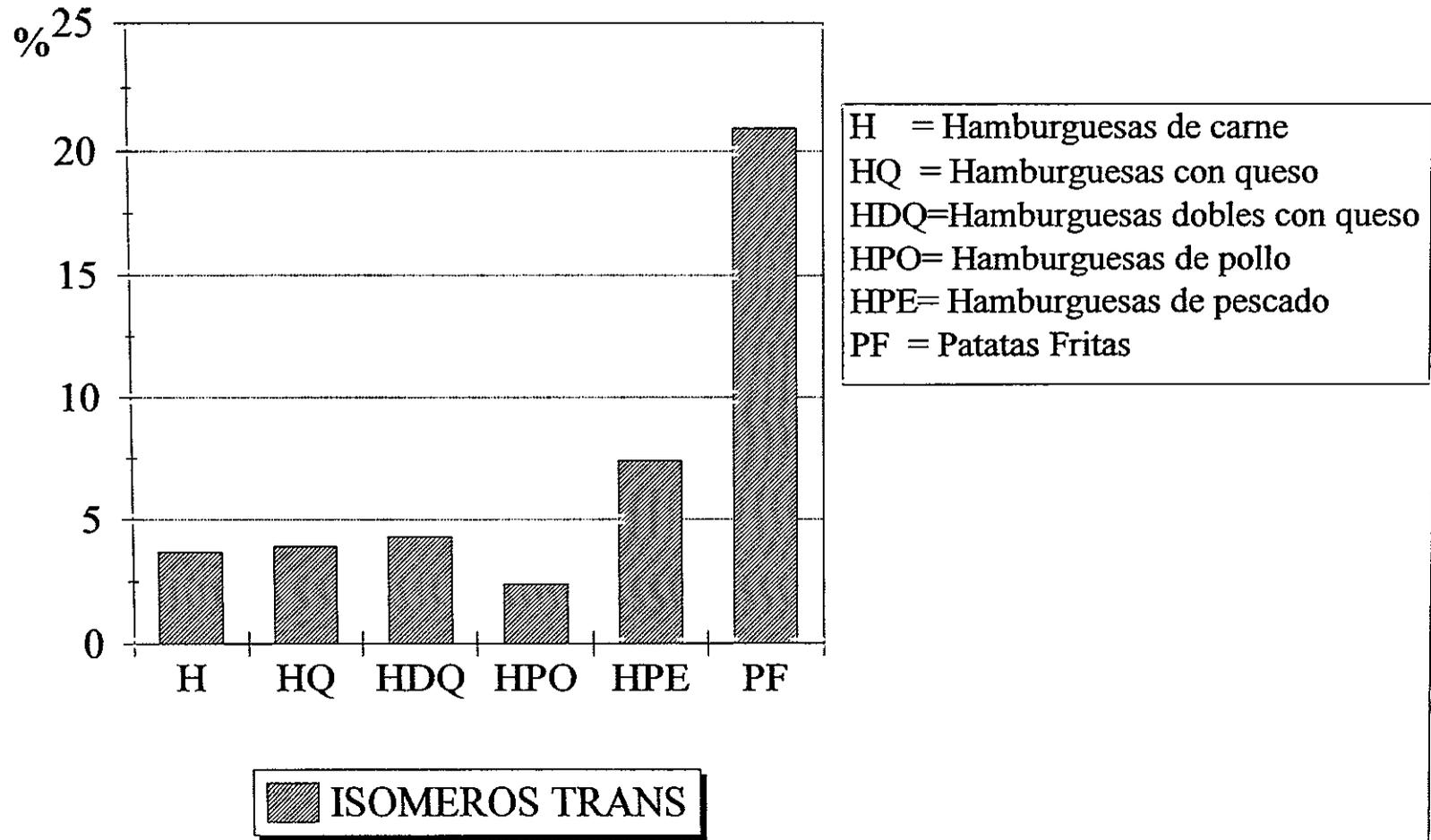


GRAFICO 5.- CONTENIDO DE COLESTEROL EN LOS ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS

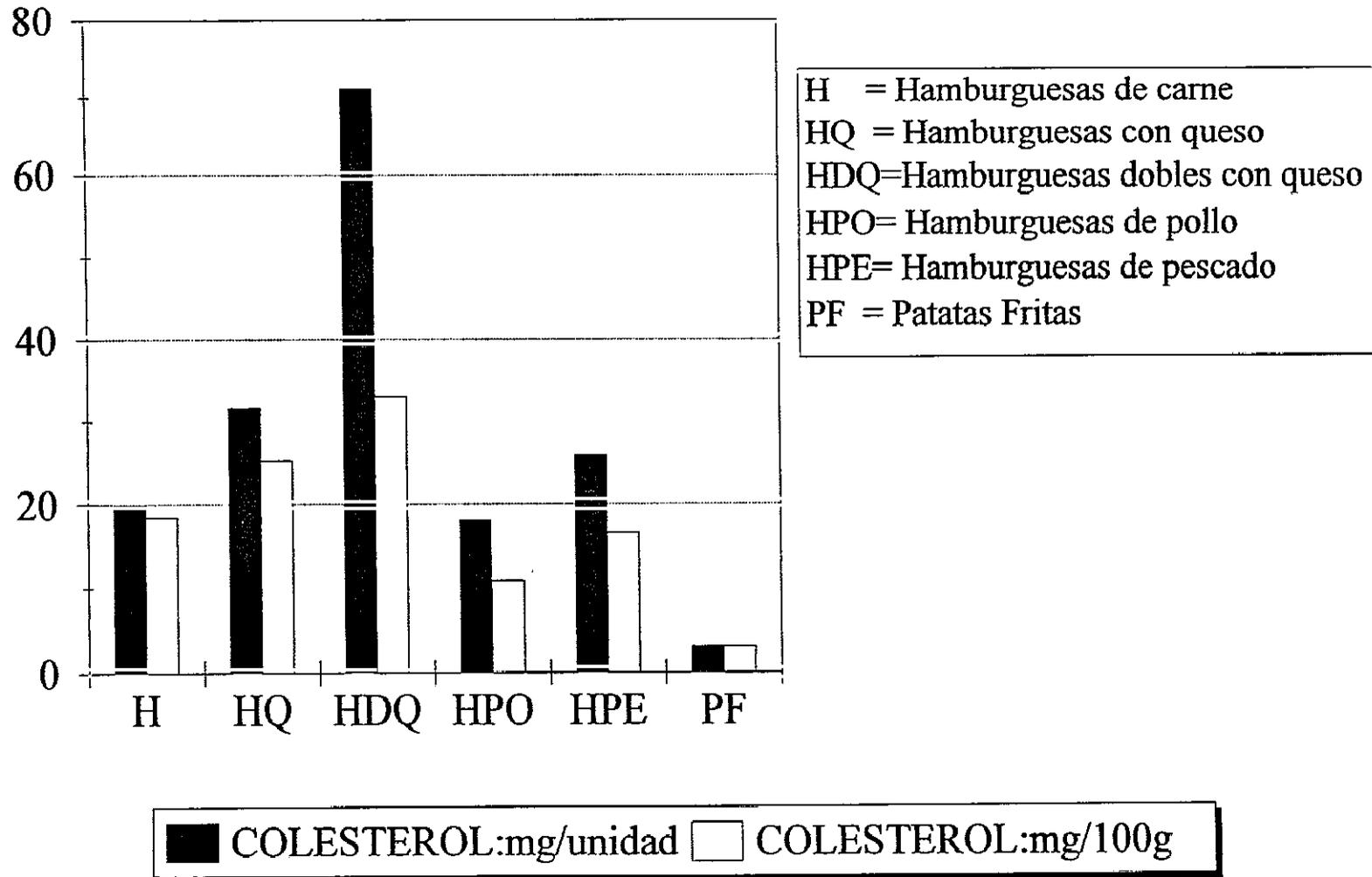


GRAFICO 6.- VALOR ENERGETICO DE LOS APERITIVOS (kcal/100g)

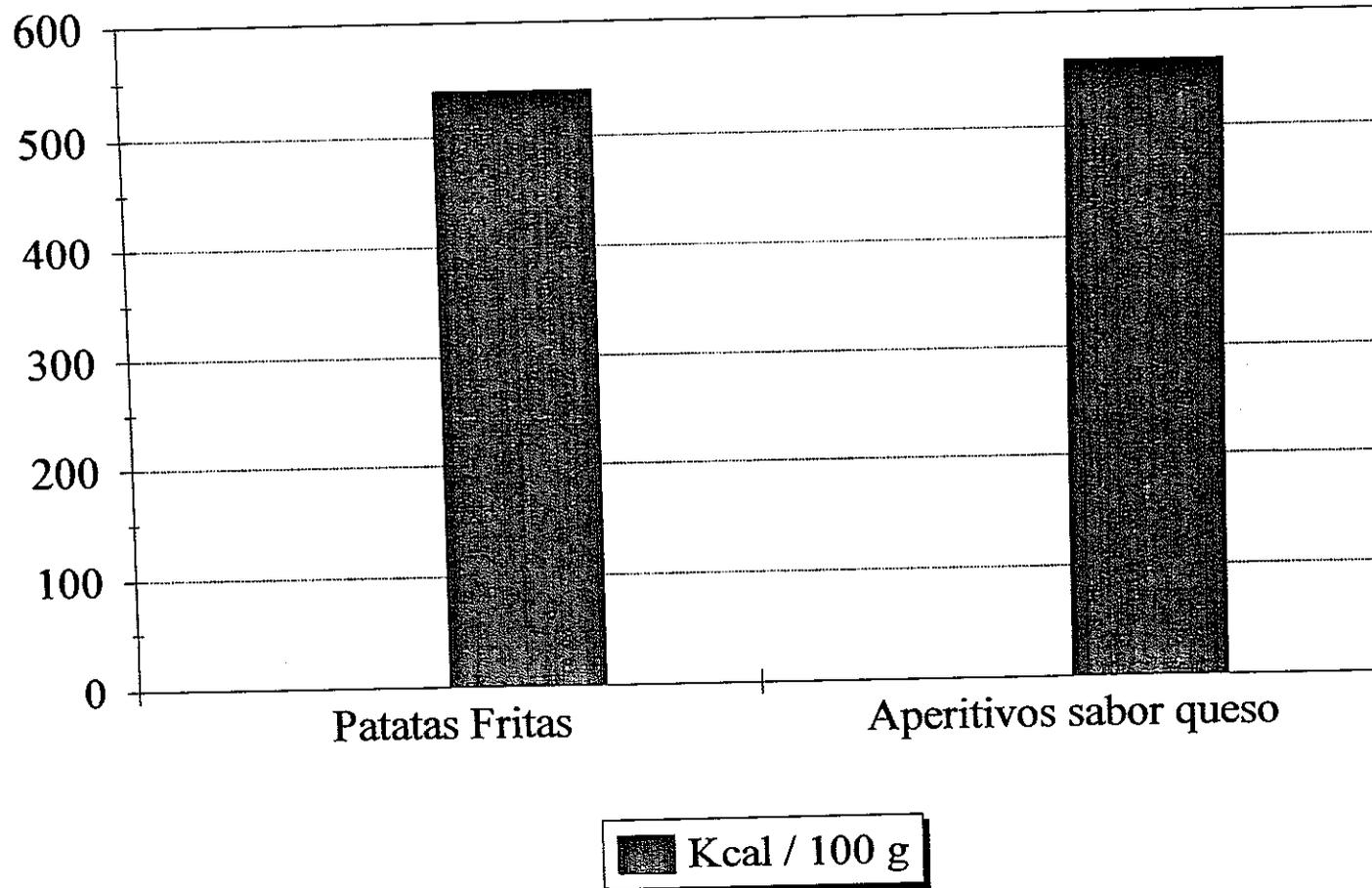
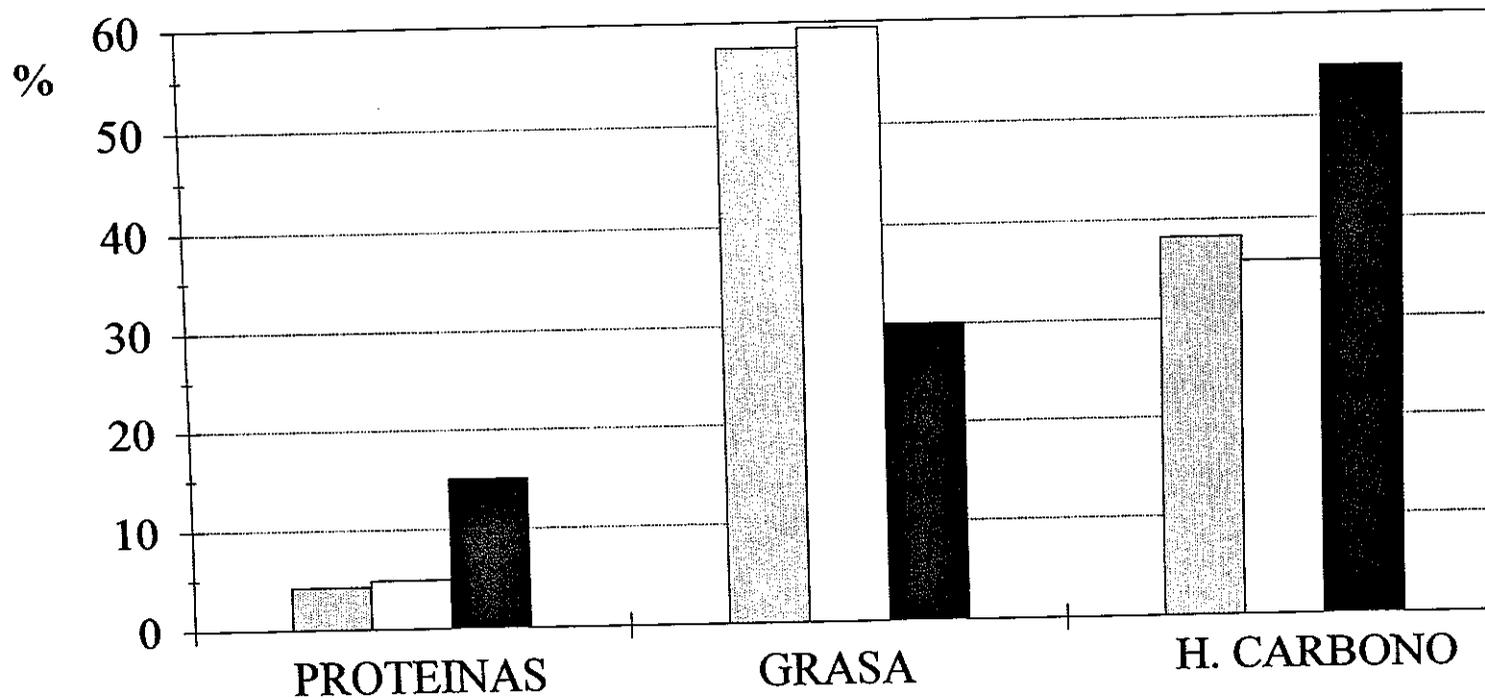


GRAFICO 7.- DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL APORTE CALORICO EN LOS APERITIVOS



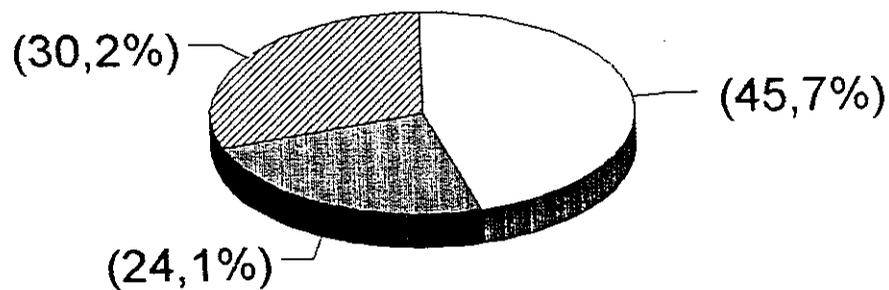
Patatas Fritas

Aperitivos sabor a queso

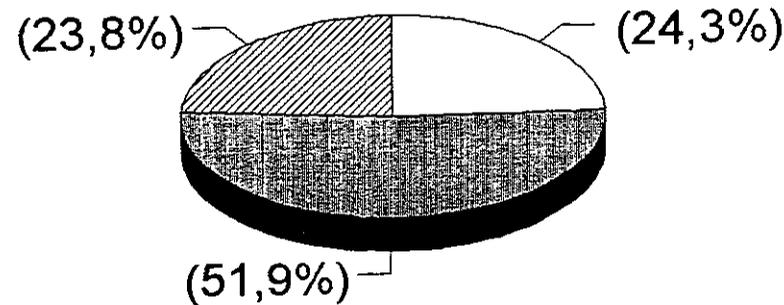
Valores Recomendados

GRAFICO 8.- DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS ACIDOS GRASOS EN LOS APERITIVOS

PATATAS FRITAS



APERITIVOS SABOR A QUESO



RECOMENDADO

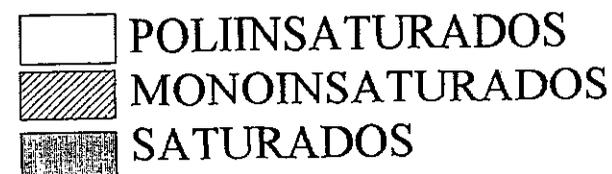
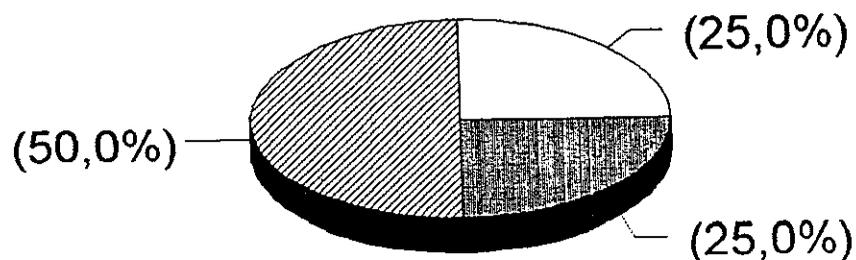
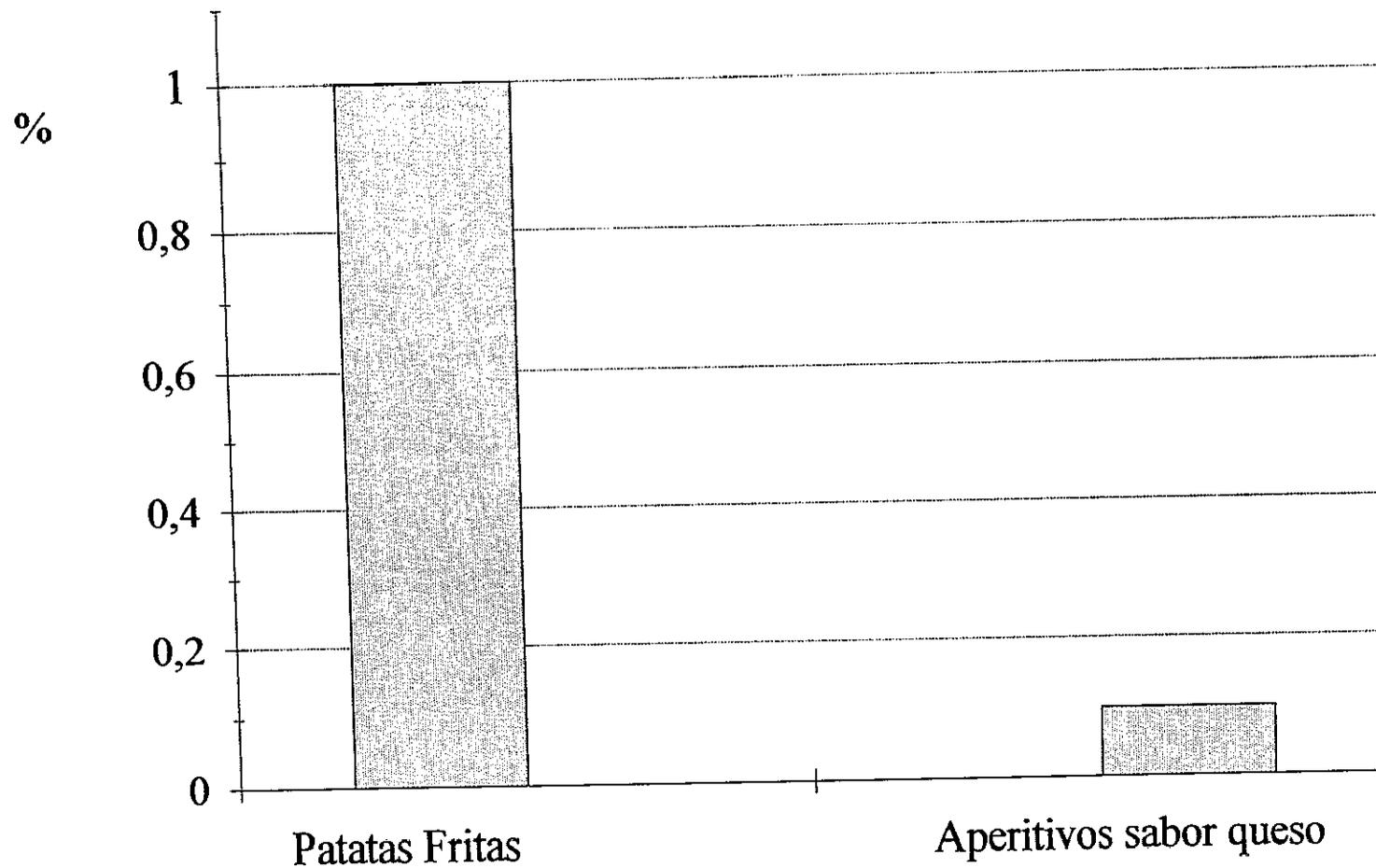


GRAFICO 9.- PORCENTAJES DE ISOMEROS "TRANS" EN LA FRACCION DE ACIDOS GRASOS DE LOS APERITIVOS



**GRAFICO 10.- CONTENIDO DE COLESTEROL EN LOS
APERITIVOS**

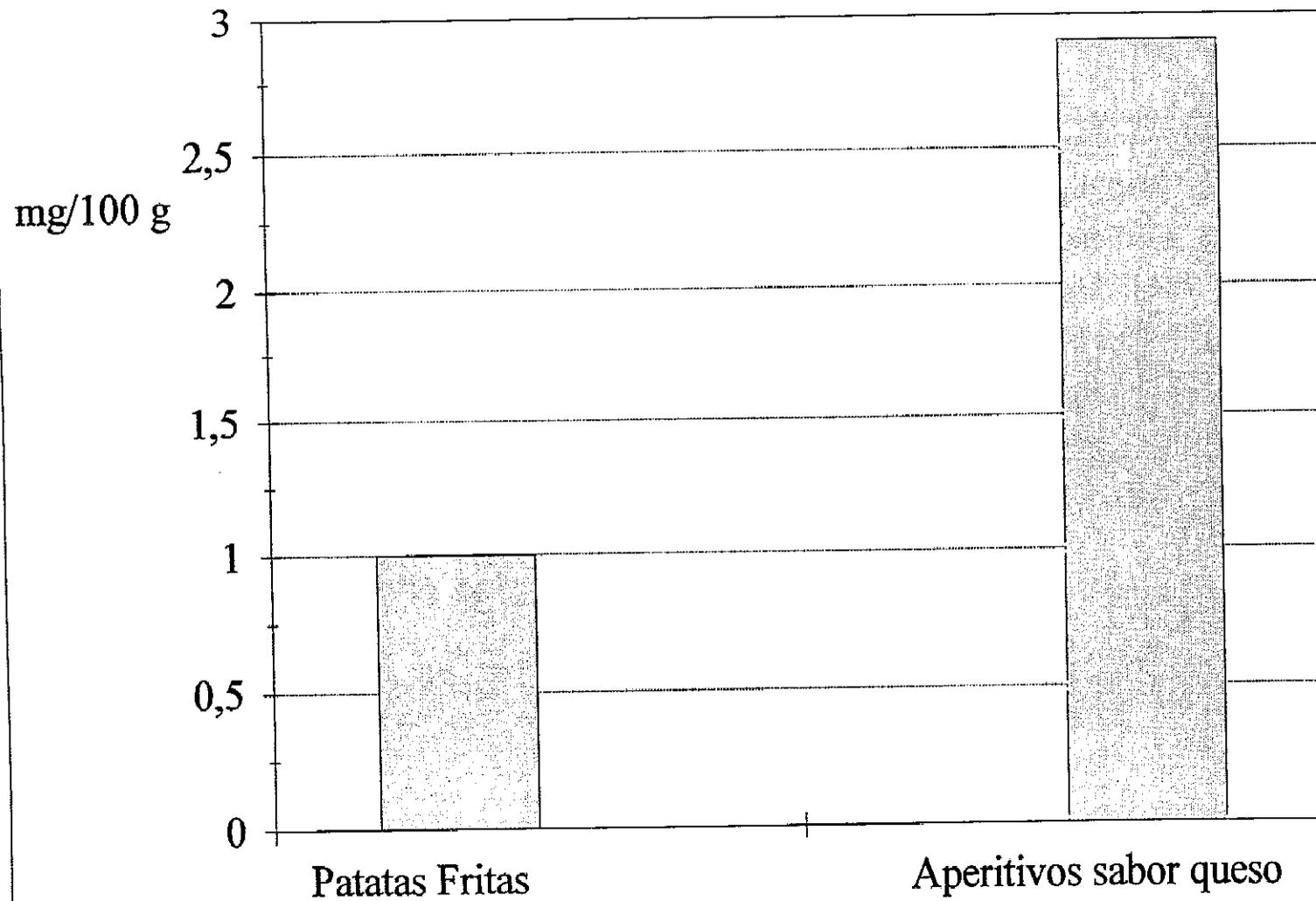


GRAFICO 11.- VALOR ENERGETICO DE LOS "PASTELITOS"

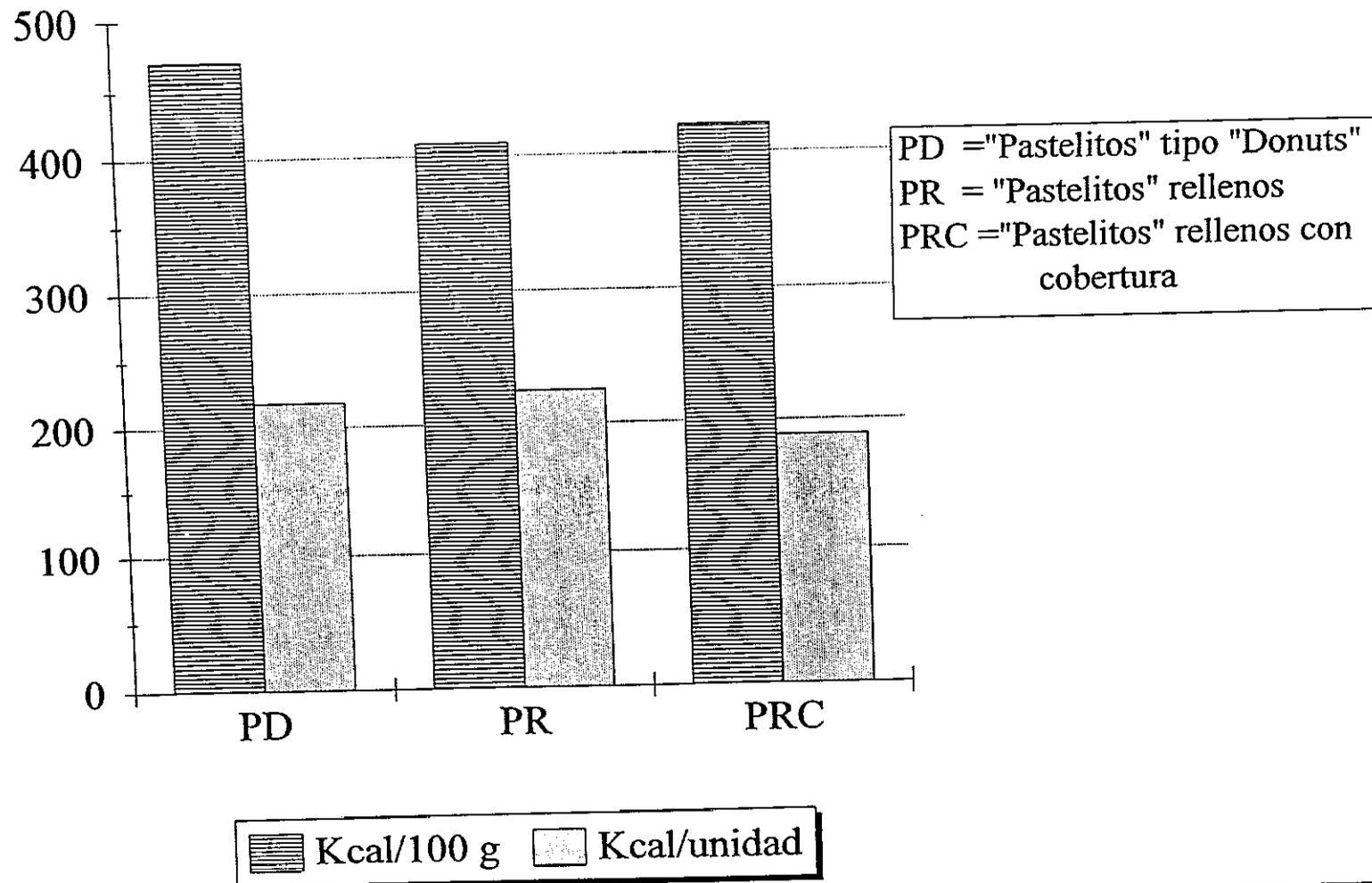
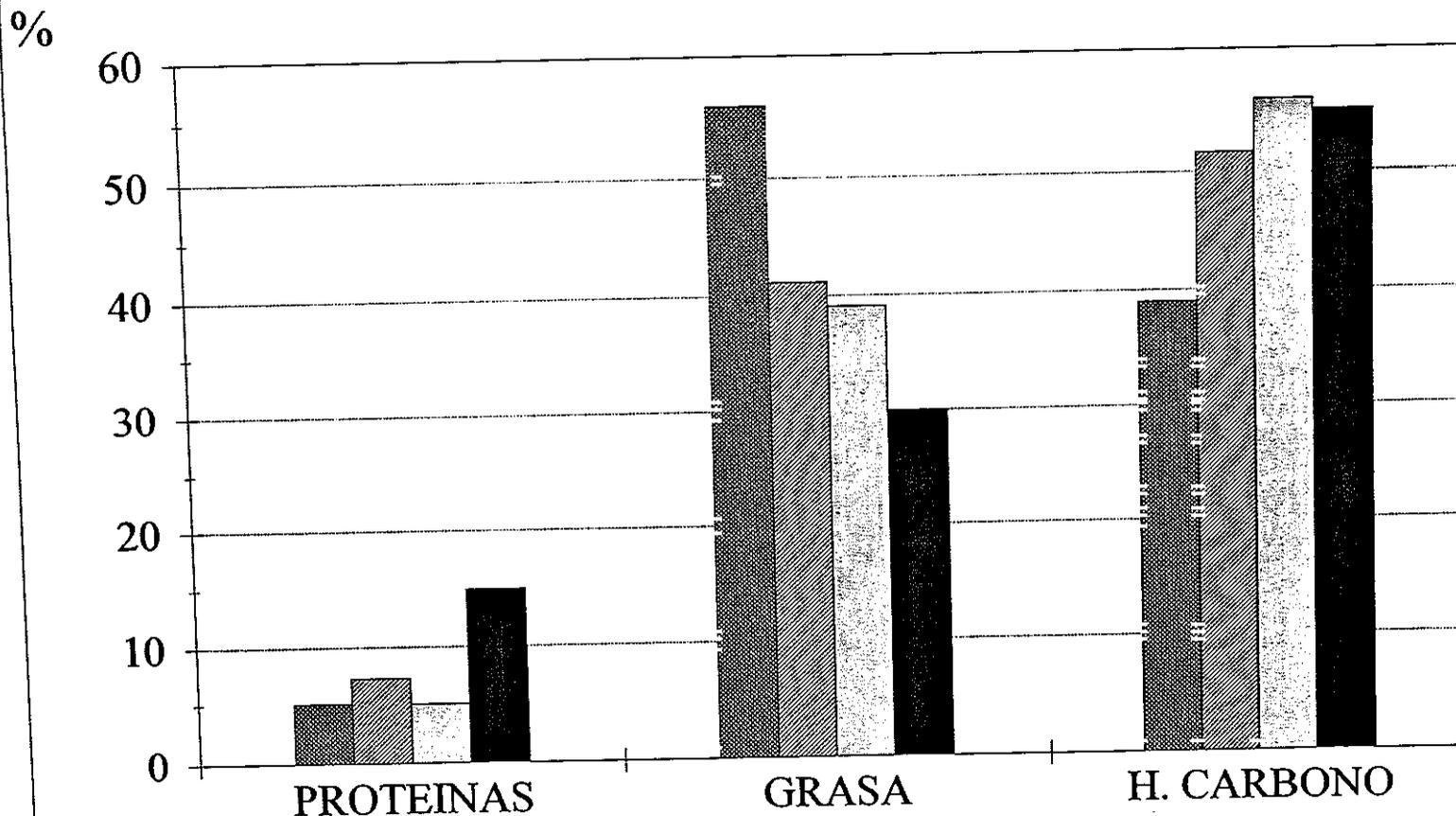


GRAFICO 12.- DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL APORTE CALORICO EN LOS "PASTELITOS"

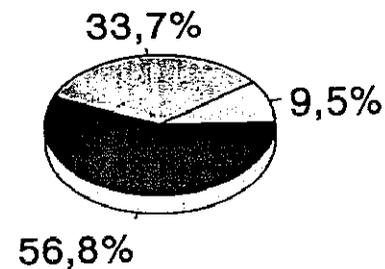


PD = P. tipo "Donuts"
 PR = P. reellenos

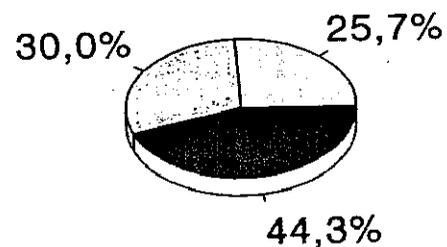
PRC = P. reellenos cobertura
 R = Valores Recomendados

GRAFICO 13

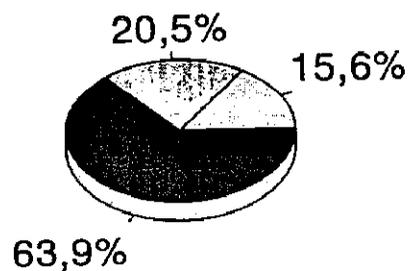
DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS ACIDOS GRASOS EN LOS "PASTELITOS"



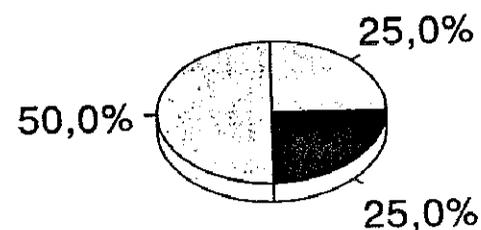
PD



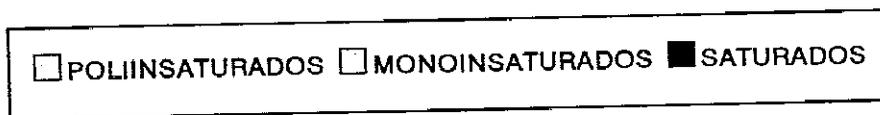
PR



PRC

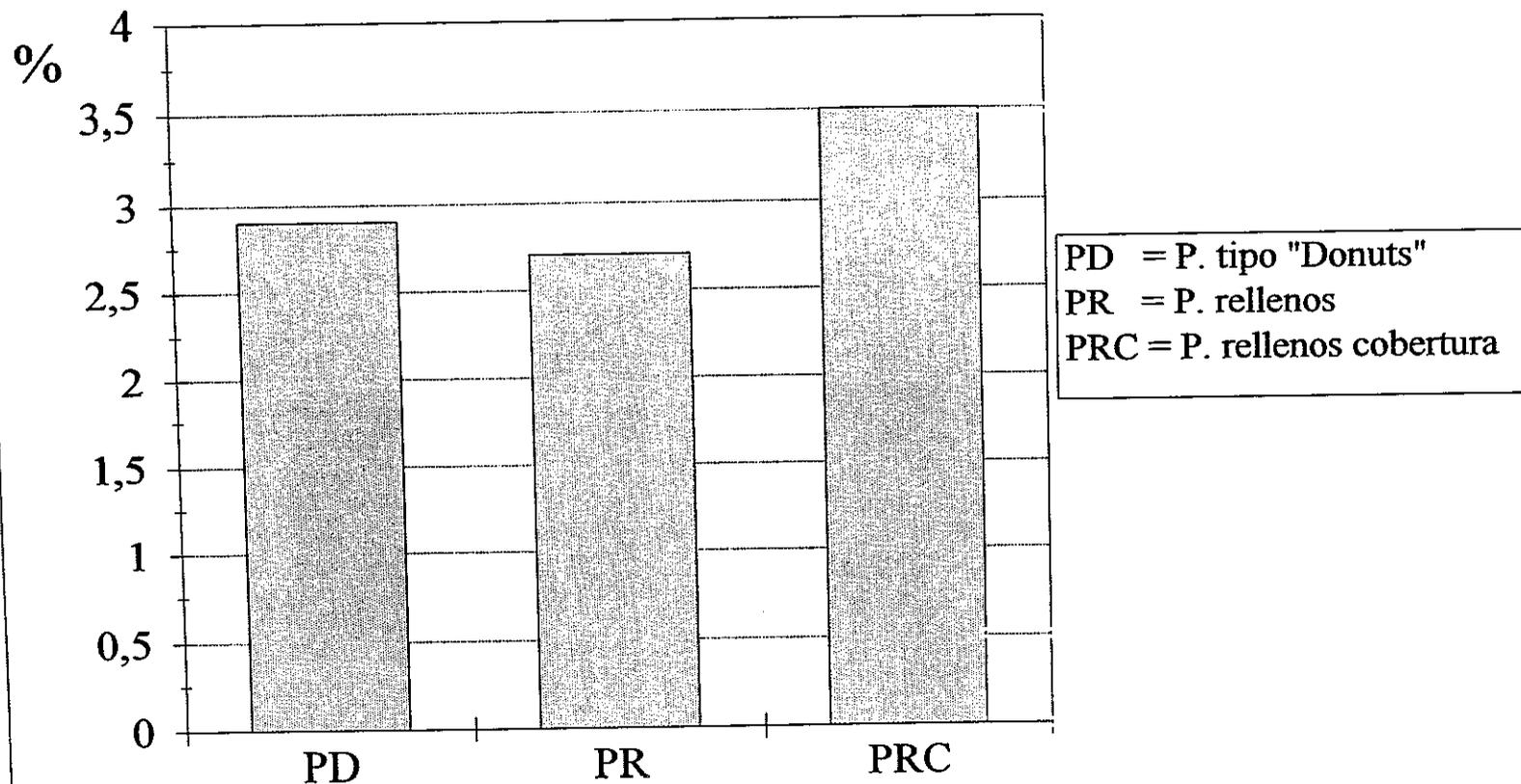


R



PD: Past. tipo "Donuts" PR: Past. rellenos PRC: Past. rellenos con cobertura R: Valores recomendados

**GRAFICO 14.- PORCENTAJES DE ISOMEROS TRANS EN LA
FRACCION DE ACIDOS GRASOS DE LOS
"PASTELITOS"**



**GRAFICO 15.- CONTENIDO DE COLESTEROL EN LOS
"PASTELITOS"**

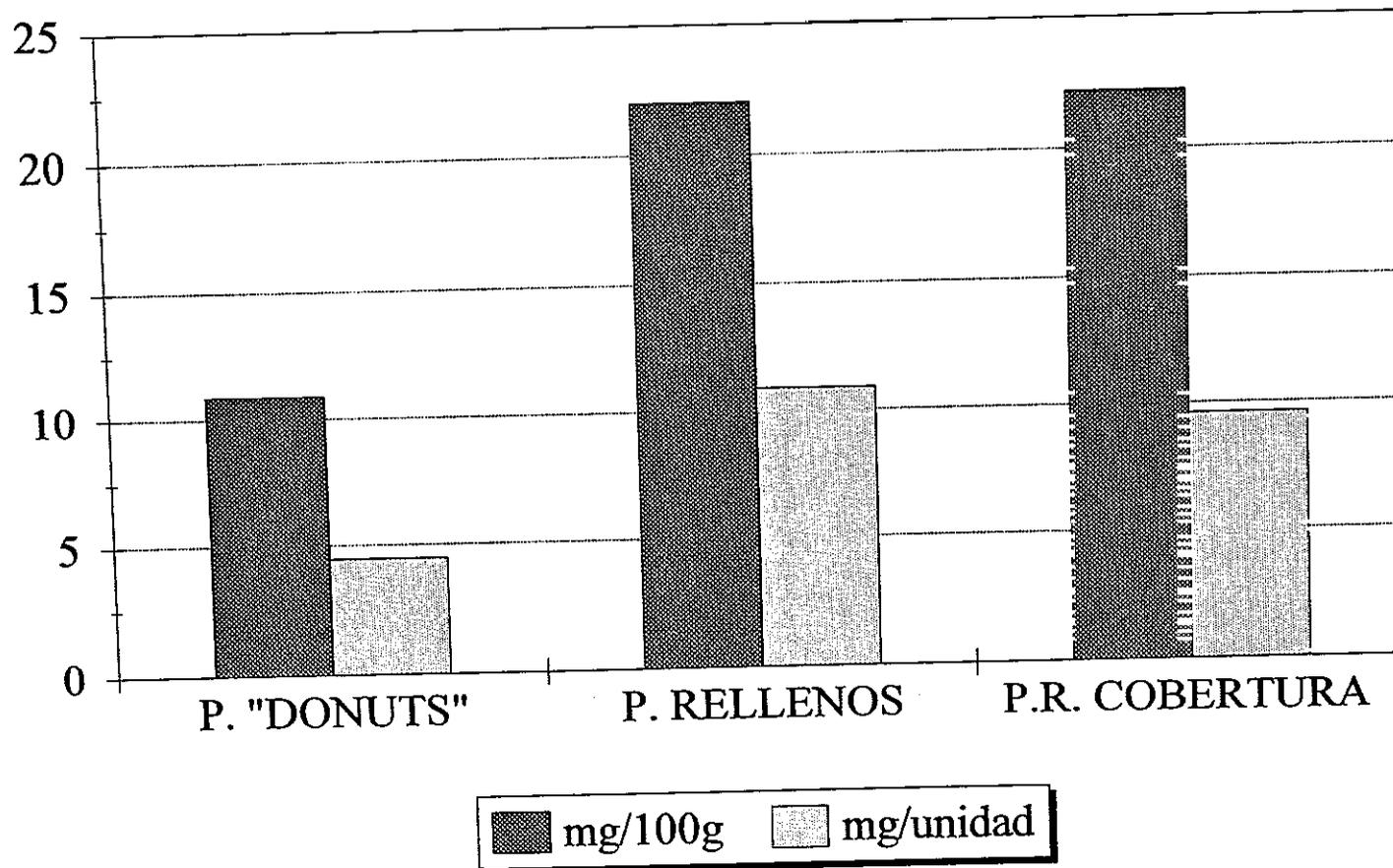
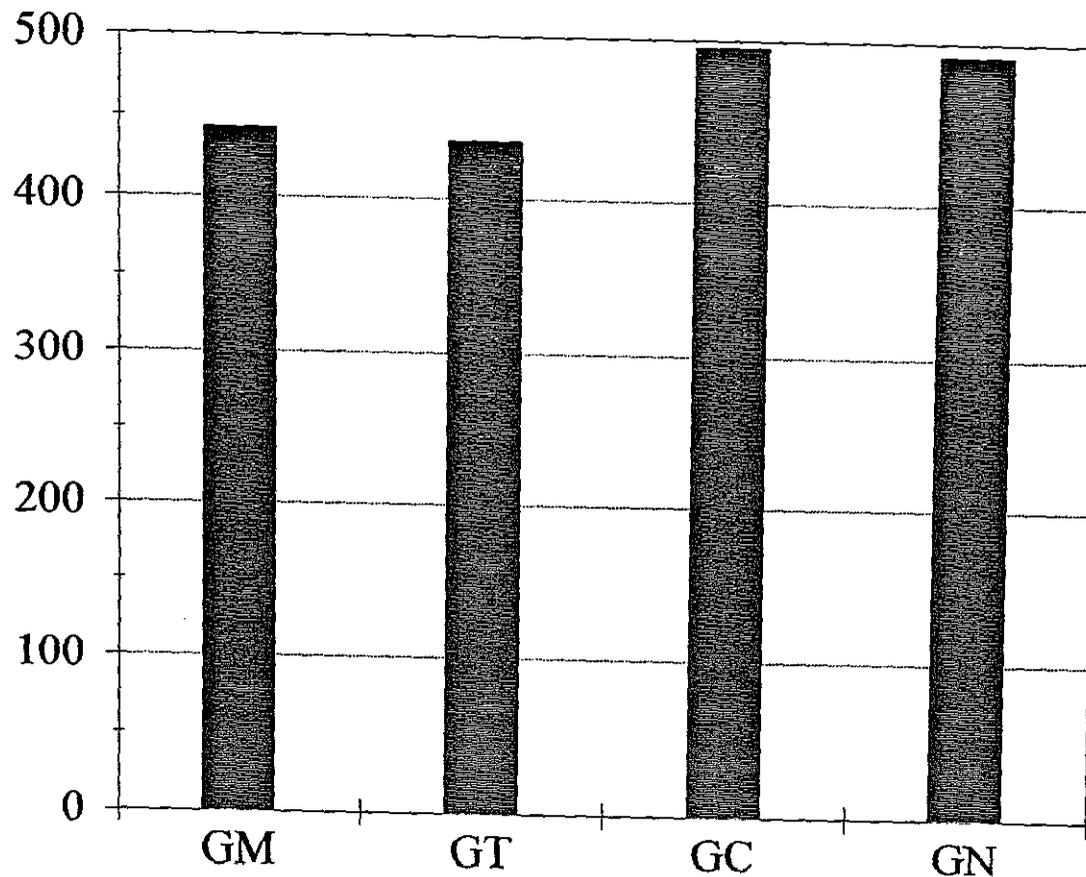


GRAFICO 16.- VALOR ENERGETICO DE LAS GALLETAS

Kcal/100g



GM = Galletas "María"
GT = Galletas tostadas
GC = Galletas chocolate
GN = Galletas nata

GRAFICO 17.- DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL APORTE CALORICO EN LAS GALLETAS

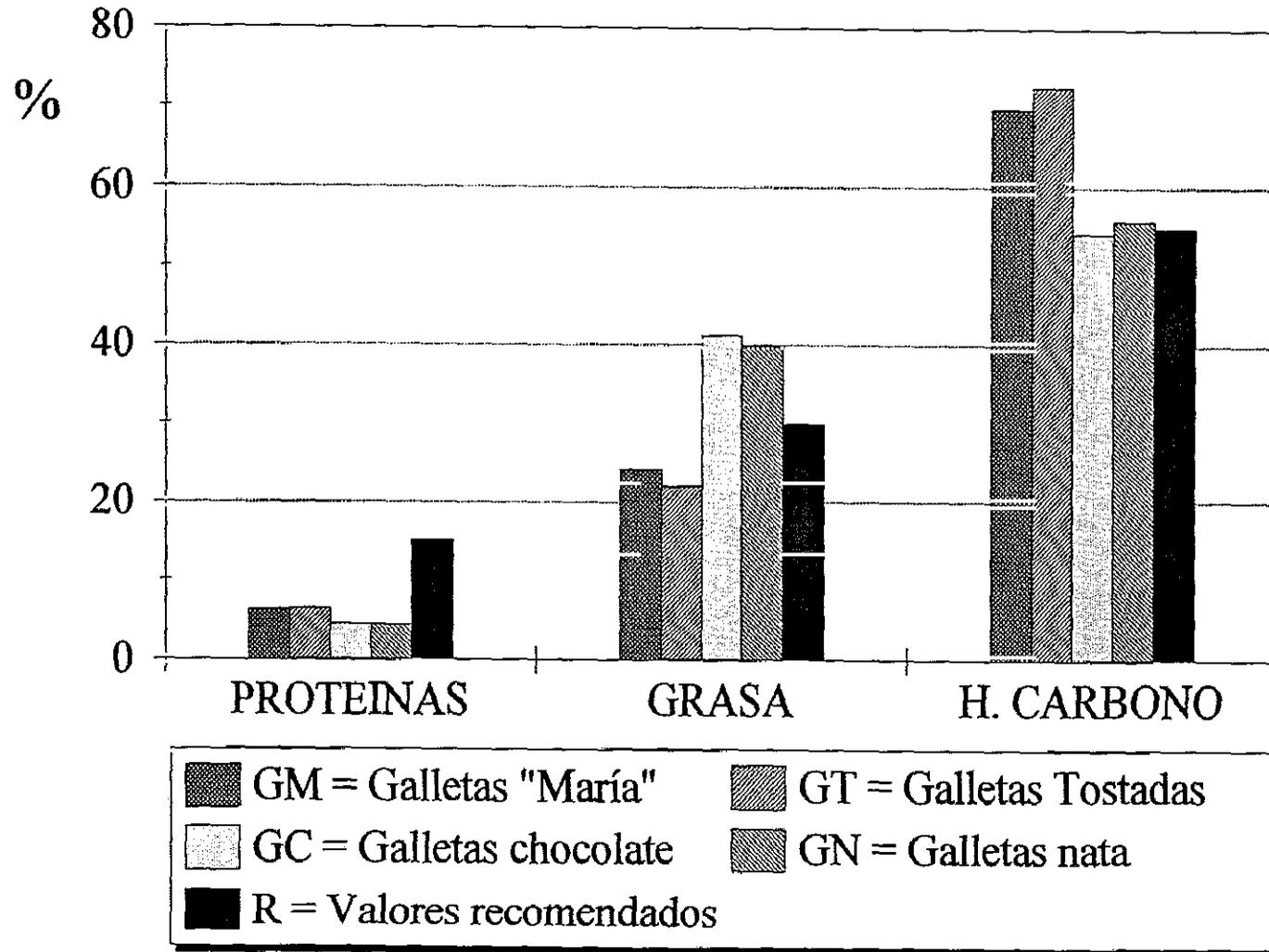
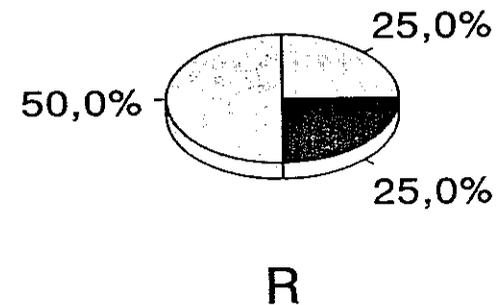
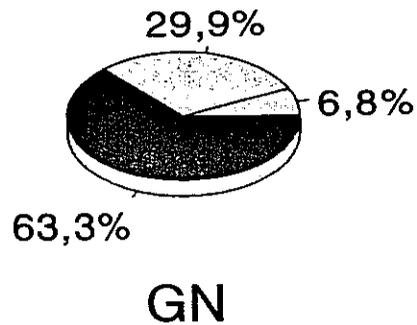
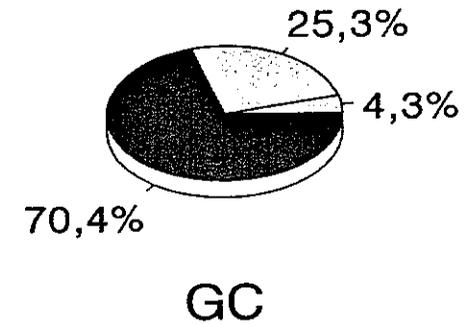
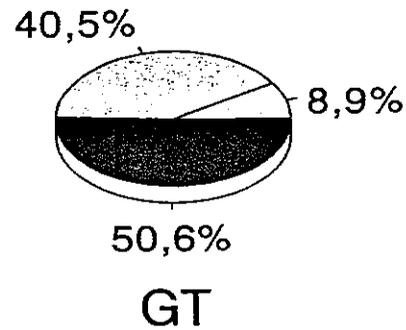
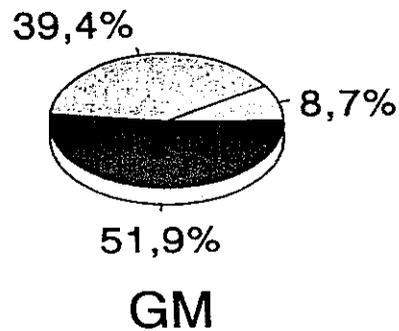


GRAFICO 18

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS ACIDOS GRASOS EN LAS GALLETAS



GM:Gallet.María GT:Gallet.tostadas GC:Gallet.con chocolate GN:Gallet.con nata R:Valores recomendados

**GRAFICO 19.- PORCENTAJES DE ISOMEROS TRANS EN LA
FRACCION DE ACIDOS GRASOS DE LAS
GALLETAS**

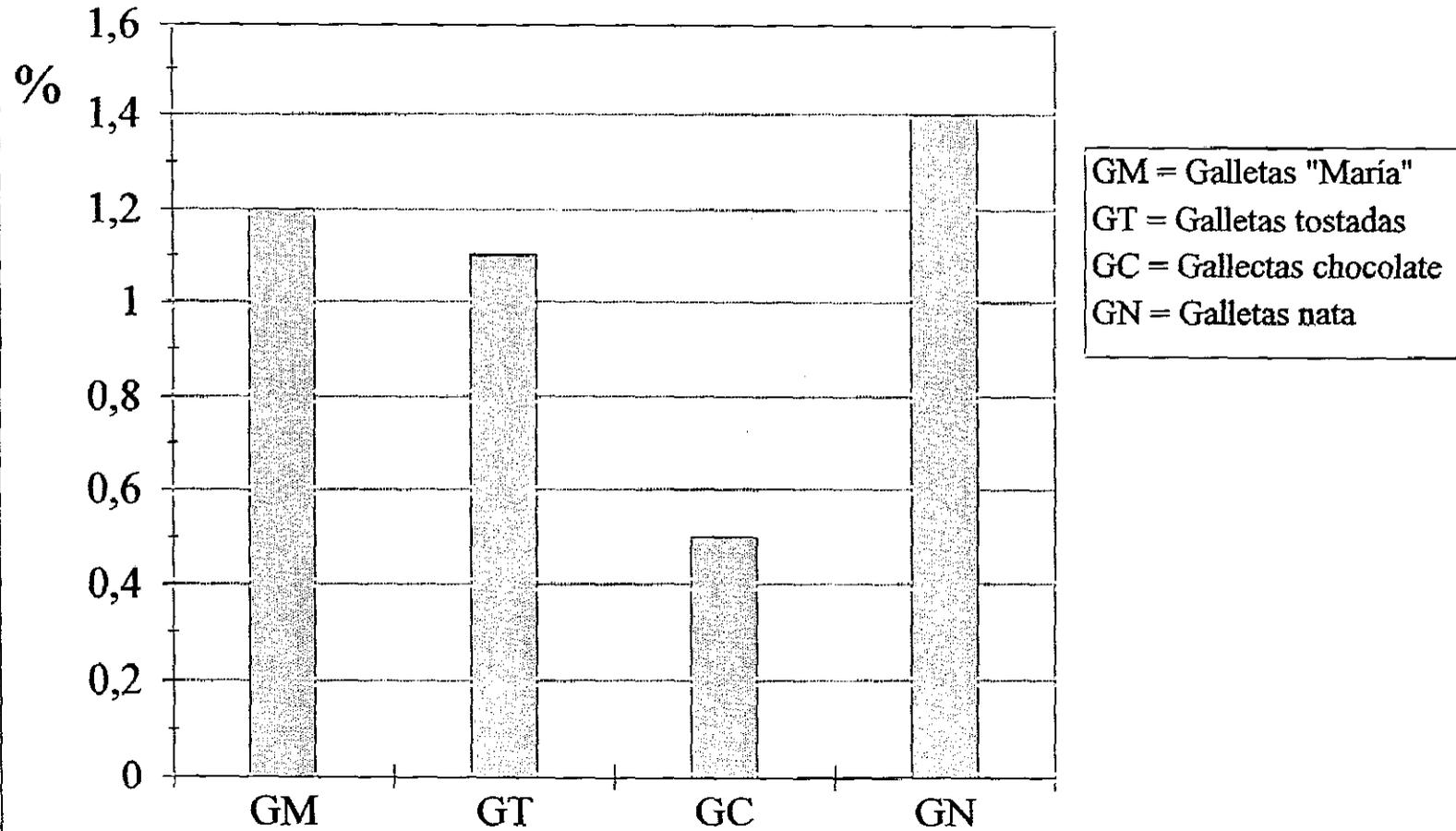
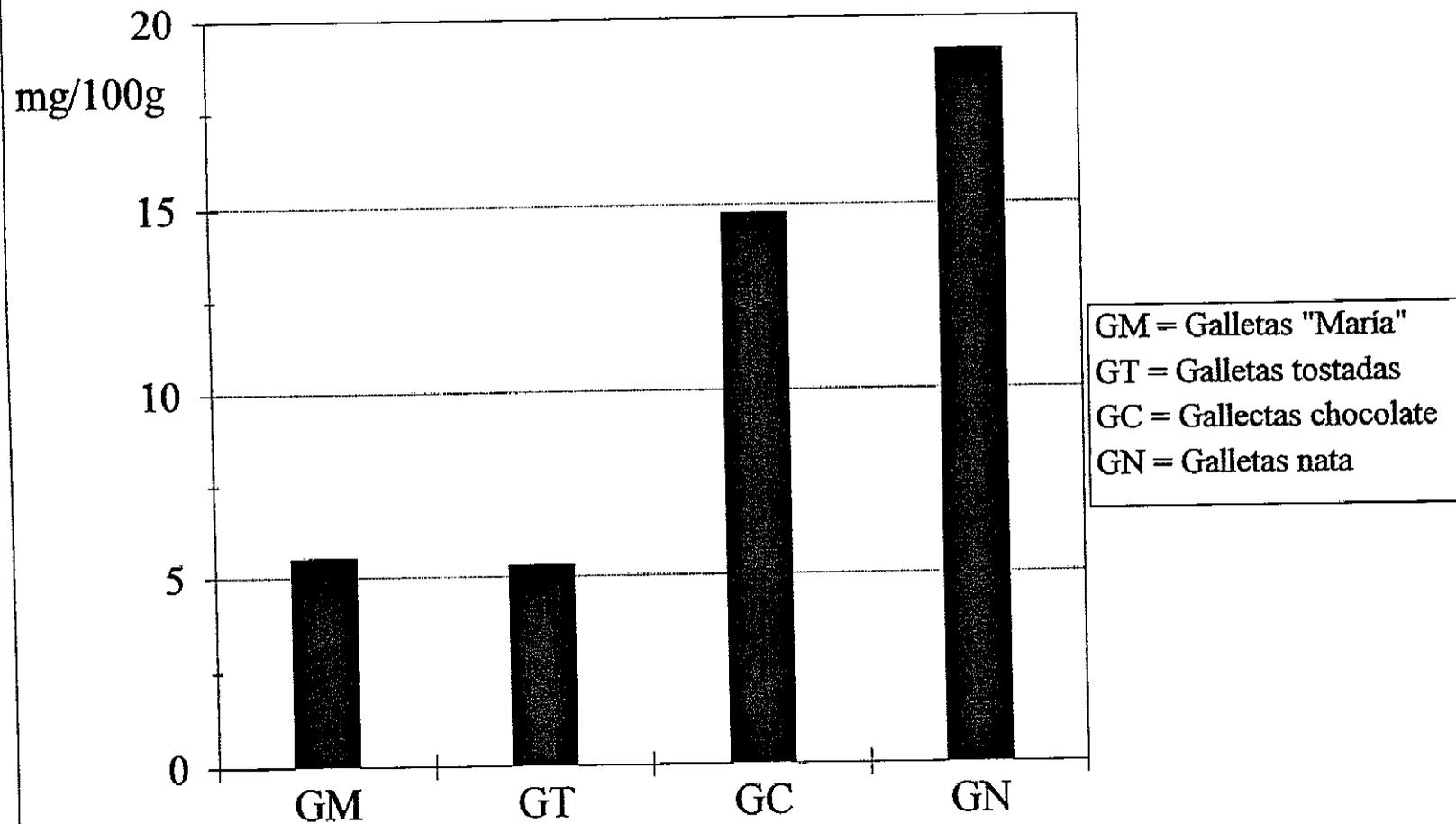


GRAFICO 20.- CONTENIDO DE COLESTEROL EN LAS GALLETAS



5.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La discusión de los resultados se hizo teniendo en cuenta la clasificación realizada en función de los parámetros determinados, siempre de acuerdo a su mayor o menor relevancia en la globalidad del estudio, según los objetivos marcados.

En el apartado de "Análisis Generales" están incluidas las siguientes determinaciones analíticas: Humedad, Proteínas, Grasa, Hidratos de Carbono, Cenizas y Valor Energético.

En el apartado del "Estudio de la Fracción Lipídica" considerado fundamental en este trabajo, están incluidas las siguientes determinaciones: Composición en ácidos grasos y sus relaciones (P/S), contenido en isómeros trans y cuantificación del contenido de colesterol en los alimentos.

Según Grande Covián y Varela (1.991 a) un error bastante frecuente, es el de emitir un juicio acerca de si un alimento, o una receta culinaria, «está equilibrado o no» desde el punto de vista nutricional. Al parecer, se quiere indicar con esta ambigua expresión, si un alimento suministra o no, todos los nutrientes necesarios para el hombre. El problema está en que ninguno de los alimentos habitualmente consumidos por el hombre cumple esta condición, ni tiene por qué cumplirla. La única excepción es la leche materna, y sólo durante los primeros meses de vida del recién nacido. Debemos recordar, por otro lado, que cuando en nuestra nutrición hablamos de equilibrio nutricional, o de dieta ajustada, nos referimos a la dieta media, expresada por día, correspondiente a un período de tiempo no inferior a 15 días. Este valor medio de 15 días, y no el de un día cualquiera, es el que debemos comparar con las cifras de recomendaciones dietéticas de energía y nutrientes, para el colectivo al que el sujeto en cuestión pertenece (Binghan, 1.987, Varela, 1.993). Por ello, aún cuando un alimento o receta

culinaria se consuma cotidianamente, su ingesta no tiene por qué ser inconveniente, siempre que el resto de los alimentos que componen la dieta sean suficientemente variados. Como norma general, es pues aconsejable evitar la monotonía y el consumo sistemático de determinadas dietas.

Si consideramos una «Dieta Ideal», como aquella que en un período de 15 días deriva, por término medio del 10 al 15 % de su energía total de las proteínas, alrededor de un 30% de las grasas, y un 55-60% de los hidratos de carbono, refiriendonos al conjunto de los alimentos que integran la dieta; está claro que este concepto de «Dieta Ideal» no puede aplicarse en modo alguno, ni en los alimentos objeto de este estudio, ni a ningún otro alimento individualizado (Grande Covián y Varela 1.991 b). A pesar de lo expuesto anteriormente podremos emitir un juicio acerca de la calidad nutricional de los productos analizados en función de su valor energético, de la distribución porcentual del aporte calórico en los macronutrientes, del tipo de grasa presente, de su contenido en isómeros trans y de su contenido en colesterol (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

Aunque la calidad nutritiva de la grasa presente en la dieta generalmente consumida en España y en las Comunidades Autónomas es considerada excelente, según recientes estudios de Cabrera y Moreiras (1.990) y Moreiras y col. (1.990), se observa sin embargo una cierta tendencia de empeoramiento, especialmente entre los adolescentes y la población infantil, y sobre todo en las grandes poblaciones, aunque dicha calidad, según estos autores, todavía es en conjunto satisfactoria.

5.1.- ANALISIS GENERALES

5.1.1.- ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS

El creciente consumo de la amplia tipología de productos que forman parte de las nuevas formas de "Restauración Colectiva", denominadas genéricamente "Fast Food" entre las que los alimentos de hamburgueserías son un claro ejemplo, y teniendo en cuenta que uno de los sectores más representativos de su consumo son los estratos poblacionales más jóvenes de la sociedad (niños y adolescentes), son algunas de las razones que han motivado el interés por conocer aspectos cualitativos de estos productos.

Con esta finalidad han sido estudiados una serie de alimentos de hamburgueserías provenientes de varios establecimientos de la ciudad de Madrid y de otras localidades de dicha Comunidad Autónoma.

Entre los alimentos de hamburgueserías puestos a consideración en este estudio hemos escogido las hamburguesas en sus 5 tipologías más representativas (hamburguesas, hamburguesas con queso, hamburguesas dobles con queso, hamburguesas de pollo y hamburguesas de pescado) y las patatas fritas.

Debido a las características especiales que reúnen este tipo de establecimientos, las cuales han sido expuestas anteriormente, los resultados obtenidos con los alimentos seleccionados pueden ser extrapolables al resto de la geografía nacional.

5.1.1.1. - Hamburguesas

Existe una cierta variabilidad en el peso de las muestras tomadas en las tres cadenas de "restauración rápida" seleccionadas para este estudio, variabilidad que se acentúa aún más al

pasar de la tipología más simple de productos (hamburguesas) a la más compleja (hamburguesas dobles con queso).

Respecto a los componentes, en las hamburguesas y hamburguesas con queso, el componente mayoritario resultó ser el pan (en torno al 50 %), sin embargo, en las hamburguesas dobles con queso, hamburguesas de pollo y hamburguesas de pescado, el componente mayoritario resultó ser la carne, el pollo o el pescado respectivamente.

El peso del pan es el componente que presenta siempre una menor variabilidad en las hamburguesas (los coeficientes de variación oscilan entre un 2,5% en las hamburguesas con queso y un 22,7% en las hamburguesas dobles con queso), por el contrario los pesos del "resto" o guarnición en donde están incluidos los vegetales (lechuga, pepinillos, cebolla y tomate) y las salsas (Ketchup, mostaza, mahonesa y otras) es el componente que presenta una mayor variabilidad (el menor coeficiente de variación lo presentan las hamburguesas con un 27,2% y el mayor las hamburguesas dobles con queso con un 59,3%).

5.1.1.1.1.- Proteínas

Los 5 tipos de hamburguesas escogidos presentaban un aporte proteico significativo, cuyos valores medios oscilaban entre un 12,6% para las hamburguesas y un 15,5% para las hamburguesas dobles con queso, siendo ligeramente inferiores para las hamburguesas de pollo (12,2%) y para las hamburguesas de pescado (10,7%).

Estudiando la distribución porcentual del aporte calórico de las proteínas en las hamburguesas observamos que todas las muestras analizadas tienen porcentajes superiores a los recomendados, variando de un 17,5% para las hamburguesas de pescado y un 21,8% para las hamburguesas dobles con queso (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

5.1.1.1.2.- Grasa

La grasa de las hamburguesas proviene de la propia de la carne utilizada en su elaboración, de la grasa de fritura y de la que pueda formar parte de las salsas añadidas.

El contenido en grasa de estos alimentos no acusa una gran variabilidad oscilando los valores entre un 11,5% en la hamburguesas de pescado y un 16,9% en las hamburguesas dobles con queso. Otro hecho a destacar son los bajos coeficientes de variación de las muestras analizadas, inferiores en general al 10% salvo en los casos de las hamburguesas de pollo (12,9%) y en las hamburguesas dobles con queso (16,9%), aspecto este que confirma una cierta uniformidad en los resultados.

Igual que ocurría con las proteínas, la grasa de estos alimentos aporta al valor energético total porcentajes superiores a los recomendados, oscilando los valores entre un 39,8% para las hamburguesas y un 53,6% para las hamburguesas dobles con queso, siendo por lo tanto alimentos desequilibrados en este apartado.

Un aspecto importante a considerar será el tipo de ácidos grasos que componen esta fracción lipídica y que veremos más adelante.

5.1.1.1.3.- Hidratos de Carbono

Los valores de este parámetro obtenidos por diferencia, oscilaban entre un 17,5% para las hamburguesas dobles con queso y un 26,9% para las hamburguesas.

Contrariamente a lo que ocurre con las proteínas y la grasa, la distribución porcentual del aporte calórico de los hidratos de carbono en las hamburguesas es relativamente bajo,

oscilando entre un 24,6% para las hamburguesas dobles con queso y un 41,0% para las hamburguesas.

Como es lógico, la fuente principal de los hidratos de carbono es el pan, aunque también la carne y la guarnición tienen una pequeña proporción. Además, a las hamburguesas a veces se les suele añadir almidón, pan rallado, etc. para hacerlas más compactas y jugosas.

5.1.1.1.4.- Valor energético

El aporte calórico de estos alimentos es muy elevado, variando entre las 283 Kcal./unidad para las hamburguesas y las 615 Kcal./unidad para las hamburguesas dobles con queso (Gráfico 1). El valor energético medio de las hamburguesas se sitúa en torno a las 410 Kcal./unidad a las que habrá que añadir las de otros alimentos que habitualmente se consumen como complemento en este tipo de establecimientos como son las patatas fritas (357 Kcal./100g) y el habitual refresco.

Es decir, que considerando el conjunto de productos de consumo habitual mencionados, nos encontramos con un aporte calórico muy alto (en torno a las 800-900 Kcal.) excesivo en todo caso para algo que se toma habitualmente entre comidas, máxime teniendo en cuenta que las necesidades energéticas de los niños (6-14 años) están comprendidas entre 1700-2400 Kcal./día (Food and Nutrition Board, 1.980; Norma UNE 34-750,1984; Informe O.M.S., 1.990).

Los resultados correspondientes a la composición y valor energético de las hamburguesas están reflejados en las Tablas siguientes: Tabla 6 (hamburguesas), Tabla 7 (hamburguesas con queso), Tabla 8 (hamburguesas dobles con queso), Tabla 9 (hamburguesas de pollo) y Tabla 10 (hamburguesas de pescado).

En el Gráfico 2 podemos observar la distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes en los alimentos de hamburgueserías.

Existen varios trabajos publicados que hacen referencia a la composición y valor energético de los alimentos de hamburgueserías cuyos resultados se muestran en general bastante acordes con los nuestros. En los años 70 ya se habían realizado varios estudios referentes a los alimentos procedentes de hamburgueserías sobre todo en EE.UU., uno de los primeros fué el realizado por Appledorf (1.974) en Florida sobre el conjunto de especialidades que se podían adquirir en estos locales, realizando una comparación del valor nutricional entre los valores obtenidos en su estudio y los valores de la ingesta diaria recomendada (Recommended Daily Allowances) para niños de 7-10 años, llegando a la conclusión de que este tipo de alimentos era una fuente aceptable de nutrientes aunque en algunos casos era necesaria una complementación de los mismos.

En otro trabajo realizado por Wills y Greenfield (1.980) en Sidney (Australia) sobre 16 tipos de alimentos procedentes de este tipo de establecimientos, encontraron en las hamburguesas valores de humedad algo más bajos que en los nuestros (43,3-48,3%), los valores de proteínas oscilaban entre un 14,2% (hamburguesas) y un 17,5% (hamburguesas dobles con queso), siendo algo menores para las hamburguesas de pescado (13,7%), valores estos algo superiores a los nuestros. Más parecidos eran los valores correspondientes al contenido de grasa que oscilaban entre un 11,1% para las hamburguesas y un 17,4% para las hamburguesas dobles con queso. El valor energético de estos alimentos estaba comprendido entre 264 Kcal./100g para las hamburguesas de pescado y 291 Kcal./100g para las hamburguesas dobles con queso.

En un segundo estudio realizado por Greenfield y col. (1.981) en Sidney (Australia) obtuvieron resultados más acordes con los nuestros, así en lo referente a la humedad de las hamburguesas oscilaba entre un 43,7-57,5%, diferencia ésta que era debida a la alta variabilidad de los pesos de los componentes tales como la lechuga, tomate, salsas, etc., que en nuestro estudio fueron englobados en el apartado de "peso resto" y que también existía una gran variabilidad. Existía similitud entre los valores de proteínas (10,7-12,4%) y grasa (10,2-12,3%) en las hamburguesas, y también en las hamburguesas con queso, con un contenido proteico del 13,6% y un 13,3% de grasa. Según estos autores, los valores energéticos eran ligeramente inferiores a los nuestros (230 y 265 Kcal./100g respectivamente).

Según una encuesta realizada en 1.983 en EE.UU. el 40% de las personas que comían una o más veces fuera de su hogar, sabían que debían aumentar el consumo de fruta, verduras y alimentos integrales y disminuir a su vez la ingesta de azúcares refinados, grasas animales saturadas y alimentos ricos en sal (NRA, 1.983).

Asimismo, según los datos aportados por Ries y col. (1.987) en un estudio acerca de la influencia que tenían los establecimientos tipo fast-food sobre los niños y adolescentes, un 47% de los miembros de este colectivo que comían fuera de casa lo hacían en estos establecimientos, habiéndose observado que este porcentaje disminuía al aumentar la edad de los niños.

También es interesante destacar el trabajo realizado por Gaeta y col. (1.987) en el Instituto Nacional de la Nutrición de Roma (Italia) acerca de la composición, valor energético y aporte nutricional de los alimentos de hamburgueserías que se consumían en dicha ciudad. Las conclusiones más interesantes de este estudio revelan que los niños y adolescentes que comen frecuentemente en este tipo de establecimientos pueden presentar signos carenciales de

vitamina A, vitamina C, vitamina B6, calcio (no en caso de la ingesta de hamburguesas con queso), magnesio y cobre. Existiendo un aporte relativamente moderado de vitamina B1 y B2, siendo óptimos los aportes de niacina y hierro. Está claro que las citadas carencias serán tanto más acusadas cuando la frecuencia del consumo de este tipo de productos sea más elevada, siendo en estos casos necesario un aporte nutricional complementario.

En otro trabajo realizado por Ball y col.(1.992) acerca del estudio comparativo de los alimentos de hamburgueserías expendidos en varias cadenas de Inglaterra, resulta chocante las diferencias observadas en el aporte calórico de los macronutrientes, especialmente del derivado de su contenido en grasa en las hamburguesas de pescado. En el Cuadro VIII están reflejados los valores correspondientes a la distribución porcentual del aporte calórico procedente de la grasa en los alimentos de hamburgueserías según diversos autores comparados con los nuestros.

Cuadro VIII.- Distribución porcentual del aporte calórico procedente de la grasa en los alimentos de hamburgueserías.

| | Wills y Greenfield (1.980) | Slover y col. (1.980) | Gaeta y col. (1.988) | Ball y col. (1.992) | Valores nuestros |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------|
| Hamburguesas | 36,8 | 39,1 | 38,3 | 35,0-38,0 | 39,8 |
| H. con queso | 44,6 | 42,1 | 46,0 | 41,0-44,0 | 43,0 |
| H. dobles con queso | 53,8 | 54,1 | 52,5 | 48,0-52,0 | 53,6 |
| H. de pollo | --- | --- | --- | 39,0-42,0 | 42,2 |
| H. de pescado | 45,0 | 45,7 | --- | 42,0-52,0 | 42,3 |
| Patatas fritas | 55,1 | 48,6 | --- | 50,0-55,0 | 51,5 |

5.1.1.2.- Patatas fritas de hamburgueserías

Las patatas fritas que se consumen en este tipo de establecimientos suelen ser complemento del alimento básico que son las hamburguesas.

En el caso de las patatas fritas al existir raciones de diversos pesos según los establecimientos seleccionados, se optó por expresar los resultados por 100 g de producto y no por unidad.

Los valores de proteínas encontrados eran relativamente bajos como corresponde a este tipo de productos, oscilando entre un 4,2% y un 5,2%, con un valor medio del 4,7% (coeficiente de variación 9,2%).

De los macronutrientes, la grasa es la que tiene una mayor variabilidad con un valor mínimo del 16,8% y un valor máximo del 27,8%, con un valor medio del 20,4% (coeficiente de variación 15,7%).

Los hidratos de carbono fueron bastante uniformes estando comprendidos entre un 34,7% y un 41,1% con un valor medio del 38,6% (coeficiente de variación 4,3%).

Los resultados correspondientes a la composición y valor energético de las patatas fritas de hamburgueserías están reflejados en la Tabla 11. Como vemos en dicha Tabla, estos productos son básicamente energéticos (357 kcal./100 g) con la siguiente distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes: Proteínas 5,3%, Grasa 51,1% e Hidratos de Carbono 43,2% (Gráfico 2). Es decir son alimentos claramente descompensados con un predominio del aporte calórico derivado de su alto contenido en grasa.

Respecto a los datos aportados por otros autores sobre este tipo de alimentos, salvo ligeras diferencias en los contenidos de grasa, están en general en la misma línea que los nuestros.

Bajo la denominación genérica de "french fries", Wills y Greenfield (1.980) obtuvieron un contenido en proteínas del 4,6%, un 15,5% para la grasa y un valor energético de 298 kcal./100g.

Slover y col., (1.980) encontraron algunas diferencias dependiendo de la cadena comercial en donde habían sido adquiridas las muestras y sus valores oscilaban entre 18,6-19,8% para el contenido en grasa y entre 341-353 kcal./100g para los valores energéticos, datos estos más semejantes a los nuestros.

Ball y col., (1.992) en un trabajo de recopilación de los datos aportados por las cadenas de establecimientos tipo fast-food en Inglaterra suministraban los siguientes valores para las patatas fritas: Proteínas 3,9-4,3%, Grasa 18,9-23,0% e Hidratos de Carbono 35,4-46,5% con un valor energético de 337-414 kcal./100g, datos que al ser más actuales nos pueden servir de una mayor referencia.

5.1.2.- APERITIVOS

5.1.2.1.- Patatas fritas

Según la «Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y comercialización de patatas fritas y productos de aperitivo», las patatas fritas se definen como el producto obtenido a partir de patatas sanas, sin indicios de verdeo, peladas, debidamente lavadas, cortadas y fritas en aceite de oliva u otros aceites y grasas vegetales comestibles (Real Decreto 126/1.989).

Cuando se incorporen agentes aromáticos autorizados, deberán ir acompañados de la leyenda «con sabor a...», seguida del tipo o tipos de sabor o aroma añadidos.

Respecto a las características que deben reunir los productos terminados están entre otras, las de ajustarse en su composición a las características declaradas por el fabricante, adecuada renovación del aceite del baño de fritura siempre que el mismo no garantice las condiciones higiénico-sanitarias del producto, además deberán tener aspecto, textura, color, olor y sabor agradables y característicos del producto.

En las muestras analizadas en muchos casos figuraban en la lista de ingredientes aceites y/o grasas vegetales lo que evidentemente posibilitaba el uso de unos, otros o la mezcla de ambos, pero también había casos en los que figuraban en el etiquetado aceites vegetales y en realidad habían sido empleadas grasas vegetales sobre todo de palma, aprovechando la propiedad de ésta de demorar su alteración en el proceso de fritura debido a su alta proporción en ácidos grasos saturados (ácido palmítico, C16:0).

La fritura en baño de aceite es uno de los procesos culinarios más populares, cuyas principales ventajas se basan, como indican Varela y col. (1.983), en acortar el tiempo necesario para la preparación del alimento y en conferir a éste una peculiar palatabilidad, debida a la penetración de la grasa utilizada en la fritura.

Pero, al lado de estas ventajas, se encuentra el hecho de que tanto en el alimento como en la grasa, pueden tener lugar cambios que en condiciones extremas originen la aparición de productos tóxicos. Este último aspecto podría presentarse especialmente en las frituras repetidas.

En un informe FAO/OMS (1.989) sobre las grasas y aceites en la nutrición humana se dice que freír, consiste en sumergir alimentos en aceites o grasas calientes. En esta operación,

parte del aceite penetra y frie las capas externas del alimento, pero solamente una cantidad mínima penetra hasta el interior del producto.

Cada tipo de alimento frito, suele tener un contenido característico de la grasa absorbida, dependiendo sobre todo, de la distancia entre el núcleo central o "corazón" y la corteza. Por ejemplo, las patatas fritas "chips" pueden contener hasta un 40% de grasa absorbida, los bastones de patatas un 35% y las denominadas patatas fritas francesas en torno al 20% (Souci y col., 1.987).

En la Figura 52 está representada la evolución que sufre la temperatura del baño de fritura al freír las patatas en aceite de girasol (Arroyo y col, 1.992).

Algunas características relativas a la composición de las patatas crudas aportadas por Cuesta y col. (1.993) son las siguientes: Humedad (%) $77,3 \pm 0,9$, Proteínas (%) $2,5 \pm 0,2$ y Grasa (%) $0,2 \pm 0,05$, aunque la composición de las patatas crudas varía en función del tipo de cultivo, variedad, madurez, almacenaje, área de crecimiento, etc.

De acuerdo a la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente, el contenido en humedad de las patatas fritas que llegan al consumidor final en envases herméticos no superará el valor del 3%. De las 25 muestras analizadas (todas estaban en envases herméticos) solo en dos casos superaban este valor máximo (3,1% en las muestras AP2 y AP17) y otras cinco muestras tenían dicha humedad (3%).

Los valores obtenidos para las proteínas en estos productos oscilaban entre un 4,8% y un 7,1%, con un valor medio del 6,0% (coeficiente de variación 7,4%).

Temperatura °C

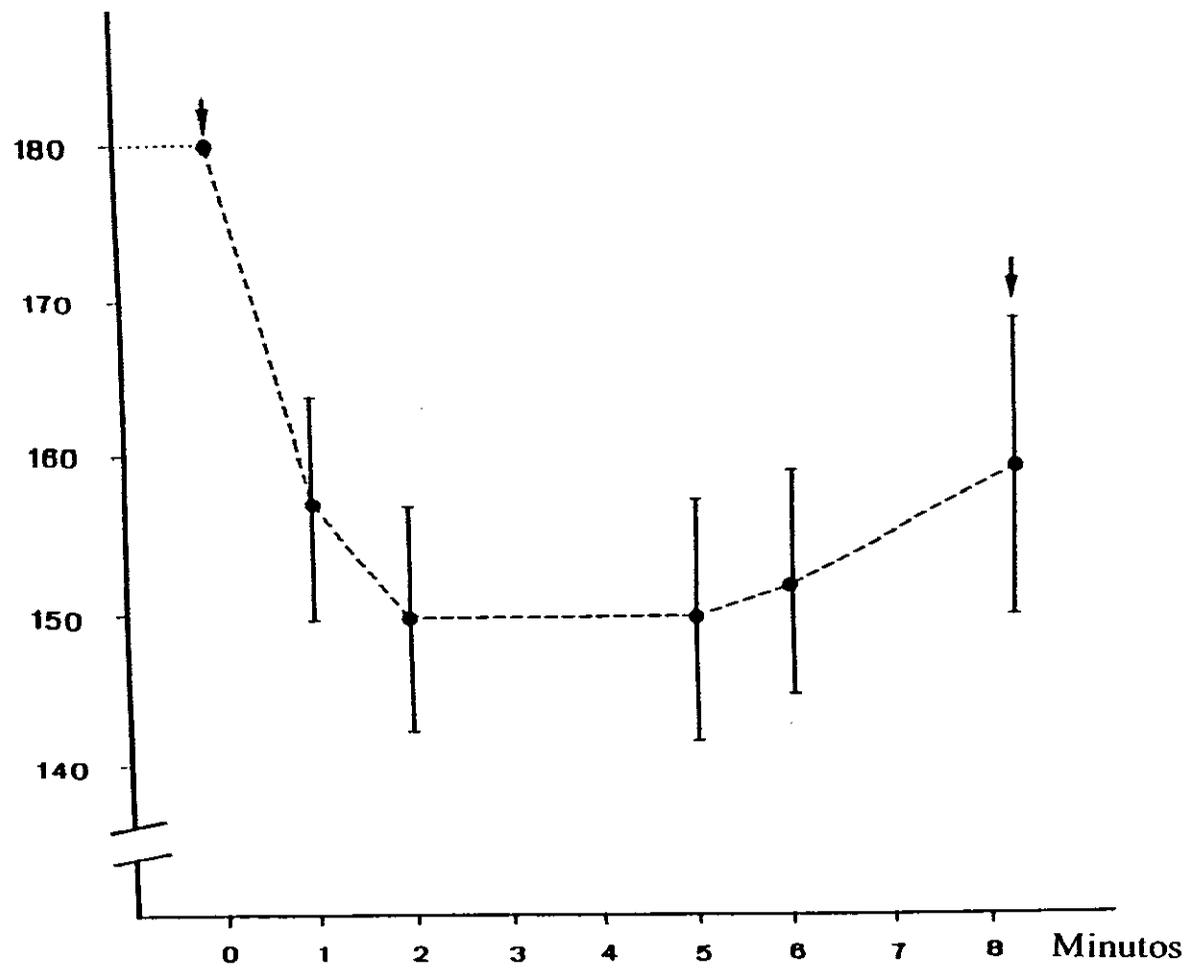


Figura 52.- Evolución de la temperatura del aceite de girasol en la fritura de patatas. (Arroyo y col., 1.992)

Los porcentajes de grasa oscilaban entre un 22,8% (patatas fritas "light") y un 41,4%, habiéndose obtenido un valor medio del 35,2% (coeficiente de variación 12,3%).

Los hidratos de carbono variaban entre un 46,8% y un 65,9% con un valor medio del 52,3% (coeficiente de variación 8,1%).

En la Tabla 12 están reflejados los resultados correspondientes a la composición y valor energético de las patatas fritas analizadas.

Los alimentos encuadrados en este grupo son productos básicamente energéticos aportando un valor energético medio de 550 Kcal./100g (coeficiente de variación 4%) (Gráfico 6).

La distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes en las patatas fritas fue la siguiente: Proteínas 4,4%, Grasa 57,6% e Hidratos de Carbono 38,0% (Gráfico 7).

Los valores referentes a la composición y valor energético de las patatas fritas (aperitivo) obtenidos en nuestro estudio son similares a los aportados por otros autores como se puede apreciar en el Cuadro IX.

Cuadro IX.- Composición y valor energético de las patatas fritas (aperitivo).

| | Humedad (g %) | Proteínas (g %) | Grasa (g %) | H. Carbono (g %) | Cenizas (g %) | V. Energético (kcal./100 g) |
|-----------------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|------------------|--------------------------------|
| Watt y Merrill (1.975) | 1,8 | 5,3 | 39,8 | 50,0 | 3,1 | 568 |
| Paul y Southgate (1.978) | --- | 6,3 | 35,9 | 49,3 | 3,2 | 533 |
| Souci y col. (1.987) | 2,3 | 5,7-6,5 | 31,5-37,3 | 46,1-50,9 | 3,8 | 502 |
| Valores nuestros | 2,9 | 6,0 | 35,2 | 52,3 | 3,6 | 550 |

.5.1.2.2.- Aperitivos sabor a queso

Según la «Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración y comercialización de patatas fritas y productos de aperitivo» se considerarán "productos de aperitivo" aquellos preparados de utilización básicamente frutiva y que se obtengan por la aplicación a las materias primas reguladas (fundamentalmente almidón de maíz, arroz, trigo, fécula de patata, etc.) operaciones de secado, tostación, extrusión, fritura, troquelado o procedimientos similares. Para su elaboración podrán emplearse además aceites y/o grasas comestibles, otros ingredientes alimenticios y/o alimentarios como aromas, condimentos, etc. (Real Decreto 126/1.989).

El contenido máximo de humedad de acuerdo a la citada Reglamentación será del 5%. En nuestro caso de las 12 muestras analizadas ninguna sobrepasó este límite, estando comprendidos los valores obtenidos entre un 2,7% y un 4,4%, siendo el valor medio del 3,4% (coeficiente de variación 16,2%).

El contenido en proteínas oscilaba entre un 6,4% y un 7,1% con un valor medio del 6,7% (coeficiente de variación 3,1%).

Los porcentajes de grasa obtenidos estaban comprendidos entre un 32,3% y un 41,9% con un valor medio del 36,9% (coeficiente de variación 7,7%).

Para los hidratos de carbono los valores obtenidos oscilaban entre un 44,6% y un 54,5%, con un valor medio del 49,9% (coeficiente de variación 6,0%).

Como ocurre con las patatas fritas, estos productos son básicamente energéticos con valores comprendidos entre 536 Kcal./100g y 581 Kcal./100g, con un valor medio de 559 Kcal./100g (coeficiente de variación 2%), que unido a la ausencia en estos productos de

nutrientes de especial interés, como hemos apreciado por la lista de ingredientes, creemos que debería ser controlada su ingesta para lograr un aporte nutricional más equilibrado (Gráfico 6).

En la Tabla 13 están reflejados los resultados correspondientes a la composición y valor energético de los aperitivos sabor a queso analizados.

La distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes fué la siguiente: Proteínas 4,8%, Grasa 59,5% e Hidratos de Carbono 35,7% (Gráfico 7). Como sucedía en las patatas fritas este tipo de productos están claramente desequilibrados por el gran aporte calórico derivado de su contenido en grasa (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

5.1.3.- "PASTELITOS"

En nuestro país se observa últimamente una clara tendencia hacia una dieta cada vez más rica en grasas y proteínas, con un alto nivel energético, en detrimento de la sana afición mediterránea por las frutas y la verduras. Las encuestas realizadas en España sobre las costumbres alimentarias revelan en este sentido un acercamiento hacia los hábitos no precisamente recomendables de otros países industrializados.

Resulta especialmente significativo el notable incremento que ha experimentado en España durante los últimos años, el consumo de productos de bollería y pastelería, de tal forma que han logrado sustituir al tradicional desayuno y bocadillo de media mañana o de la merienda (MAPA, 1.991; Consorcio Sanitario de Mataró, 1.994).

Se conoce con exactitud el aporte graso de los alimentos básicos, pero no siempre se dispone de datos de los alimentos elaborados.

Desde el punto de vista nutricional, no cabe duda de que los productos denominados "pastelitos" son alimentos desequilibrados ya que en general aportan cantidades elevadas de grasas saturadas de origen animal y/o vegetal, son ricos en azúcares solubles y contienen un alto valor energético. Por ello un consumo abusivo de los mismos no es recomendable, sobre todo para los niños ya que pueden adquirir de esta forma malos hábitos alimentarios desde muy temprana edad (Vazquez y col., 1.987).

Hemos analizado un total de 34 productos a los que denominaremos genéricamente "pastelitos" los cuales hemos clasificado en tres grupos por este orden: "Pastelitos" tipo "Donuts" (6 unidades), "pastelitos" rellenos (8 unidades) "pastelitos" rellenos con cobertura (20 unidades).

Los resultados analíticos obtenidos muestran que aunque la lista de ingredientes que figura en el etiquetado es prácticamente similar en casi todos ellos (azúcar, harina de trigo, grasas y/o aceites comestibles, huevo, leche y productos lácteos y aditivos), existen sin embargo diferencias significativas respecto a su composición.

Estos productos son elaborados básicamente con masa de harinas comestibles fermentada, cocida o frita, a la que se han añadido o no otros alimentos, complementos panarios y/o aditivos autorizados.

5.1.3.1.- "Pastelitos" tipo "Donuts"

Este tipo de productos muy habituales en el consumo de la población infantil se caracterizan por su alto contenido en grasa, especialmente aquellos productos que van recubiertos de chocolate. Están elaborados básicamente con una masa de harinas comestibles fermentada,

cocida o frita a la que se han añadido otros alimentos como huevo, leche o derivados lácteos, azúcar, aditivos, condimentos, etc.

La denominación "Donuts" proviene del término inglés "Doughnut" que quiere decir buñuelo o rosquilla. La elaboración de estos productos suele hacerse con mezclas previamente preparadas denominadas genéricamente "mixes" a las que sólo hay que añadir los líquidos correspondientes (agua, leche, etc.) para lograr la masa y depositarlos en el baño de fritura. Las harinas que se emplean para hacer las mezclas suelen ser o bien de trigo seleccionado o una mezcla de harinas de trigo blando y trigo duro con el fin de darle al producto final la firmeza y aspecto deseados (Lorenz y Kulp, 1.991).

Las harinas empleadas en su elaboración no suelen estar blanqueadas y es importante seleccionar las levaduras que se van a emplear para la elaboración de estos productos.

Los pesos de las muestras analizadas oscilaban entre 18,2 g/unidad y 62,2 g/unidad, siendo el peso medio de 46,4 g/unidad (coeficiente de variación 32,6%).

La humedad de las muestras analizadas estaba comprendida entre un 11,9% y un 19,5%, con un valor medio del 17,6% (coeficiente de variación 16,3%).

El contenido proteico era bajo y su origen era fundamentalmente de la harina y en algunos casos del huevo y de los productos lácteos utilizados en su elaboración. Los valores obtenidos estaban comprendidos entre un 5,6% y un 6,8% con un valor medio del 6,0% (coeficiente de variación 7,2%).

Los porcentajes de grasa encontrados oscilaban entre un 23,3% y un 34,8%, con un valor medio del 29,2% (coeficiente de variación 18,1%).

Los valores obtenidos para los hidratos de carbono oscilaban entre un 40,0% y un 50,2%, con un valor medio del 45,9% (coeficiente de variación 10,1%).

Los resultados correspondientes a la composición y valor energético de estos productos están reflejados en la Tabla 14.

Vistos estos resultados, comprobamos que el aporte calórico de estos productos es elevado, en efecto los valores energéticos obtenidos estaban comprendidos entre 434Kcal./100g y 515 Kcal./100g, con un valor medio de 470 Kcal./100g (coeficiente de variación 7%) (Gráfico 11).

Según un estudio realizado por Lorenz y Kulp (1.991) los "pastelitos" tipo "Donuts" difieren de los otros productos de bollería ya que éstos son preferentemente sometidos a un proceso de fritura en lugar de ser horneados. Respecto a su composición, los valores aportados por estos autores son similares a los nuestros en lo referente a su contenido en proteínas (5,1%) e hidratos de carbono (49,0%) y ligeramente inferiores en su contenido en grasa (23,1%) y lógicamente en su valor energético (419 kcal./100 g).

Aunque también hay que tener en cuenta que de las 6 muestras analizadas, las muestras PD4, PD5 y PD6 son las de mayor contenido en grasa debido a que estaban recubiertas de chocolate.

Respecto a la distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes en este tipo de productos fue la siguiente: Proteínas 5,1%, Grasa 55,9% e Hidratos de Carbono 39,0% (Gráfico 12).

Aportes estos claramente desequilibrados por el alto aporte calórico encontrado derivado de la grasa de acuerdo a los valores recomendados (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

5.1.3.2.- "Pastelitos" rellenos

Estos productos de bollería se definen como aquellas piezas de forma, tamaño, composición y acabado diverso, rellenos o guarnecidos antes o después de su cocido o fritura, con diferentes preparados dulces (cremas, productos de confitería, chocolatería, etc.).

La elaboración de estos productos se hará básicamente con una masa de harinas comestibles fermentada, cocida o frita, a la que se le añadirán o no otros alimentos, complementos panarios y/o aditivos autorizados (Decreto 2519/1.974, Resolución del 18 de Octubre de 1.982, Real Decreto 1355/1.983 y Real Decreto 1909/1.984).

Los pesos de las 8 muestras analizadas oscilaban entre 40,2 g/unidad y 70,2 g/unidad, siendo el peso medio de 55,2 g/unidad (coeficiente de variación 22,6%).

La humedad de las muestras analizadas estaba comprendida entre un 13,4% y un 24,5%, con un valor medio del 19,7% (coeficiente de variación 20,5%).

El contenido proteico de estos productos, aunque seguía siendo bajo era ligeramente superior al de los "pastelitos" tipo "Donuts" debido a la utilización de derivados lácteos, pasta de frutos secos y en algunos casos, huevo. Los valores obtenidos estaban comprendidos entre un 6,4% y un 8,7%, con un valor medio del 7,5% (coeficiente de variación 9,3%).

Los porcentajes de grasa obtenidos estaban comprendidos entre un 13,4% y un 28,3% con un valor medio del 18,7% (coeficiente de variación 23,7%), es decir valores sensiblemente inferiores a los obtenidos en los "pastelitos" tipo "Donuts".

Sin embargo, los porcentajes relativos a los hidratos de carbono eran superiores oscilando entre un 40,4% y un 59,9% con un valor medio del 52,8% (coeficiente de variación 12,9%).

El valor energético de este tipo de productos seguía siendo alto con valores que oscilaban entre 387 Kcal./100g y 443 Kcal./100g con un valor medio de 409 Kcal./100g (coeficiente de variación 5%); (Gráfico 11).

El conjunto de los datos obtenidos relativos a la composición y valor energético en estos productos están reflejados en la Tabla 15.

Respecto a otros trabajos realizados sobre este tipo de productos, Watt y Merrill (1.975) en su publicación "Composition of Foods" según un estudio llevado a cabo en el Departamento de Agricultura de los EE.UU., aportan datos relativos a la composición de estos productos (denominados genéricamente "cakes"), los cuales son en general algo más bajos que los nuestros en lo referente a su contenido en proteínas (4,5-7,1%) y grasa (14,8-18,7%) y lógicamente en sus valores energéticos (352-389 kcal./100g).

Andujar y col. (1.983) en sus "Tablas de Composición de Alimentos" aportan para los productos de bollería valores muy similares a los nuestros, siendo las proteínas un 7,3%, los lípidos un 18,3% y los hidratos de carbono un 52,1% (incluida la fibra 2,1%). El valor energético era de 381 kcal./100g.

La distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes obtenida para estos productos fue la siguiente: Proteínas 7,3%, Grasa 41,1% e Hidratos de Carbono 51,6%, aportes ligeramente más equilibrados que en el caso anterior (Gráfico 12).

5.1.3.3.- "Pastelitos" rellenos con cobertura

Este tipo de productos se definen como aquellas piezas de forma, tamaño, composición y acabado diverso, rellenos y recubiertos antes o después de su cocido o fritura, generalmente con preparados dulces tales como cremas, chocolate, confituras y productos de confitería diversos.

La elaboración de estos productos se hará básicamente con una masa de harinas comestibles fermentada, cocida o frita a la que se le añadiran otros alimentos, complementos panarios y/o aditivos autorizados (Decreto 2519/1.974; Resolución de 18 de Octubre de 1.982; Real Decreto 1355/1.983 y Real Decreto 1909/1.984).

Los pesos de las 20 muestras analizadas oscilaban entre 35,0 g/unidad y 67,0 g/unidad con un peso medio de 44,6 g/unidad (coeficiente de variación 19,3%).

La humedad de las muestras analizadas estaba comprendida entre un 10,6% y un 21,3% con un valor medio del 16,3% (coeficiente de variación 17,2%).

El contenido proteico de estos productos era inferior a los "pastelitos" rellenos fundamentalmente porque en la cobertura son utilizados ingredientes de naturaleza grasa y de bajo valor proteico. Los valores obtenidos estaban comprendidos entre un 4,5% y un 6,8% con un valor medio del 5,3% (coeficiente de variación 11,8%).

Los porcentajes de grasa obtenidos eran similares a los de los "pastelitos" rellenos con valores que oscilaban entre un 12,4% y un 27,1% con un valor medio del 18,3% (coeficiente de variación 22,3%).

Respecto a los valores obtenidos para los hidratos de carbono oscilaban entre un 53,0% y un 66,1% con un valor medio del 58,9% (coeficiente de variación 5,8%).

El valor energético de este tipo de productos era similar a los anteriores estando comprendidos los valores obtenidos entre 383 Kcal./100g y 480 Kcal./100g con un valor medio de 421 Kcal./100g (coeficiente de variación 6%) (Gráfico 11).

El conjunto de los datos obtenidos relativos a la composición y valor energético de estos productos están reflejados en la Tabla 16.

De acuerdo a los datos aportados por Lorenz y Kulp (1.991) relativos a la composición y valor energético de los pastelitos recubiertos de chocolate, el contenido en proteínas oscilaba entre 4,3-5,2%, el de grasa entre 15,5-18,2% y el de hidratos de carbono entre 56,2-58,7%, estando su valor energético comprendido entre 382-428 kcal./100g, valores estos muy semejantes a los encontrados en nuestro estudio.

En otro estudio realizado en nuestro país por Blazquez y Jimenez (1.991) sobre la composición de la fracción lipídica de 56 "pastelitos" de consumo infantil, encontraron contenidos de grasa similares a los nuestros habiendo obtenido un valor medio del 19,8% (valor mínimo 10,9% y valor máximo 40,5%). Los valores energéticos estaban comprendidos entre 400 y 500 kcal./100g.

La distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes obtenida en este tipo de productos fué la siguiente: Proteínas 5,0%, Grasa 39,1% e Hidratos de Carbono 55,9%; (Gráfico 12). Por lo tanto estos productos siguen estando claramente desequilibrados de acuerdo a los valores recomendados relativos a la distribución del aporte calórico de los macronutrientes en la dieta (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

5.1.4.- GALLETAS

La característica común a todas las clases de galletas, y que en líneas generales las diferencian del resto de los productos de bollería y pastelería, es su bajo contenido en agua que nunca debe superar el 10% en las galletas cubiertas o rellenas, ni el 6% en el caso de las galletas simples, dentro de las cuales se encuentran las galletas "María", tostadas, doradas, etc. Esta característica las convierte en un producto de larga duración ya que los microorganismos difícilmente pueden desarrollarse en un medio tan peculiar (Real Decreto 1124/1.982).

La composición de las galletas "María" y tostadas es muy similar teniendo en cuenta que los ingredientes utilizados en su elaboración suelen ser los mismos, entre los que se incluyen harina de trigo, azúcar, grasas comestibles animales y/o vegetales, leche y productos lácteos, aditivos etc.

5.1.4.1.- Galletas "María"

Se denominan así a los productos elaborados a base de harinas, azúcares y aceites y/o grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios (para su enriquecimiento) o alimentarios (aditivos, aromas, etc.) que forman una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten. Se cortan por sistema de prensa o rodillo troquelado.

De las 10 muestras analizadas ninguna sobrepasó el límite máximo de humedad (6%), establecido en la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente (Real Decreto 1124/1.982) oscilando los valores obtenidos entre un 2,1% y un 4,9%, con un valor medio del 3,0% (coeficiente de variación 30,0%).

Las proteínas oscilaban entre un 6,4% y un 7,8%, con un valor medio del 7,0% (coeficiente de variación 6,9%). Las proteínas de este tipo de alimentos son en general de bajo valor biológico ya que en su mayoría proceden de la harina de trigo y en muy pequeña proporción de los productos lácteos añadidos (Manley, 1.983).

En el caso de su contenido en grasa había una mayor variabilidad en los resultados dependiendo si las galletas eran tipo "María" o "María" dorada, los valores encontrados oscilaban entre un 8,4% y un 20,9%, con un valor medio del 11,8% (coeficiente de variación 39,0%).

Las denominadas "María" doradas son galletas bañadas con aceite vegetal, para cuya elaboración se parte de galletas tradicionales que se someten una vez horneadas a una disposición o baño de aceite vegetal muy atomizado sobre su superficie y por ello tienen un mayor contenido en grasa, como ocurre en las muestras GM6 y GM9 (Madrid, 1.987).

Los hidratos de carbono estaban comprendidos entre un 68,3% y un 80,4%, con un valor medio del 77,0% (coeficiente de variación 5,9%).

Según la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente el contenido en cenizas de las galletas simples no deberá exceder del 1,5%. En el caso de las muestra estudiadas los porcentajes

de cenizas obtenidos estaban comprendidos entre un 0,9% y un 1,5% (valor máximo obtenido en una sola muestra), con un valor medio del 1,2% (coeficiente de variación 14,0%).

El valor energético de estos productos oscilaba entre 407 Kcal./100g y 509 Kcal./100g ("María" dorada), con un valor medio de 442 Kcal./100g (coeficiente de variación 7%), (Gráfico 16).

El conjunto de los datos obtenidos relativos a la composición y valor energético de las galletas "María" están reflejados en la Tabla 17.

De acuerdo a los datos de Manley (1.983) que figuran en su obra titulada "Tecnología de la Industria Galletera" la fórmula típica para la elaboración de una galleta "María" estaría compuesta por 100 partes de harina, 20,8 de azúcar, 16,1 de grasa, 2,5 de leche descremada en polvo, 0,8 de sal, 0,63 de bicarbonato amónico, 0,40 de bicarbonato sódico, 0,30 de lecitina y 17,8 de agua, además de otros componentes minoritarios como aromas, antioxidantes, etc. Con estos ingredientes se obtiene un producto final con un contenido aproximado de 6,9-7,3% de proteínas y un 11,3-11,7% de grasa, valores que como vemos son semejantes a los obtenidos en nuestro estudio.

La distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes en estos productos fue la siguiente: Proteínas 6,3%, Grasa 24,0% e Hidratos de Carbono 69,7% (Gráfico 17). Teniendo en cuenta esta distribución las galletas "María" son productos típicamente hidrocarbonados con un escaso aporte calórico derivado de las proteínas.

5.1.4.2.- Galletas tostadas

Las galletas tostadas están elaboradas prácticamente con los mismos ingredientes que las galletas "María", es decir harinas, azúcares y aceites y/o grasas comestibles (ya sean de origen animal o vegetal) y otros productos alimenticios y/o alimentarios (aditivos, aromas, etc.), cuyo conjunto amasado, forma una masa elástica como consecuencia del desarrollo del gluten.

Las diferencias composicionales entre ambos tipos de galletas son escasas y únicamente destacan la humedad que es ligeramente inferior en estas galletas con un valor medio del 2,8% (coeficiente de variación 35,4%); estando todas las muestras por debajo del valor establecido en la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente (6%) (Real Decreto 1124/1.982).

Su contenido en grasa también era ligeramente inferior con valores que oscilaban entre un 8,3% y un 12,7%, con un valor medio del 10,1% (coeficiente de variación 16,1%). Estos valores inferiores de grasa son debidos a que en este tipo de galletas no están incluidas las bañadas o atomizadas con aceites vegetales.

Los hidratos de carbono oscilaban entre un 75,8% y un 81,4% con un valor medio del 78,8% (coeficiente de variación 2,6%).

Los valores de las cenizas encontrados estaban todos dentro de los establecidos en la Reglamentación citada (contenido máximo 1,5%), oscilando entre un 0,9% y 1,5% (valor máximo obtenido en la muestra GT10) con un valor medio del 1,2% (coeficiente de variación 15,9%).

El valor energético de estas galletas oscilaba entre 425 Kcal./100g y 449 Kcal./100g, con un valor medio de 435 Kcal./100g (coeficiente de variación 7%), valores ligeramente inferiores a los de las galletas "María" debido a su menor contenido en grasa, (Gráfico 16).

El conjunto de los datos obtenidos relativos a la composición y valor energético de las galletas tostadas estan reflejados en la Tabla 18.

Según Andújar y col. (1.983) en sus "Tablas de Composición de Alimentos" aportan los siguientes valores de composición para las galletas: Proteínas 7,0%, Grasa 14,0% e Hidratos de Carbono 79,0% (entre los que se incluye la fibra 5,0%) con un valor energético de 436 kcal./100g.

Asimismo, A. Madrid (1.987) en su publicación "Manual de Técnicas de Pastelería y Confitería" aporta los siguientes valores de composición y valor energético para las galletas: Agua 3,0%, Proteínas 6,0%, Grasa 10,0% e Hidratos de Carbono 77,0% con un valor energético de 420 kcal./100 g. Como vemos en ambos casos, los valores obtenidos en nuestro estudio son equiparables a los de estos autores.

En cuanto a la distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes obtenida en este tipo de productos fué la siguiente: Proteínas 6,5%, Grasa 20,9% e Hidratos de Carbono 72,6% (Gráfico 17).

5.1.4.3.- Galletas con Chocolate

En este apartado están incluidas aquellas galletas tipo "sandwich" es decir, el conjunto de dos galletas tradicionales, a las que se adiciona entre ambas un relleno compuesto de azúcar, grasas vegetales, cacao en polvo, productos lácteos y otros componentes alimenticios y/o alimentarios debidamente autorizados. También están incluidas en este grupo aquellas galletas contempladas en la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente que se presentan recubiertas de chocolate, pasta de cacao o mezcla de azúcar, gelatina y agua (Real Decreto 1124/1.982).

Para este tipo de galletas cubiertas o rellenas de chocolate el porcentaje máximo de humedad establecido en la Reglamentación es del 10%. De las 12 muestras analizadas ninguna sobrepasó dicho valor, estando comprendidas entre un 2,1% y un 5,5%, con un valor medio del 3,3% (coeficiente de variación 35,7%).

Los valores de proteínas obtenidos eran ligeramente inferiores a los dos casos anteriores, estando comprendidos entre un 3,4% y un 8,8%, con un valor medio del 5,6% (coeficiente de variación 29,8%). La explicación a este hecho es que el relleno o la cobertura de chocolate o sucedáneo, afecta fundamentalmente incrementando el contenido de grasa. Dicho contenido estaba comprendido entre un 15,6% y un 26,1%, con un valor medio del 22,8% (coeficiente de variación 14,3%).

Los hidratos de carbono estaban comprendidos entre un 61,6% y un 73,4%, con un valor medio del 67,1% (coeficiente de variación 5,7%).

Los porcentajes de cenizas oscilaban entre un 0,9% y un 1,5% (valor máximo establecido en la citada Reglamentación que fue obtenido en dos muestras), con un valor medio del 1,2% (coeficiente de variación 19,2%).

El valor energético de este tipo de galletas variaba entre 475 Kcal./100g y 515 Kcal./100g con un valor medio de 496 Kcal./100g (coeficiente de variación 3%). Es decir son productos con mayor valor energético debido a su mayor contenido en grasa (Gráfico 16).

El conjunto de los valores obtenidos relativos a la composición y valor energético de las galletas con chocolate están reflejados en la Tabla 19.

Según un trabajo de recopilación realizado por Watt y Merrill (1.975) en el Departamento de Agricultura de EE.UU. recogido en su publicación "Composition of Foods" las galletas de chocolate tipo sandwich estaban compuestas por un 4,8-7,1% de proteínas, un 15,7-22,5% de grasa y un 69,3-71,5% de hidratos de carbono, con un valor energético comprendido entre 445-495 kcal./100 g. La humedad de estas galletas estaba comprendida entre un 2,2 y un 4,0%.

Lorenz y Kulp (1.991) en su publicación "Handbook of Cereal Science and Technology" aportan una composición semejante para este tipo de galletas: Proteínas 4,8%, Grasa 23,0% e Hidratos de Carbono 66,3%, con un valor energético de 473 kcal./100 g. El contenido en humedad era de un 4,7%. Como vemos en ambos casos los datos aportados son equiparables a los nuestros.

La distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes encontrado en este tipo de galletas fue la siguiente: Proteínas 4,5%, Grasa 41,4% e Hidratos de Carbono 54,1% (Gráfico 17). Como vemos en estos productos existe un gran aporte calórico derivado de su contenido en grasa.

5.1.4.4.- Galletas con nata y/o mantequilla

En este apartado están incluidos aquellos productos alimenticios elaborados fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles (entre las que se incluyen la nata, mantequilla y otras) y agua, adicionada de azúcares y otros productos alimenticios (leche, huevos, coco, etc.) y/o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, etc.); (Real Decreto 1124/1.982).

Para este tipo de galletas el porcentaje máximo de humedad establecido en la Reglamentación Técnico-Sanitaria vigente es del 10%. De las 10 muestras analizadas ninguna sobrepasó

este valor estando comprendidos entre un 2,4 y un 4,3%, con un valor medio del 3,3% (coeficiente de variación 14,7%).

Las proteínas oscilaban entre un 4,2% y un 6,6% con un valor medio del 5,4% (coeficiente de variación 15,7%).

Los contenidos en grasa estaban comprendidos entre un 16,1% y un 24,9%, con un valor medio del 21,7% (coeficiente de variación 12,0%), estos altos porcentajes de grasa son debidos a la alta proporción de grasas comestibles existentes en la masa o en el relleno.

Los hidratos de carbono oscilaban entre un 65,6% y un 73,6% con un valor medio del 68,8% (coeficiente de variación 3,2%).

Los porcentajes de cenizas eran relativamente bajos como corresponde a productos con alto contenido en grasa, oscilando entre un 0,6% y un 0,9% con un valor medio del 0,8% (coeficiente de variación 14,6%).

El valor energético de este tipo de galletas es lógicamente bastante alto debido a su gran contenido en grasa, los valores obtenidos oscilaban entre 463 Kcal./100g y 510 Kcal./100g, con un valor medio de 492 Kcal./100g (coeficiente de variación 3%) (Gráfico 16).

El conjunto de los valores obtenidos relativos a la composición y valor energético de estos productos están reflejados en la Tabla 20.

Los valores aportados por Watt y Merrill (1.975) para la composición de las galletas con mantequilla (butter cookies) eran ligeramente superiores a los nuestros en proteínas (6,1%) e hidratos de carbono (70,9%) e inferiores en grasa (16,9%) y valor energético (457 kcal./100g). La humedad de estas galletas era del 4,5%.

Datos similares son los establecidos por Souci y col. (1.987) en su publicación "Food Composition and Nutrition Tables" que aportan los siguientes valores para este tipo de galletas: Proteínas 6,9-8,2%, Grasa 11,0-17,2% e Hidratos de Carbono 70,0-78,8% y un valor energético de 455 kcal./100 g. La humedad de estas galletas estaba comprendida entre un 2,2 y un 4,0%.

La distribución porcentual del aporte calórico de los macronutrientes obtenida en nuestro estudio fue la siguiente: Proteínas 4,4%, Grasa 39,7% e Hidratos de Carbono 55,9% (Gráfico 17).

5.2.- ESTUDIO DE LA FRACCION LIPIDICA

5.2.1.- ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS

5.2.1.1.- Hamburguesas

Un aspecto fundamental en el estudio de este tipo de alimentos será el conocer su valor nutritivo debido a la alta incidencia que tienen en el consumo por parte de la población infantil, siendo de especial interés para lograr este cometido conocer la naturaleza y composición de la fracción lipídica que estos contienen.

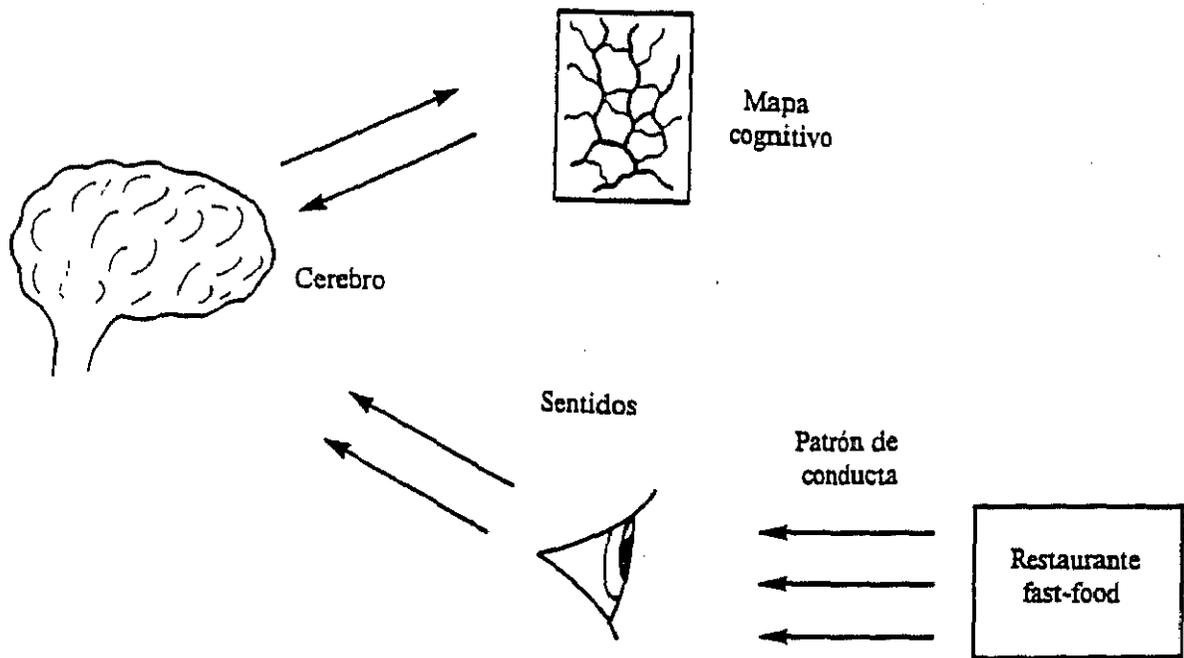
La denominación "restauración rápida" es justificada para este tipo de productos ya que todos sus componentes (incluido el pan) están pensados para una ingesta rápida, dando una inmediata sensación de saciedad debido a su contenido en grasa y a su alto valor energético (Esquemas 6 y 7).

Veamos ahora cuales son los aspectos más destacados del estudio analítico realizado en la fracción lipídica de las 50 muestras de hamburguesas seleccionadas, distribuidas a su vez en las cinco tipologías de consumo más frecuente (hamburguesas, hamburguesas con queso, hamburguesas dobles con queso, hamburguesas de pollo y hamburguesas de pescado).

En la Tabla 36 están reflejados los resultados más significativos del "Estudio de la Fracción Lipídica de los Alimentos de Hamburgueserías".

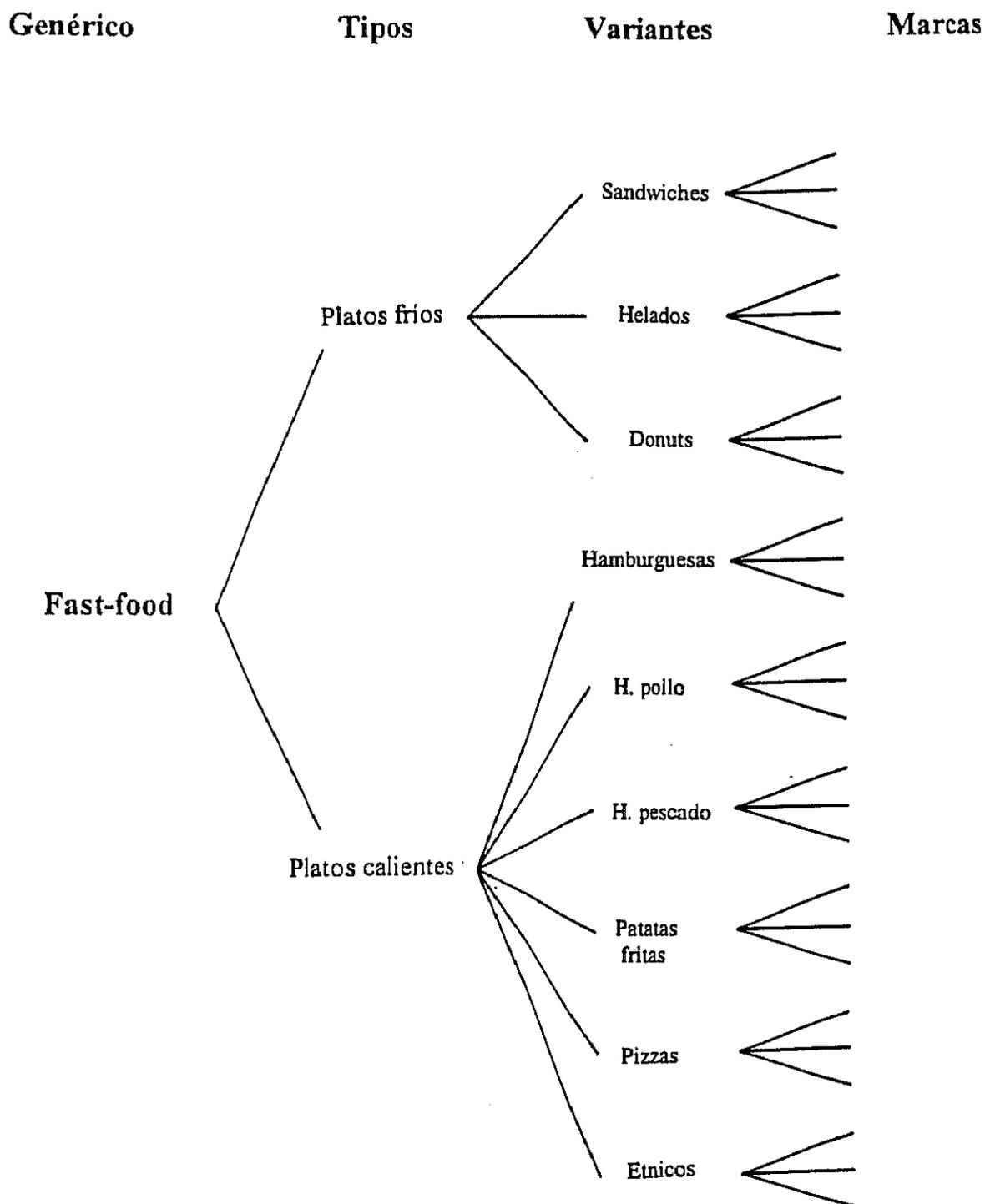
5.2.1.1.1.- Acidos grasos

La proporción de ácidos grasos de estos productos variaba de unas muestras a otras en función de la proporción de carne, pollo o pescado presente, del queso, del tipo de grasa o aceite empleado en su elaboración y del tipo de grasa o aceite empleado para elaborar la salsa de la guarnición.



Esquema 6.- Etapas de la percepción sensorial en los establecimientos de restauración tipo fast-food (Davies y Brooks, 1.989).

Esquema 7.- Alimentos tipo fast-food consumidos habitualmente por la población infantil (Price, 1.991).



Las hamburguesas de carne y sobre todo las de carne con queso presentaban elevados porcentajes de ácidos grasos saturados oscilando los valores obtenidos entre un 41,7% para las hamburguesas (coeficiente de variación 11,2%) y un 48,0% para las hamburguesas dobles con queso (coeficiente de variación 5,9%).

El contenido en ácidos grasos monoinsaturados resultó ser bastante uniforme en todos los productos oscilando entre un 43,8% para las hamburguesas dobles con queso (coeficiente de variación 5,4%) y un 46,5% para las hamburguesas (coeficiente de variación 6,4%).

Donde existía una variación más acusada resultó ser en los datos correspondientes a los ácidos grasos poliinsaturados, cuyos niveles en este tipo de productos eran claramente deficientes, oscilando los valores obtenidos entre un 8,2% para las hamburguesas dobles con queso (coeficiente de variación 39,1%) y un 11,8% para la hamburguesas (coeficiente de variación 60,7%), es decir que teniendo en cuenta los porcentajes de ácidos grasos saturados obtenidos, las relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados (P/S) fueron en todos los casos claramente inferiores a la unidad, siendo los valores obtenidos los siguientes: $P/S=0,30$ (hamburguesas); $P/S=0,20$ (hamburguesas con queso) y $P/S=0,22$ (hamburguesas dobles con queso). Por lo tanto la valoración que hacemos de estos productos refiriendonos a sus relaciones P/S no es del todo positiva al alejarse de los valores recomendados ($P/S \geq 1$).

Pasemos ahora a enjuiciar las características propias y claramente diferenciadas de las hamburguesas de pollo y de pescado, ya que el balance obtenido entre los ácidos grasos poliinsaturados y los saturados es mucho más favorable desde el punto de vista nutricional, debido a sus características composicionales propias (niveles más altos de ácidos grasos poliinsaturados

en el pollo y en el pescado que en el vacuno como refleja la Tabla VI) y a la forma culinaria como han sido preparadas (proceso de fritura).

Los porcentajes de ácidos grasos saturados oscilaban entre un 28,4% para las hamburguesas de pollo (coeficiente de variación 24,4%) y un 31,5% para las hamburguesas de pescado (coeficiente de variación 41,8%), valores como vemos mucho más cercanos a los recomendados que son en torno al 25% (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

Los ácidos grasos monoinsaturados resultaron ser ligeramente inferiores en las hamburguesas de pescado 40,6% (coeficiente de variación 16,2%) que en las hamburguesas de pollo 44,8% (coeficiente de variación 20,1%), y lo que es más interesante desde el punto de vista nutricional son las altas proporciones de ácidos grasos poliinsaturados obtenidos cuyos valores oscilaban entre un 26,8% para las hamburguesas de pollo (coeficiente de variación 28,3%) y un 27,9% para las hamburguesas de pescado (coeficiente de variación 58,7%). Estos valores son explicables teniendo en cuenta que para la preparación culinaria de estos productos inciden de forma mucho más directa los aceites comestibles empleados para su elaboración.

Las relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados fueron superiores a la unidad en ambos casos, habiéndose obtenido un valor de $P/S=1,08$ para las hamburguesas de pescado y un valor de $P/S=1,32$ para las hamburguesas de pollo.

Con carácter general, hemos observado que la evolución habida en la utilización de los diferentes tipos de grasas o aceites que han sido empleados en la elaboración de estos productos, ha influido de forma más acusada en las hamburguesas de pollo y de pescado por las peculiaridades propias citadas.

El conjunto de todos estos datos relativos a la composición en ácidos grasos y sus relaciones P/S están reflejados en las siguientes Tablas: Tabla 21 (hamburguesas); Tabla 22 (hamburguesas con queso); Tabla 23 (hamburguesas dobles con queso); Tabla 24 (hamburguesas de pollo) y Tabla 25 (hamburguesas de pescado).

Los cromatogramas de los ácidos grasos correspondientes a cada tipo de hamburguesa están representados en la Figura 28 (muestra H10), Figura 29 (muestra HQ9), Figura 30 (muestra HDQ7), Figura 31 (muestra HPO7) y Figura 32 (muestra HPE7). En las muestras de hamburguesas con queso se detecta una mayor presencia de los ácidos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0). En las hamburguesas de pollo y pescado se detectan mayores proporciones de isómeros trans (C18:1t y C18:2t) debido a la influencia que sobre estos compuestos tienen los aceites de fritura.

Respecto a los datos encontrados en la bibliografía referentes a la composición de la fracción lipídica de los alimentos típicos de establecimientos de "restauración rápida" han sido en general bastante acordes con los obtenidos en nuestro estudio. Así Slover y col.(1.980), en un estudio realizado en EE.UU. sobre la composición de hamburguesas comerciales procedentes de establecimientos de comida "fast-food", encontraron porcentajes de ácidos grasos saturados en torno al 42,1%; del 50,5% para los monoinsaturados y del 7,4% para los poliinsaturados, con una relación de P/S= 0,18. En el caso de las hamburguesas con queso los valores obtenidos eran de un 48,7% para los ácidos grasos saturados, de un 42,7% para los monoinsaturados y de un 8,6% para los poliinsaturados, habiendo obtenido una relación de P/S=0,17. En el caso de las hamburguesas dobles con queso la distribución porcentual de los ácidos grasos era la siguiente: Ácidos grasos saturados 49,3%; ácidos grasos monoinsaturados

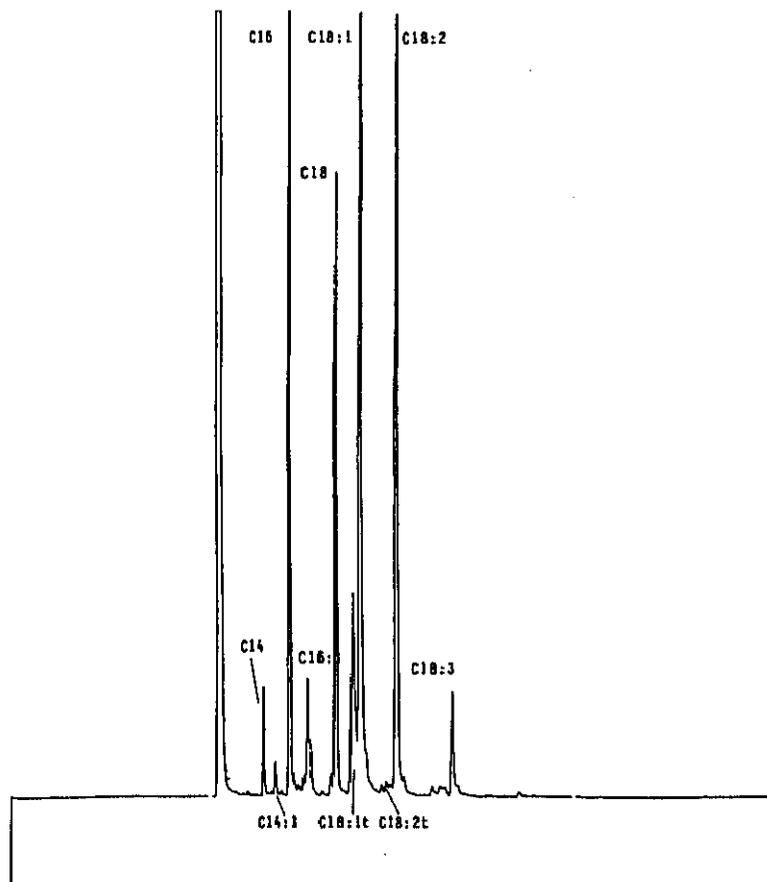


Figura 28.- Cromatograma de los ácidos grasos de una hamburguesa (Muestra H-10).

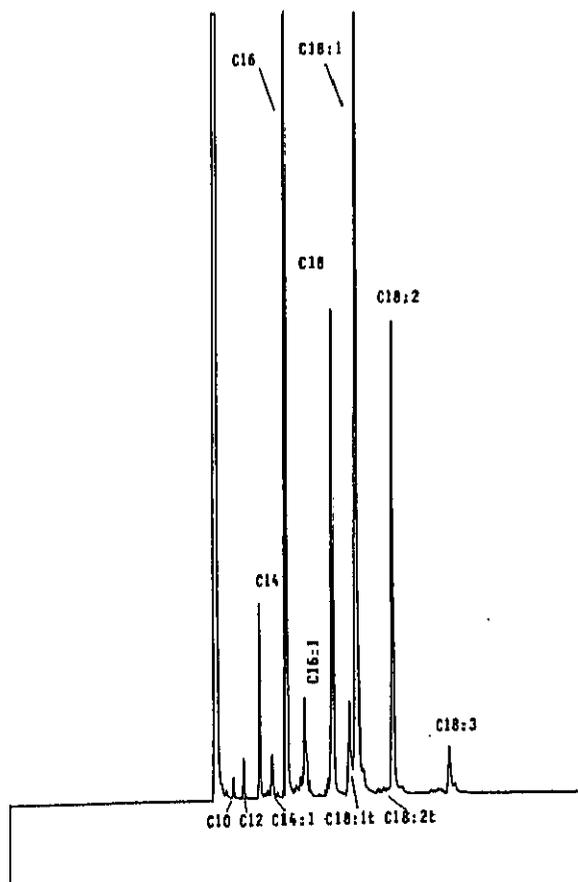


Figura 29.- Cromatograma de los ácidos grasos de una hamburguesa con queso (Muestra HQ-9).

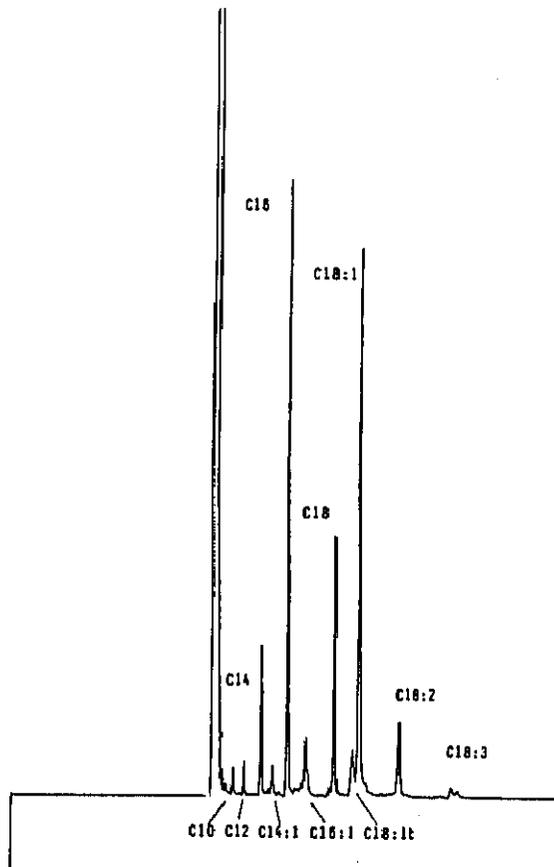


Figura 30.- Cromatograma de los ácidos grasos de una hamburguesa doble con queso (HDQ-7).

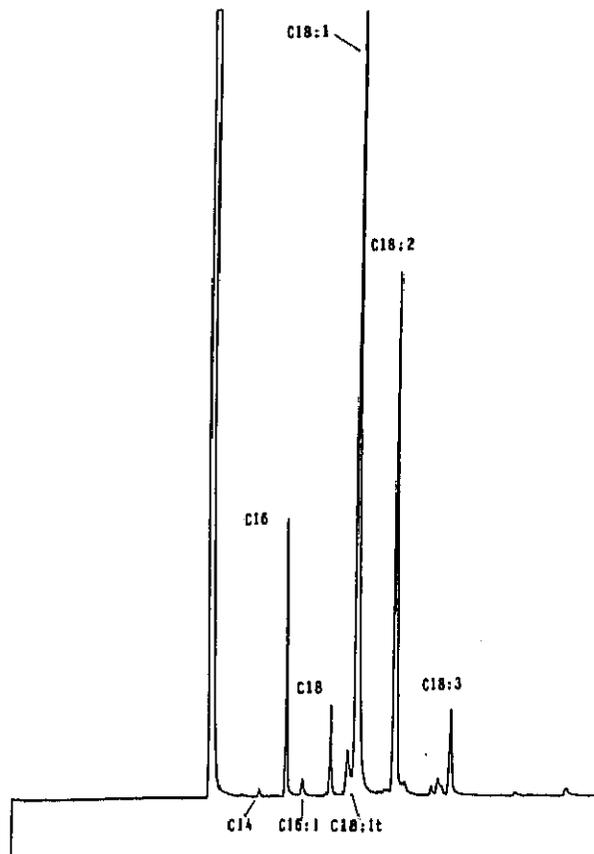


Figura 31.- Cromatograma de los ácidos grasos de una hamburguesa de pollo (Muestra HPO-7).

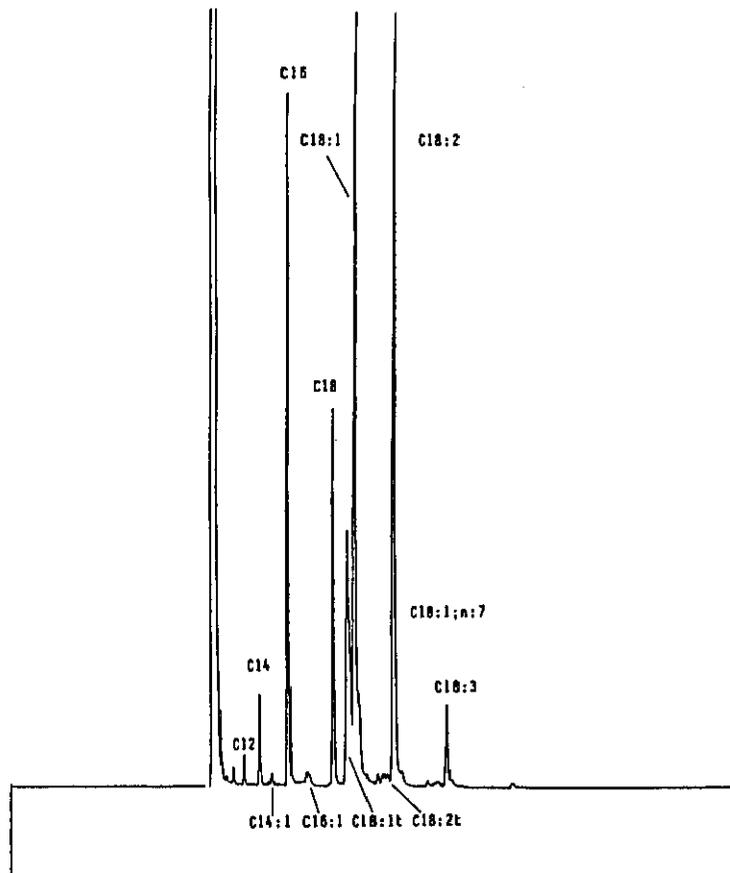


Figura 32.- Cromatograma de los ácidos grasos de una hamburguesa de pescado (Muestra HPE-7).

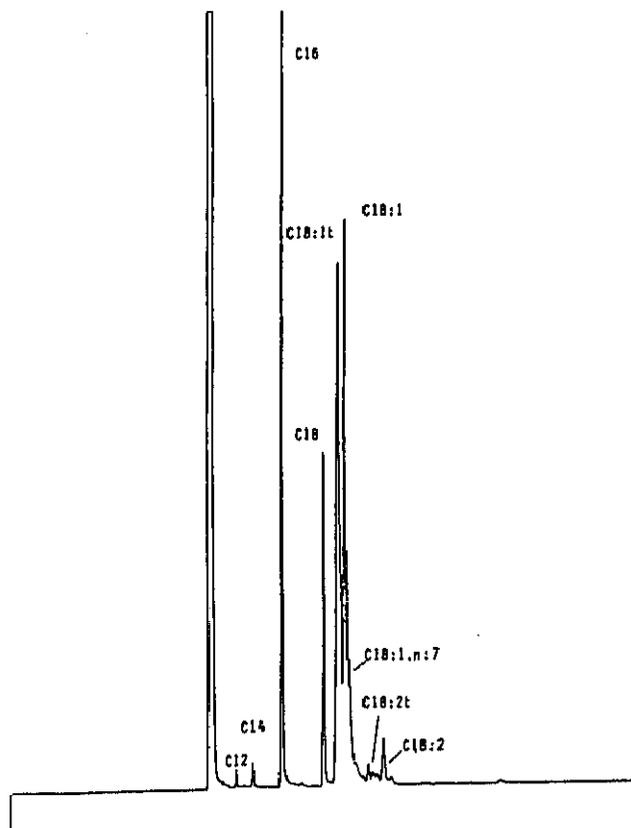


Figura 33.- Cromatograma de los ácidos grasos de patatas fritas de hamburguesería (Muestra PB-10).

43,3% y ácidos grasos poliinsaturados 7,4%, habiendo obtenido una relación de $P/S=0,15$. Respecto a la composición en ácidos grasos obtenida en las hamburguesas de pescado fue la siguiente: Ácidos grasos saturados 32,9%; ácidos grasos monoinsaturados 31,0% y ácidos grasos poliinsaturados 36,1%, con una relación $P/S=1,10$.

En otro trabajo realizado por Greenfield y col. (1.981) acerca de la composición en ácidos grasos de alimentos adquiridos en diferentes cadenas de hamburgueserías en la ciudad de Sidney (Australia) encontraron para las hamburguesas un contenido medio de ácidos grasos saturados del 44,0%, un 46,0% para los monoinsaturados y un 10,0% para los poliinsaturados, con una relación $P/S=0,22$. En el caso de las hamburguesas de pollo los valores obtenidos fueron un 47,0% para los ácidos grasos saturados, un 43,0% para los monoinsaturados y 10,0% para los poliinsaturados con una relación $P/S=0,21$.

En otro estudio realizado por Gaeta y col. (1.988) en el Instituto Nacional de la Nutrición de Roma sobre la composición química y aporte nutricional de alimentos tipo "fast-food" procedentes de grandes cadenas comerciales, obtuvieron asimismo, resultados concordantes con los nuestros. La distribución porcentual de los ácidos grasos en las hamburguesas era la siguiente: Ácidos grasos saturados 43,6%; ácidos grasos monoinsaturados 46,2% y ácidos grasos poliinsaturados 10,2%, con una relación $P/S=0,23$. En las hamburguesas con queso la distribución porcentual era la siguiente: Ácidos grasos saturados 48,0%; ácidos grasos monoinsaturados 41,6% y ácidos grasos poliinsaturados 10,4%, con una relación $P/S=0,22$. Para las hamburguesas dobles con queso la distribución porcentual era la siguiente: Ácidos grasos saturados 48,2%; ácidos grasos monoinsaturados 43,5% y ácidos grasos poliinsaturados 8,3%, con una relación $P/S=0,17$. De todas formas la conclusión más interesante a la que

llegaron estos autores es la necesidad de complementar estos alimentos de hamburgueserías con otros más ricos en fibra, vitaminas B₁, B₂ y B₆ y en algunos minerales (magnesio y cobre) especialmente en los casos de consumo sistemático de los mismos.

Finalmente, Ball y col. (1.992) en un estudio realizado en Inglaterra sobre los productos típicos de las cadenas de hamburgueserías, obtuvieron los siguientes resultados para los ácidos grasos saturados: Hamburguesas (47,2-50,5%), hamburguesas con queso (49,3%), hamburguesas de pollo (26,8%) y hamburguesas de pescado (21,5%).

Examinando detenidamente el conjunto de estos datos encontramos que en general son similares a los obtenidos en nuestro estudio.

5.2.1.1.2.- Isómeros trans

Como ya expusimos en la introducción la presencia de isómeros trans en los alimentos puede ser debida bien a causas naturales como las reacciones secundarias que se producen en los procesos de hidrogenación biológica en el estómago de los rumiantes o como consecuencia de procesos tecnológicos industriales tales como la hidrogenación, la refinación y otros. En los animales rumiantes la flora propia posibilita que actúen isomerasas y reductasas sobre los ácidos grasos insaturados ingeridos y conducen a la formación de, entre otros, el llamado ácido vaccénico (C18:1,11- trans). Sin embargo, en los procesos de hidrogenación catalítica o de refinación los isómeros trans que habitualmente se producen son el ácido eláidico (C18:1,9-trans), isómero trans del ácido oleico, los isómeros trans del ácido linoleico (C18:2, 9 trans- 12 trans; C18:2, 9 cis-12 trans y C18:2, 9 trans-12 cis) y una pequeña proporción de isómeros trans del ácido linolénico C18:3).

La expresión para calcular el contenido de isómeros trans (%) en la fracción lipídica de los alimentos es la siguiente:

$$\text{Isómeros Trans (\%)} = \frac{\sum \text{Trans Monoinsat.} + \sum \text{Trans Poliinsat.}}{\text{Acidos Grasos Totales}} \times 100$$

En los isómeros trans monoinsaturados, están incluidos el isómero trans del ácido palmítico (C16:1t), el ácido elaídico (C18:1, 9t) y el ácido vaccénico (C18:1, 11t), y en los isómeros trans poliinsaturados están incluidos los del ácido linoleico (C18:2t) y los del ácido linolénico (C18:3t).

En el porcentaje total de isómeros trans influyen los siguientes factores: Tipo de carne (y por lo tanto de grasa) con la que han sido elaboradas las hamburguesas, la posible presencia de estos isómeros en el queso y de forma primordial el tipo de grasa o aceite empleado en su elaboración.

En el caso de las hamburguesas de carne el isómero mayoritario encontrado ha sido el ácido elaídico cuyo tiempo de retención en las condiciones de trabajo establecidas se corresponde prácticamente con el del isómero trans del ácido vaccénico, existiendo también pequeñas proporciones de los isómeros trans del ácido linoleico.

En las hamburguesas de pollo y de pescado el origen de estos isómeros es debido fundamentalmente a los aceites y/o grasas empleados en su elaboración, ya que naturalmente no los poseen.

El contenido medio de isómeros trans encontrado en las hamburguesas ha sido del 3,7%, en las hamburguesas de carne con queso el 3,9% y en las hamburguesas dobles con queso del

4,3%, en estos resultados podemos observar la influencia fundamental de la carne y del queso en los niveles detectados (Figuras 28, 29 y 30 respectivamente).

En las hamburguesas de pollo el contenido medio en isómeros trans es relativamente bajo en torno al 2,4% (coeficiente de variación 122,3%), lo que nos da una idea de la gran variabilidad de los resultados obtenidos, habiéndose observado un significativo aumento en la últimas muestras analizadas (HPO9 y HPO10). En la Figura 31 está representado el cromatograma de los ácidos grasos de una hamburguesa de pollo (muestra HPO7).

Un caso similar es el de las hamburguesas de pescado ya que debido a la influencia que tiene el aceite empleado en el proceso de fritura los niveles de isómeros trans encontrados son más altos con un valor medio del 7,4% (coeficiente de variación 97,2%). En la Figura 32 se puede apreciar el cromatograma de los ácidos grasos y la presencia de los isómeros trans (C18:1t y C18:2t) de la muestra HPE7.

Como resumen podemos concluir que las grasas animales (empleadas hasta el año 1.991 en el proceso de fritura) han sido sustituidas por aceites vegetales hidrogenados en la elaboración de los alimentos de hamburgueserías. Esta circunstancia aunque indudablemente confiere a los aceites una mayor estabilidad respecto a posibles alteraciones, también trae consigo un significativo aumento en los niveles de isómeros trans y la consiguiente disminución del aporte de ácidos grasos esenciales.

Los datos aportados por otros autores respecto a los niveles de isómeros trans en las hamburguesas son los siguientes: Slover y col. (1.980) encontraron niveles de isómeros trans del 3,7% en las hamburguesas, del 3,8% en las hamburguesas con queso, del 4,3% en las

hamburguesas dobles con queso y un 3,6% en las de pescado, valor este último sensiblemente inferior al nuestro por las razones apuntadas.

En un estudio realizado recientemente por Boatella y col. (1.993) en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona acerca del contenido de isómeros trans en la dieta española, en productos similares a los estudiados obtuvieron valores ligeramente superiores a los nuestros (4,5-6,3%), pero habrá que tener en cuenta que estos datos están referidos a carne de vacuno únicamente y por lo tanto no tienen en cuenta los otros componentes que forman la unidad de la hamburguesa.

En el Gráfico 4 están representados los contenidos en isómeros trans en los alimentos de hamburgueserías.

5.2.1.1.3.- Colesterol

Si tenemos en cuenta que los valores de colesterol recomendados por la American Heart Association para los niños mayores de 2 años están en 100 mg/1000 kcal., con un valor máximo de 300 mg/persona/día (Weidman y col. 1.983; National Academy of Sciences, 1.989; O.M.S., 1.990), en el caso de las hamburguesas y tomando como referencia el valor "colesterol/unidad de producto" en general se observa que el contenido de este compuesto en estos productos no supone una gran proporción de la cantidad recomendada dejando un margen suficiente para los aportes de colesterol por otros alimentos de la dieta.

Como es lógico, el máximo contenido en colesterol lo presentaban las hamburguesas dobles con queso, con un valor medio de 71,7 mg/unidad (coeficiente de variación 34,3%), en las hamburguesas con queso el contenido medio obtenido fue de 31,5% de mg/unidad (coeficiente de variación 38,4), en las hamburguesas el contenido medio obtenido fue de 19,9 mg/unidad

(coeficiente de variación 19,1%). En las hamburguesas de pollo el contenido medio obtenido fue 18,2 mg/unidad (coeficiente de variación 13,9) y en las hamburguesas de pescado el contenido medio obtenido fue de 26,1 mg/unidad (coeficiente de variación 12,6%) (Gráfico 5).

Los resultados acerca del contenido de colesterol en este tipo de productos encontrados por otros autores se hallan en niveles ligeramente superiores a los detectados en nuestro estudio. Así, Slover y col. (1.980) obtuvieron los siguientes resultados: 31,3 mg/100 g en las hamburguesas, 43,8 mg/100 g en las hamburguesas con queso, 72,3-93,9 mg/100 g en las hamburguesas dobles con queso y 26,5-39,6 mg/100 g en las hamburguesas de pescado.

En otro estudio Wills y Greenfield (1.980) encontraron los siguientes valores de contenido de colesterol: Hamburguesas 21 mg/100 g, hamburguesas con queso 30 mg/100 g, hamburguesas dobles con queso 37 mg/100 g y hamburguesas de pescado 27 mg/100 g. En un segundo estudio Greenfield y col. (1.981) encontraron valores más acordes con los nuestros, así las hamburguesas tenían 20 mg/100 g de colesterol, 29 mg/100 g las hamburguesas con queso y 34 mg/100 g las hamburguesas dobles con queso.

No obstante habrá que tener en cuenta la evolución habida en el empleo de grasas y/o aceites en la elaboración de algunos de estos productos desde la realización de estos estudios hasta nuestros días.

Aunque la sustitución de grasas animales por aceites y/o grasas vegetales puede ser beneficiosa para disminuir los niveles de colesterol, no debemos olvidar que si las grasas vegetales son muy saturadas o si son empleados aceites con un grado de hidrogenación muy alto, desde un punto de vista estrictamente nutricional no se habrá avanzado lo suficiente para lograr dietas más saludables.

5.2.1.2.- Patatas fritas de hamburgueserías

Este tipo de alimentos denominados por otros autores como "french fries" suele ser el complemento habitual de las hamburguesas en este tipo de establecimientos.

5.2.1.2.1.- Ácidos grasos

La composición en ácidos grasos ha evolucionado notablemente en estos alimentos ya que como hemos citado anteriormente, prácticamente hasta comienzos de los años 90 las grasas que habitualmente se utilizaban para el proceso de fritura eran de origen animal, sin embargo su uso fue declinando poco a poco debido fundamentalmente a una serie de factores de tipo social (protestas de las asociaciones de consumidores), comercial, sanitario, etc., hasta ser sustituidas totalmente por aceites de origen vegetal.

Todo esto conlleva una disminución de los ácidos grasos saturados encontrados en estos productos (se ha pasado del 51-55% al 36-40%) pero sin embargo no se aprecia un aumento en la misma proporción de los ácidos grasos poliinsaturados (salvo en las muestras PF7 y PF11).

Como era de esperar las relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados no han sufrido (salvo en los dos casos apuntados) grandes variaciones ya que a pesar de utilizarse aceites de origen vegetal su composición en ácidos grasos poliinsaturados no ha aumentado al haber sido éstos parcialmente hidrogenados. El valor medio de la relación P/S obtenido fue de 0,11 (coeficiente de variación 71,2%).

Sin embargo, sí se aprecia un aumento considerable de los ácidos grasos monoinsaturados que han pasado de un 40-44% a un 55-60%, pero hay que tener en cuenta que en estos porcentajes están incluidos los isómeros trans (ácido eláidico fundamentalmente), por lo tanto,

desde un punto de vista nutricional no es un dato tan positivo como cabría esperar, ya que los isómeros trans tienen un mayor poder aterogénico (Mensik y Katan, 1.990).

En cuanto a los datos bibliográficos encontrados sobre la composición en ácidos grasos de estos alimentos, Slover y col. (1.980) obtuvieron resultados similares a los nuestros respecto a los niveles de ácidos grasos saturados (42,8-44,1%) y de sus relaciones P/S que oscilaban entre 0,06 y 0,12.

En la Tabla 26 están reflejados los resultados correspondientes a la composición en ácidos grasos de las patatas fritas de hamburgueserías.

5.2.1.2.2.- Isómeros trans

El hecho de emplearse actualmente aceites vegetales hidrogenados en la fritura de estos elementos se ha detectado por el aumento considerable de la presencia de isómeros trans observada, ya que se ha pasado de valores en torno al 3% (principios del año 1.990) hasta los valores actuales que giran en torno al 28-30%. El isómero trans mayoritariamente encontrado ha sido el ácido elaídico (C18:1t) y en algunos casos se ha detectado la presencia de los isómeros trans del ácido linoleico (C18:2t).

En la Figura 33 está representado el cromatograma de los ácidos grasos de una muestra de patatas fritas de hamburguesería (muestra PF10) en la que podemos apreciar claramente los isómeros trans del ácido oleico y del ácido linoleico.

Los niveles de isómeros trans encontrados por Slover y col. (1.980) oscilaban entre un 3,5 y un 4,6%, pero hay que tener en cuenta la fecha de realización del trabajo ya que probablemente entonces no se utilizaban aún aceites vegetales hidrogenados en el proceso de fritura.

En unos análisis que realizamos en el Centro Nacional de Alimentación (febrero, 1.992) a unas muestras de aceites de freidoras utilizados en una cadena de establecimientos "fast foods" en la ciudad de Miami (EE.UU.), encontramos valores de isómeros trans en torno al 22,2% (18,9% C18:1t y 3,3% C18:2t), lo que de alguna forma nos confirma la tendencia actual consistente en la utilización de este tipo de aceites.

En el Gráfico 4 está representado gráficamente el contenido de isómeros trans en las patatas fritas de hamburgueserías.

5.2.1.2.3.- Colesterol

El contenido de colesterol en este tipo de alimentos estará directamente relacionado con el tipo de grasa y/o aceite empleado en la fritura, por esta razón los niveles encontrados antaño eran más altos que los actuales. Así, en las 4 primeras muestras analizadas (muestras tomadas en el año 1.990) existía presencia de colesterol (3,6-10,2 mg/100 g) mientras que en la mayoría de las restantes los niveles encontrados eran de trazas (Tr. < 1 mg/100 g), habiéndose obtenido un valor medio de 3,1 mg/100 g (coeficiente de variación 99,1%) (Gráfico 5).

Slover y col. (1.980) encontraron niveles de colesterol comprendidos entre 7,2 y 16,4 mg/100 g, este dato confirma la presencia de grasas de origen animal. (Shields Y Young, 1.990).

5.2.2.- APERITIVOS

5.2.2.1.- Patatas fritas

Como se ha visto en la parte correspondiente a los Análisis Generales, las patatas fritas contienen una elevada cantidad de grasa (35,2%), lo cual supone un aporte calórico

considerable (550 kcal./100 g) que, probablemente no se tenga en cuenta a la hora de su consumo, al tratarse de un producto que se toma preferentemente como aperitivo.

Una vez extraída la grasa de las patatas fritas mediante el procedimiento en frío explicado en la Parte Experimental, pasamos a estudiar la fracción lipídica de estos alimentos. En la Tabla 37 está reflejado el resumen de los datos obtenidos en estos productos.

5.2.2.1.1.- Ácidos grasos

Una vez preparados los ésteres metílicos de los ácidos grasos fueron analizados por cromatografía de gases según las condiciones de trabajo descritas en la Parte Experimental.

Realizado el estudio de las patatas fritas destacamos las siguientes consideraciones:

1. De las 25 muestras analizadas solamente 7 casos presentaban unas relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados inferiores a la unidad. El valor mínimo obtenido fue de $P/S=0,19$ y el máximo $P/S=6,62$, habiéndose obtenido un valor medio de $P/S=3,10$ (coeficiente de variación 65,75%). Esta circunstancia nos permite hacer una valoración global positiva de estos alimentos en lo que a su contenido en ácidos grasos respecta, ya que en general se cumplen las recomendaciones relativas a las relaciones P/S que deben ser mayores o iguales a la unidad (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

2. La distribución porcentual de los ácidos grasos encontrada fue la siguiente: Saturados 24,1% (coeficiente de variación 65,2%), Monoinsaturados 30,1% (coeficiente de variación 30,2%) y Poliinsaturados 45,8% (coeficiente de variación 50,3%) (Gráfico 8).

3. Los aceites empleados en la fritura han sido fundamentalmente aceites de semillas tipo girasol y soja (en 18 casos), habiendo sido empleados en los 7 casos restantes probablemente

aceite de palma, caracterizado por su alto contenido en ácido palmítico (C16:0) y ácido oleico (C18:1). En ninguna de las muestras analizadas fue empleado el aceite de oliva, al menos como único aceite.

4. La práctica ausencia de los ácidos grasos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0) en las muestras analizadas (excepción hecha de las 7 muestras citadas) nos indica que no han sido utilizadas grasas láuricas (tipo coco-palmiste) ni grasas animales en la fritura. Asimismo, el hecho de que no aparezcan ácidos grasos de cadena corta (C9) es indicativo de que las condiciones en las que se ha llevado a cabo la fritura no fueron muy severas y que los aceites empleados no estaban deteriorados.

Según Coll y Rueda (1.984) el aceite que primero se altera en la fritura si se realiza en condiciones extremas de temperatura o de forma repetida es el aceite de soja, mientras que el de oliva tarda mucho en alterarse, presentando un comportamiento intermedio entre ambos el aceite de girasol.

Todos los valores relativos a la composición de ácidos grasos en las muestras realizadas están reflejados en la Tabla 27.

En la Figura 34 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de unas patatas fritas elaboradas con aceite de palma (muestra AP12) en el que observamos que los picos mayoritarios corresponden a los ácidos grasos palmítico (C16:0) y oleico (C18:1). Asimismo, en la Figura 35 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de unas patatas fritas elaboradas con aceite de soja (muestra AP24) caracterizada por su alto contenido en ácido linoleico (C18:2) y la presencia del ácido linoléico (C18:3).

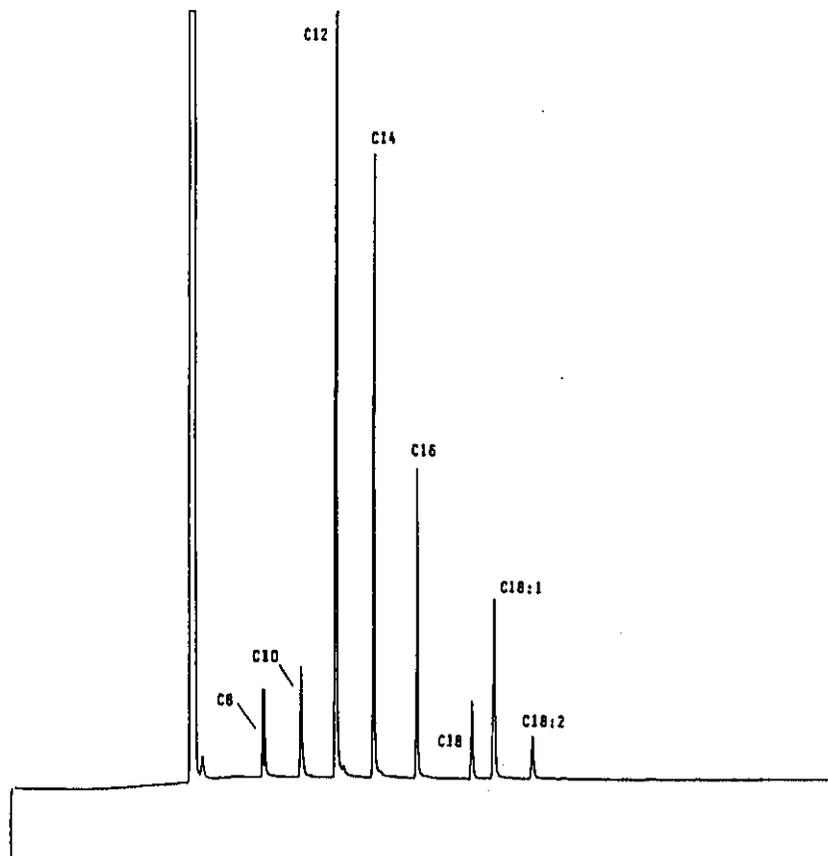


Figura 34.- Cromatograma de los ácidos grasos de patatas fritas de aperitivo (AP-12).

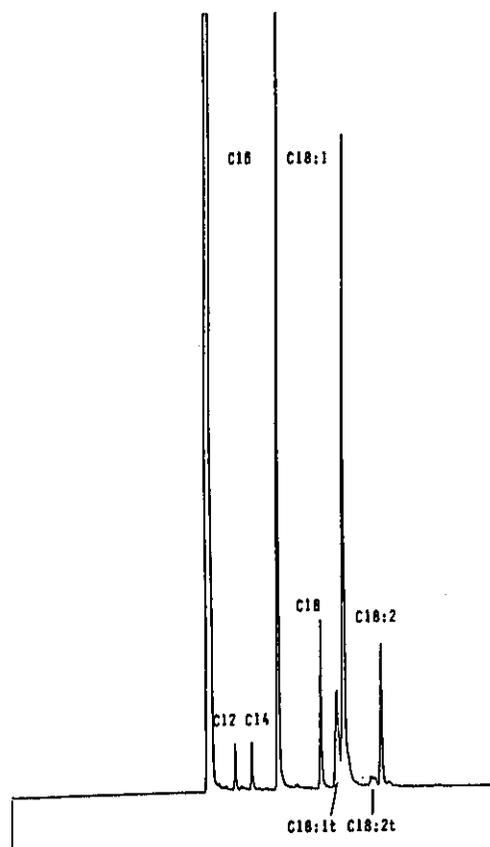


Figura 35.- Cromatograma de los ácidos grasos de patatas fritas de aperitivo (AP-24).

Han sido numerosos los trabajos realizados referentes al estudio de los aceites y/o grasas de fritura extraídos de las patatas fritas. Entre los realizados en nuestro país, destacan el mencionado de Coll y Rueda (1.984), que estudiaron la incidencia de la fritura en la composición de la fracción lipídica de diversos aperitivos procedentes de freidurías de venta directa al público en la provincia de Madrid. Estudiando las conclusiones relativas al análisis de los ácidos grasos de los aceites extraídos de estos alimentos encontramos las siguientes diferencias con nuestros resultados:

a) Estos autores detectaron la presencia del ácido mirístico (C14:0) en proporciones significativas en 9 de los 20 casos analizados, demostrando con ello la utilización de una grasa de origen animal en el baño de fritura.

b) Se detectó la presencia de ácidos grasos de cadena corta en 7 muestras, circunstancia esta que indicaba la alteración del aceite de fritura en dichos casos.

c) Los aceites utilizados en los baños de fritura fueron preferentemente aceites de semillas (girasol o soja) o sus mezclas con otros aceites o grasas comestibles, no habiéndose detectado el aceite de palma, al menos, como único componente.

Otro estudio interesante fue el realizado por Anechina y col. (1.987) en el Laboratorio Municipal de Madrid sobre un total de 64 muestras de patatas fritas obtenidas de 3 formas diferentes: Envasadas (33 unidades), en establecimientos de fabricación propia (24 unidades) y en despachos de venta a granel (17 unidades).

El porcentaje de grasa encontrado oscilaba entre un mínimo del 26,1% y un máximo del 49,6%, con un valor medio del 37,8%, valores estos muy similares a los nuestros.

Respecto a la naturaleza del aceite y/o grasa empleado en la fritura, en un 42,2% de los casos era aceite de girasol, en un 37,5% de soja, en un 6,2% de oliva y el resto eran mezclas de soja/palma 4,7%, oliva/girasol 3,1%, girasol/soja 3,1%, oliva/soja 1,6% y soja/grasa animal 1,6%.

Otro aspecto a destacar en este estudio es que el 12,5% de las muestras de aceites analizados tenían más de un 25% de compuestos polares y por lo tanto no eran aptos para consumo humano (Norma de Calidad para los Aceites y Grasas Calentados, 1.989).

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas de calidad entre las patatas fritas envasadas y las procedentes de fábricas o establecimientos de venta a granel.

5.2.2.1.2.- Isómeros trans

La baja presencia de isómeros trans detectada en las muestras analizadas demuestra que en general no han sido utilizados aceites y/o grasas hidrogenados en los procesos de fritura y que además éstos no se han realizado a temperaturas extremas (por encima de 200° C).

Los valores encontrados oscilaban entre la no detección de estos compuestos en un 50% de los casos, presencia de trazas en 6 muestras y un valor máximo excepcional del 19,9% en la muestra AP11. El valor medio obtenido fue del 0,9% (Gráfico 9).

El isómero trans detectado mayoritariamente ha sido el ácido elaídico (C18:1t) además de la presencia en algunos casos de los isómeros trans del ácido linoleico (C18:2t).

Los valores de isómeros trans encontrados en el estudio realizado por Coll y Rueda (1.984) en las grasas extraídas de las patatas fritas eran incluso inferiores a los nuestros, ya que sus valores oscilaban entre trazas y un 0,18%.

5.2.2.1.3.- Colesterol

Los bajos niveles de colesterol encontrados oscilaban entre un valor mínimo de trazas en 18 muestras y uno máximo de 2,5 mg/100 g, habiéndose obtenido un valor medio de trazas ($Tr < 1 \text{ mg}/100 \text{ g}$) con un coeficiente de variación del 67,1% (Gráfico 10).

Estos bajos niveles corroboran de alguna forma que no han sido empleadas grasas de origen animal en la elaboración de estos productos y que este compuesto sólo está presente en las muestras elaboradas con aceite de palma.

5.2.2.2.- Aperitivos sabor a queso

Aunque los aperitivos sabor a queso se consideran preparados de utilización básicamente frutiva, habrá que tener en cuenta su alto contenido en grasa (36,9%) y su alto valor energético (559 kcal./100 g) con el fin de ejercer algún tipo de control sobre una ingesta desmesurada de este tipo de productos, especialmente cuando se trate de la población infantil.

En la elaboración de este tipo de productos se suele emplear sémola de maíz o de arroz, además de aceites y/o grasas comestibles y aditivos autorizados tales como potenciadores de sabor, aromas, colorantes, antioxidantes, etc.

5.2.2.2.1.- Ácidos grasos

Una vez analizados los aceites y/o grasas extraídos de las muestras de aperitivos sabor a queso y habiendo determinado su composición en ácidos grasos por cromatografía de gases, creemos conveniente realizar las siguientes consideraciones:

1. La distribución porcentual de los ácidos grasos encontrada fue la siguiente: Saturados 51,9% (coeficiente de variación 60,8%), Monoinsaturados 23,8% (coeficiente de variación 62,4%) y Poliinsaturados 24,3% (coeficiente de variación 107,9%) (Gráfico 8).

2. A diferencia de lo que ocurría en las patatas fritas, en el caso de los aperitivos sabor a queso fueron empleados para su elaboración aceites y/o grasas vegetales de procedencia diversa, predominando las grasas láuricas (tipo coco-palmiste) detectadas por la presencia de los ácidos grasos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0), en una relación aproximada de 2,8:1 (muestras AQ1, AQ3, AQ6 y AQ10); aceite de palma rico en ácido palmítico (C16:0) detectado en las muestras AQ2, AQ4, AQ5 y AQ7 y otros aceites vegetales entre los que destacan los de semillas tipo soja (muestras AQ8, AQ9, AQ11 y AQ12).

3. Esta diversidad de aceites y/o grasas empleados en la elaboración de estos productos condiciona de alguna manera que la relación Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados tenga una gran variabilidad y que sea inferior a la unidad ($P/S < 1$) en los casos en los que hayan sido empleadas grasas vegetales saturadas y superior a la unidad ($P/S > 1$) cuando hayan sido empleados aceites de semillas. El valor medio obtenido fue de $P/S=1,27$ (coeficiente de variación 140,6%), con un valor mínimo de $P/S=0,01$ y uno máximo de $P/S=4,56$. El alto coeficiente de variación obtenido nos da una idea acerca de la diversidad de aceites y/o grasas empleados en la elaboración de estos productos.

Los resultados correspondientes a la composición en ácidos grasos de los aperitivos sabor a queso están reflejados en la Tabla 28.

Asimismo en la Figura 36 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de un aperitivo sabor a queso (muestra AQ6) elaborado con grasas láuricas.

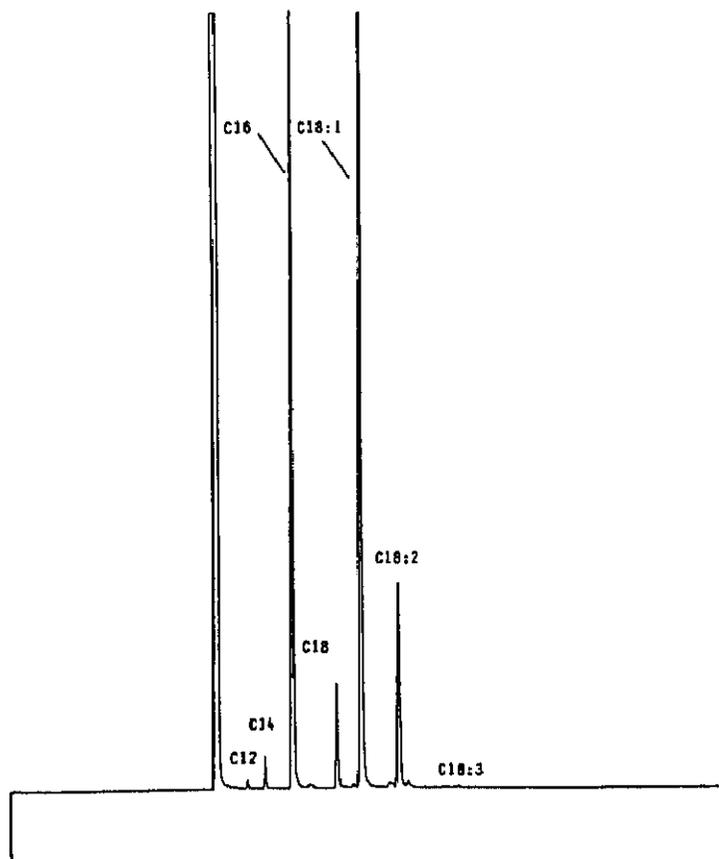


Figura 36.- Cromatograma de los ácidos grasos de un aperitivo sabor a queso (Muestra AQ-6).

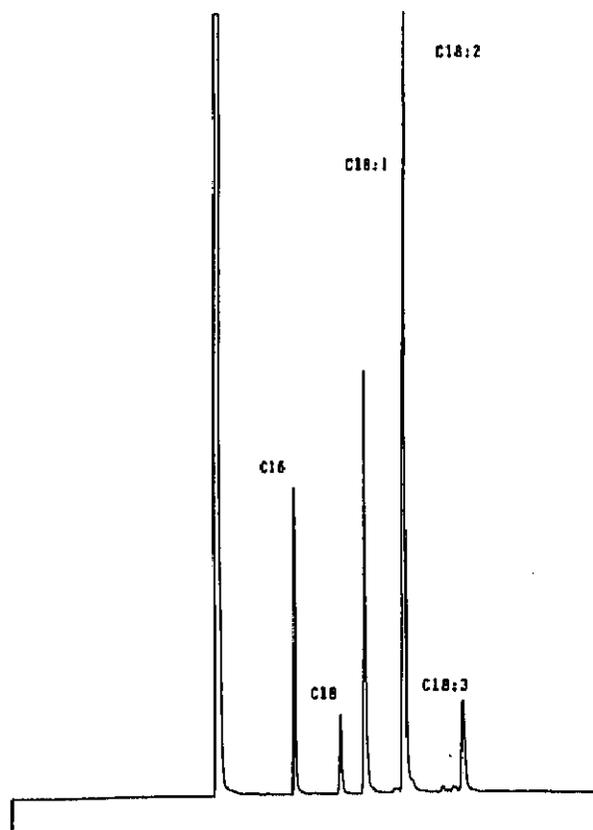


Figura 37.- Cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" tipo "donuts" (Muestra PD-3).

5.2.2.2.2.- Isómeros trans

El hecho de no haber detectado la presencia de isómeros trans en prácticamente ninguna muestra (tan sólo un 0,3% en las AQ4 y AQ9, y un 0,4% en la AQ7) revela que los aceites y/o grasas empleados en su elaboración no estaban hidrogenados. El valor medio obtenido fue del 0,1% (coeficiente de variación 147,7%) (Gráfico 9).

5.2.2.2.3.- Colesterol

Los niveles de colesterol detectados oscilaban entre valores de trazas (Tr. < 1 mg/100 g) en las muestras AQ8 y AQ9 y 7,5 mg/100 g en la muestra AQ5, siendo el valor medio obtenido de 2,9 mg/100 g (coeficiente de variación 76,0%), valores estos que nos indican que en general no han sido utilizadas grasas animales en su elaboración. En algunas de las muestras en las que se ha detectado colesterol (AQ2, AQ5 y AQ7) declaraban la presencia de queso en el etiquetado (Gráfico 10).

Estos valores no son acordes con los obtenidos por Vázquez y col. (1.987) acerca del contenido de colesterol en 6 muestras de "fritos" comerciales envasados, cuyo rango de valores y contenido era mucho mayor (98-547 mg/100 g), aunque no se especificaba el tipo concreto de productos analizados.

5.2.3.- "PASTELITOS"

Las fuentes alimentarias de colesterol y grasas saturadas son bien conocidas en los alimentos básicos de consumo habitual (huevos, productos lácteos, productos cárnicos, mariscos, etc) pero sin embargo no se tiene apenas datos de tipo de grasa utilizada como ingredientes en los productos elaborados y que generalmente va referida bajo la denominación

de "aceites y/o grasas comestibles". Este fenómeno constituiría lo que se ha dado en denominar "fuentes alimentarias ocultas de grasas saturadas y colesterol".

En efecto, los alimentos clásicamente conocidos como ricos en colesterol, son fácilmente reconocibles porque su contenido graso suele ser aparente. Pero existen cada vez mayor número de productos comerciales, sobre todo en el campo de la bollería y la pastelería, de apariencia hidrocarbonada, cuyo contenido graso nos es desconocido y sobre todo, y más importante, nos es desconocida su naturaleza (Vázquez y col., 1.987).

Los niños y adolescentes, más vulnerables a la terrible presión publicitaria de las industrias alimentarias consumen cada día mayor número de estos alimentos, debido a la utilización de argumentos publicitarios agresivos y muchas veces inexactos.

Nuestro objetivo ha sido estudiar la fracción lipídica de estos alimentos y determinar su composición en ácidos grasos, presencia de isómeros trans y contenido en colesterol para realizar una evaluación de los mismos, considerando que son consumidos habitualmente por la población infantil en desayunos, almuerzos y/o meriendas (MAPA, 1.991; Consorcio Sanitario de Mataró, 1.994).

Hemos analizado un total de 34 productos a los que denominaremos genéricamente "pastelitos", los cuales fueron clasificados en 3 grupos: "Pastelitos" tipo "Donuts" (6 unidades), "Pastelitos" rellenos (8 unidades) y "Pastelitos" rellenos con cobertura (20 unidades).

El resumen de los resultados relativos al estudio de la fracción lipídica de los "pastelitos" de consumo infantil están reflejados en la Tabla 38.

5.2.3.1.- Acidos grasos

Una vez extraída la grasa y obtenidos los ésteres metílicos según la metódica expuesta en la Parte Experimental, efectuamos la determinación de los ácidos grasos por cromatografía de gases.

Una característica común a la mayoría de los "pastelitos" de consumo infantil estudiados ha sido la alta proporción de ácidos grasos saturados encontrada, debida a la utilización de grasas comestibles saturadas (generalmente de origen vegetal) en su elaboración.

En el caso de los "pastelitos" tipo "Donuts" de las 6 muestras analizadas cuatro de ellas tenían porcentajes de ácidos grasos saturados superiores al 50% y las otras dos estaban próximas a este valor, habiéndose obtenido un valor medio del 56,8% (coeficiente de variación 18,3%). Para los ácidos grasos monoinsaturados el valor medio obtenido fue del 33,7% (coeficiente de variación 25,5%) y para los ácidos grasos poliinsaturados el valor medio obtenido fue del 9,5% (coeficiente de variación 24,8%) (Gráfico 13).

Este hecho implica el haber obtenido unas relaciones Acidos Grasos Poliinsaturados/Saturados inferiores a la unidad en todas las muestras estudiadas, con un valor medio de $P/S=0,17$ (coeficiente de variación 39,3%).

Las grasas utilizadas en la elaboración de estos productos han sido preferentemente el aceite de palma que se caracteriza por sus altos porcentajes de los ácidos grasos palmítico (C16:0) y oleico (C18:1), detectado en las muestras PD1, PD2 y PD3, así como otras mezclas de aceites y/o grasas vegetales entre las que destacan las grasas láuricas (tipo coco-palmiste) caracterizadas por la presencia de los ácidos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0) en una proporción aproximada 2,8:1 (muestras PD4, PD5 y PD6).

En la Figura 37 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" tipo "Donuts" (muestra PD3) que fue realizado en condiciones isoterma. Asimismo, la Figura 38 corresponde al cromatograma de los ácidos grasos de la muestra PD6, el cual fue realizado con temperatura programada para apreciar mejor los ácidos grasos de cadena media.

En la Tabla 29 están reflejados los resultados obtenidos referentes a la composición en ácidos grasos de estos "pastelitos".

En los "pastelitos" rellenos existe una mayor variabilidad respecto a la composición en ácidos grasos, dependiendo lógicamente del tipo de aceite y/o grasa empleado en su elaboración.

De las 8 muestras analizadas solamente tres de ellas tenían valores de ácidos grasos saturados superiores al 50% (muestras PR1, PR2 y PR6), siendo en algunas muy inferiores a este valor (muestras PR7 y PR8). El valor medio obtenido fue del 44,3% (coeficiente de variación 56,3%). Para los ácidos grasos monoinsaturados el valor medio obtenido fue del 30,0% (coeficiente de variación 35,4%) y para los poliinsaturados fue del 25,7% (coeficiente de variación 78,3%) (Gráfico 13).

Las relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados en estos productos tenían una valoración global más positiva desde el punto de vista nutricional que en el caso anterior, ya que en 3 casos eran superiores a la unidad (muestras PR5, PR7 y PR8), habiéndose obtenido un valor medio de P/S=1,10 (coeficiente de variación 120,8%). Este alto coeficiente de variación nos indica que existe una amplia tipología de aceites y/o grasas que han sido empleados en la elaboración de estos productos.

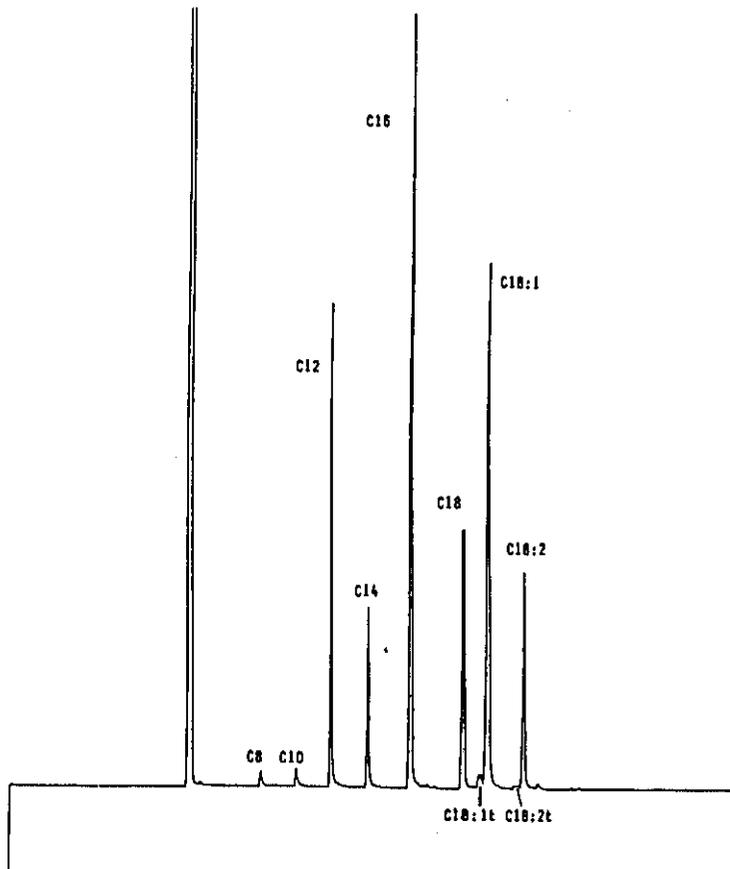


Figura 38.- Cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" tipo "donuts" (Muestra PD-6).

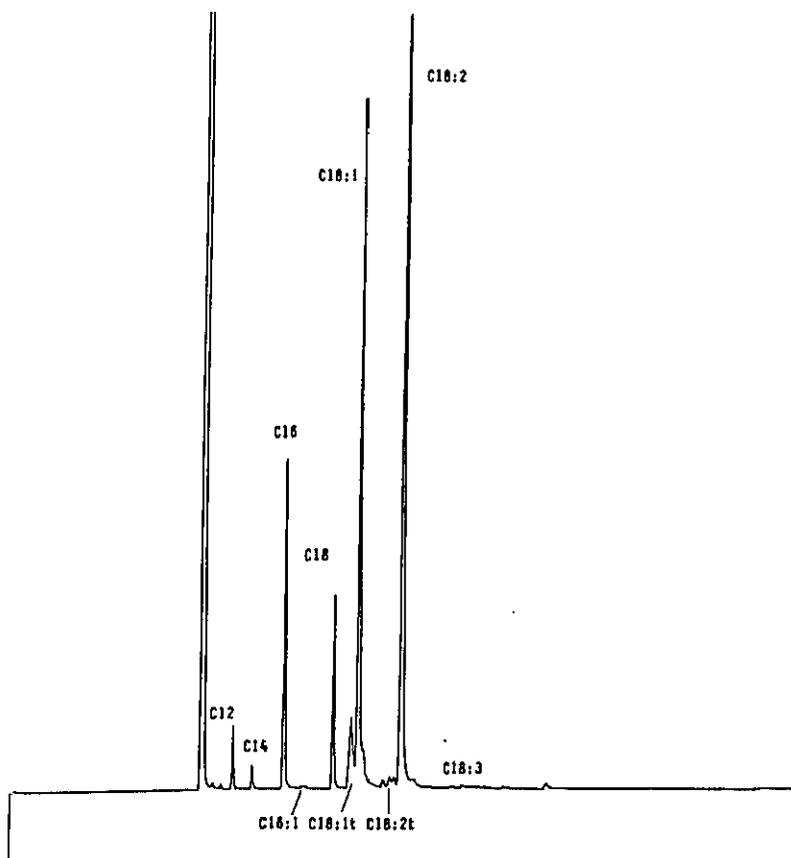


Figura 39.- Cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" relleno (Muestra PR-7).

En efecto, en las muestras PR1 y PR6 predominan las grasas láuricas, en las muestras PR 7 y PR8 los aceites vegetales insaturados que probablemente sean mezclas de aceites de semillas y de otros parcialmente hidrogenados (muestra PR7), y otras mezclas de aceites y/o grasas comestibles parcialmente hidrogenados en las muestras PR3, PR4, PR5 y PR6.

En la Figura 39 podemos observar el cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" relleno (muestra PR7) en el cual apreciamos la presencia de una grasa láurica además de otros aceites vegetales parcialmente hidrogenados detectados por la presencia del isómero trans del ácido oelico (ácido elaídico, C18:1t) e isómeros trans del ácido linoleico (C18:2t). La Figura 40 corresponde al cromatograma de los ácidos grasos de la muestra PR8 y fue realizado en condiciones isoterma.

En la Tabla 30 están reflejados todos los resultados correspondientes a la composición en ácidos grasos de los "pastelitos" rellenos.

En los **"pastelitos" rellenos con cobertura** también existe una gran variabilidad respecto a su composición en ácidos grasos, aunque predominan los que tienen altos porcentajes de ácidos grasos saturados.

De las 20 muestras analizadas en dieciseis de ellas los ácidos grasos saturados eran superiores al 50%, habiéndose obtenido un valor medio del 63,9% (coeficiente de variación 29,5%). Los ácidos grasos monoinsaturados obtenidos fueron de un 20,5% (coeficiente de variación 32,7%) y los poliinsaturados un 15,6% (coeficiente de variación 89,8%) (Gráfico 13).

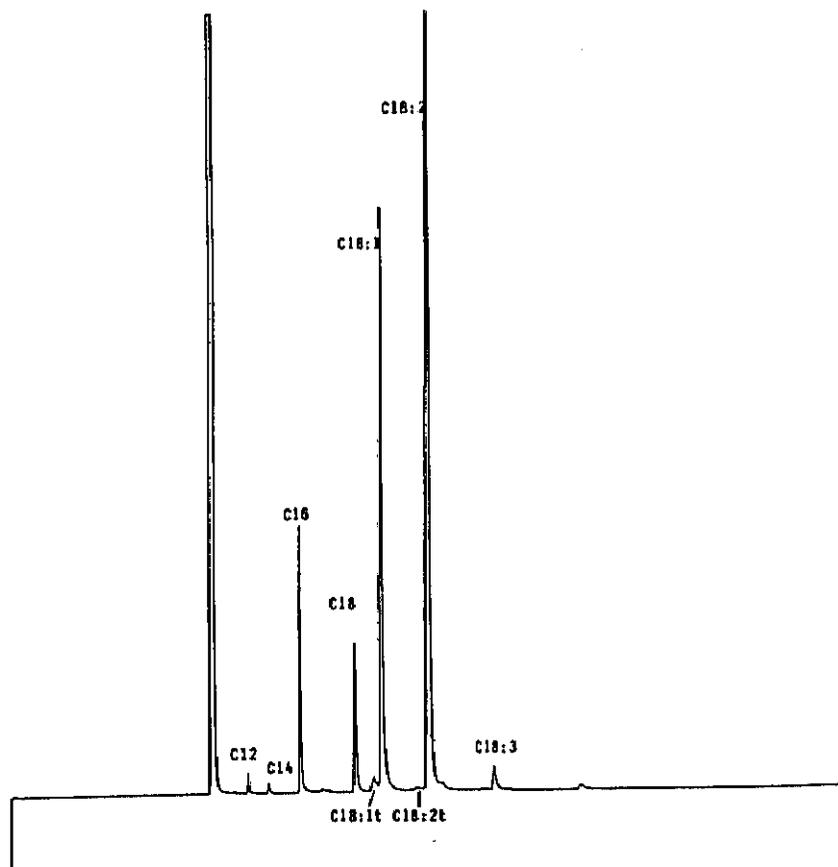


Figura 40.- Cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" relleno (Muestra PR-8).

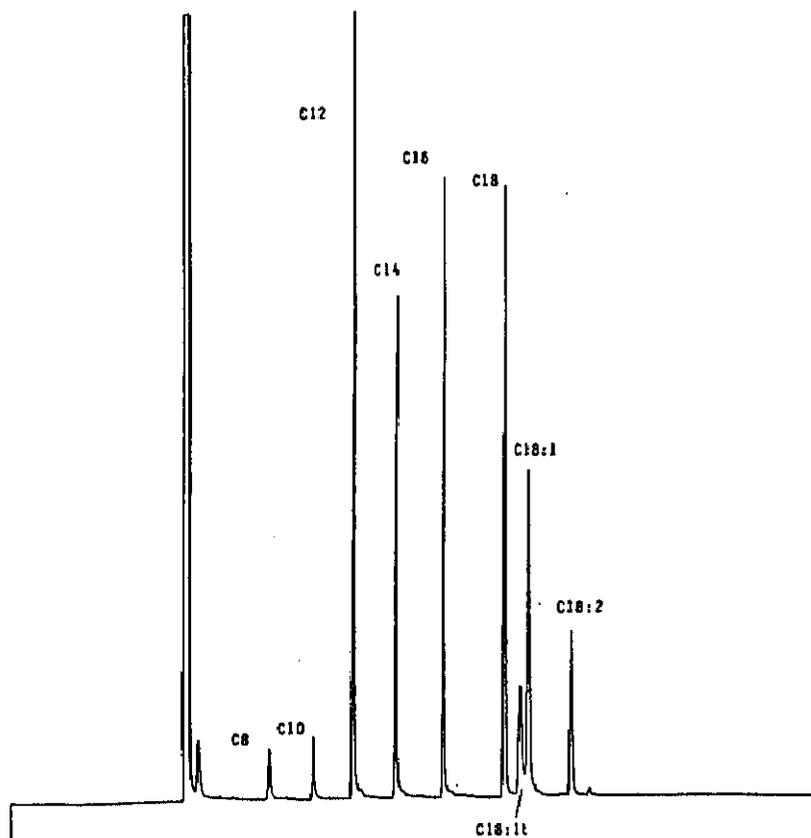


Figura 41.- Cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" relleno con cobertura (Muestra PRC-4).

Haciendo referencia a las relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados en este tipo de productos, la valoración general no es tan positiva como en el caso anterior ya que solamente en cuatro casos era superior a la unidad, habiéndose obtenido un valor medio de $P/S=0,39$ (coeficiente de variación 139,9%).

Para la elaboración de estos productos han sido empleadas preferentemente mezclas de grasas láuricas y otras de origen animal y/o vegetal, en algunos casos parcialmente hidrogenadas.

En la Figura 41 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" relleno con cobertura que corresponde a la muestra PRC4 y que fue realizado con temperatura programada. En dicho cromatograma observamos la presencia de una grasa láurica (alta proporción de ácidos láurico, C12:0, y mirístico, C14:0) además de otros aceites y/o grasas parcialmente hidrogenados, puesto de manifiesto por la presencia de los isómeros trans de los ácidos oleico (C18:1t) y linoleico (C18:2t). La Figura 42 corresponde al cromatograma de los ácidos grasos de la muestra PRC14 y también fue realizado con temperatura programada.

En la Tabla 31 están reflejados todos los resultados correspondientes a la composición en ácidos grasos de los "pastelitos" rellenos con cobertura.

El hecho de que una gran mayoría de los "pastelitos" de consumo infantil estudiados tengan unas relaciones P/S inferiores a la unidad, nos indica que se alejan bastante de los valores recomendados ($P/S \geq 1$) y que será aconsejable controlar el consumo de los mismos por parte de la población infantil (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

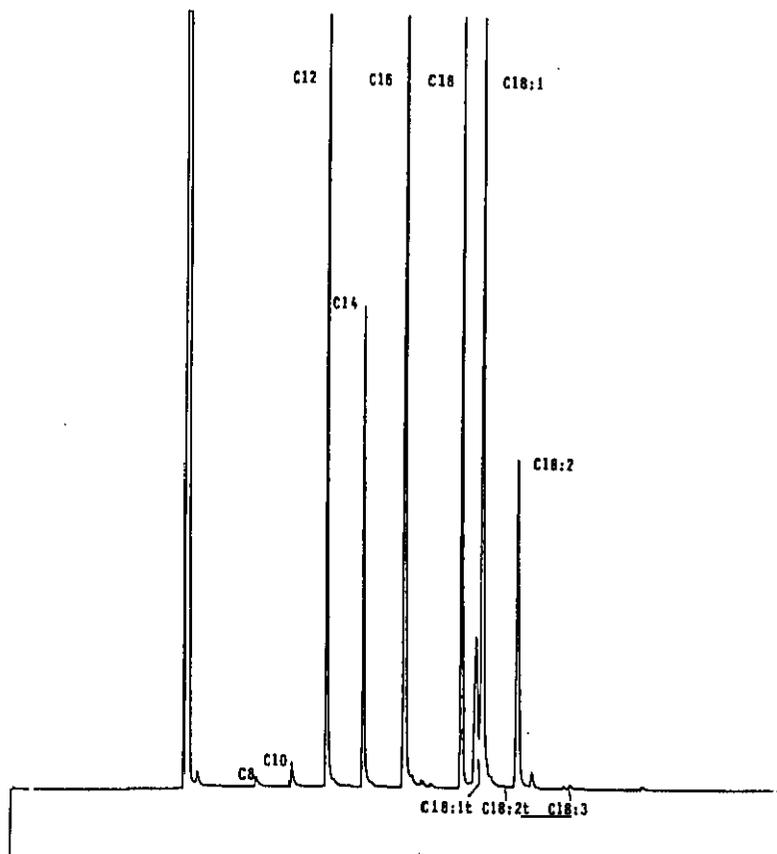


Figura 42.- Cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" relleno con cobertura (Muestra PRC-14).

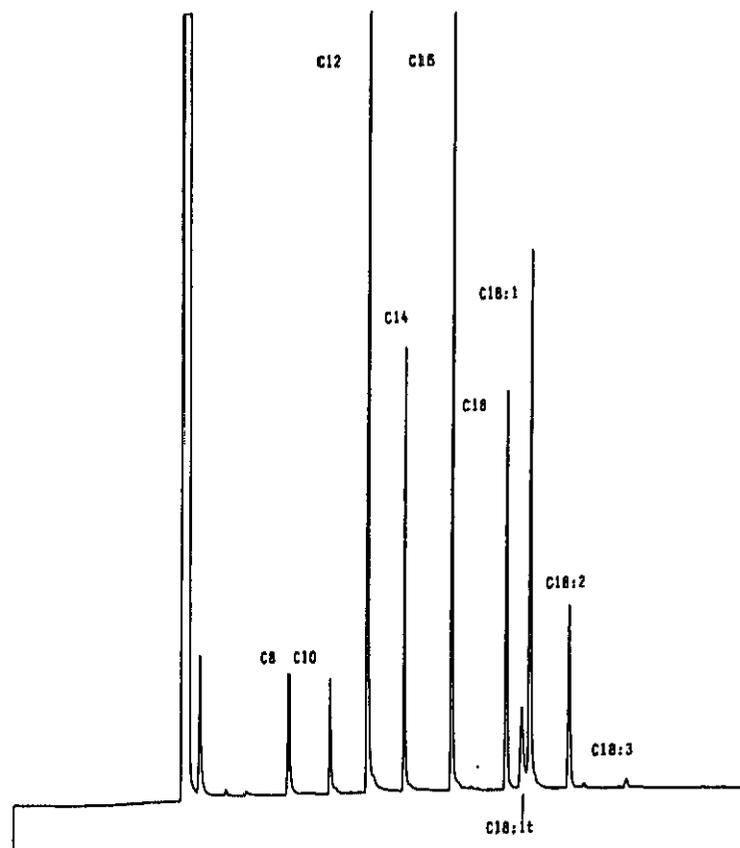


Figura 43.- Cromatograma de los ácidos grasos de un "pastelito" relleno con cobertura (Muestra PRC-20).

Haciendo una revisión bibliográfica de los trabajos publicados sobre este tipo de alimentos, las conclusiones a las que han llegado otros autores respecto a su composición son semejantes a las nuestras, es decir, en la mayoría de estos productos predominan altos porcentajes de grasas saturadas fundamentalmente de origen vegetal.

En un estudio realizado por Rudolf y col. (1.978) en EE.UU. sobre 18 tipos de productos denominados genéricamente "cakes" obtuvieron la siguiente distribución porcentual de los ácidos grasos: Saturados 44,1-57,1%, Monoinsaturados 35,7-43,5% y Poliinsaturados 4,6-12,4%, en cuanto a las relaciones P/S eran todas inferiores a la unidad y estaban comprendidas entre 0,08 y 0,28.

En otro estudio realizado por Blázquez y Jiménez (1.991) en el Laboratorio Municipal de Madrid sobre un total de 56 muestras de "pastelitos" comerciales de consumo habitual por parte de la población infantil, obtuvieron resultados similares a los nuestros respecto al alto contenido de ácidos grasos saturados 58,0%, un contenido en monoinsaturados del 27,6% y al bajo contenido en general en ácidos grasos poliinsaturados 14,3%, lo que implica unas relaciones P/S claramente desequilibradas y alejadas de los valores recomendados.

Dada la similitud de resultados obtenidos entre este último estudio y el nuestro, y teniendo en cuenta la proximidad en el tiempo y el ámbito de realización de los mismos, implica que nuestros resultados sean más objetivables.

En otro estudio realizado por Varela y col. (1.993) relativo a la composición en ácidos grasos de 10 productos de bollería industrial, encontraron que éstos presentaban una gran variabilidad en su contenido graso total, oscilando entre un 4,5% y cerca de un 40%. Esta clara heterogeneidad no sólo afectaba a su composición sino también al tipo de grasa con la que

habían sido elaborados, presentándose en ellos, todas las posibilidades de proporciones de los distintos tipos de ácidos grasos como consecuencia de haber sido empleadas en su elaboración mezclas de varios tipos de grasas de origen animal o vegetal. En siete de las muestras estudiadas los ácidos grasos saturados eran superiores al 50% y en la otras tres estaban comprendidas entre un 25 y un 50%.

5.2.3.2.- Isómeros trans

La presencia de isómeros trans en algunas de las muestra analizadas confirma de algún modo el empleo en estos casos de aceites y/o grasas hidrogenados en su elaboración. No obstante los niveles detectados no son excesivamente altos (Gráfico 14).

En los "pastelitos" tipo "Donuts" hemos encontrado un valor mínimo del 0,7% (muestra PD5) y uno máximo del 8,0% (muestra PD3), habiéndose obtenido un valor medio del 2,9% (coeficiente de variación 92,4%).

En los "pastelitos" rellenos los valores obtenidos oscilaban entre un mínimo del 0,1% (muestra PR2) y un máximo del 6,1% (muestra PR4) con un valor medio del 2,7% (coeficiente de variación 88,5%).

En los "pastelitos" rellenos con cobertura hubo 2 casos en los que no se detectaron estos compuestos (muestras PRC15 y PRC16) y en otra muestra (PRC11) sólo se detectaron niveles de trazas ($Tr. < 0,1\%$), habiéndose obtenido un valor máximo del 10,6% (muestra PRC13). El valor medio encontrado fue del 3,5% (coeficiente de variación 84,9%).

En muchos casos los mayores porcentajes de isómeros trans los hemos detectado en aquellas muestras que tienen niveles más bajos de ácidos grasos saturados, debido al empleo

de aceites vegetales hidrogenados en su elaboración. Aunque en los "pastelitos" rellenos con cobertura existen algunas excepciones probablemente debidas a que las grasas empleadas en la cobertura estuvieran hidrogenadas.

En un trabajo realizado por Boatella y col. (1.993) referente a los niveles de isómeros trans encontrados en un total de 83 productos de bollería estudiados, obtuvieron un valor de $1,6 \pm 1,6\%$, como vemos valores bastante similares a los nuestros.

5.2.3.3.- Colesterol

En este tipo de productos sí hemos encontrado diferencias significativas en los contenidos de colesterol dependiendo lógicamente del tipo de aceites y/o grasas utilizados en su elaboración y sobre todo de la mayor o menor presencia de huevo y productos lácteos entre sus ingredientes (Gráfico 15).

Los valores encontrados en los "pastelitos" tipo "Donuts" oscilaban entre 1,6 mg/100 g en la muestra PD1 y 21,1 mg/100 g en la muestra PD5, habiéndose obtenido un valor medio de 10,9 mg/100 g (coeficiente de variación 68,7%) (Tabla 14).

En estos productos no existe una relación directa entre los contenidos de colesterol y la proporción de los ácidos grasos saturados ya que las grasas de las que proceden éstos, suelen ser habitualmente de origen vegetal con bajos contenidos en colesterol.

En el caso de los "pastelitos" rellenos existía gran variabilidad en los contenidos de colesterol encontrados, oscilando los valores entre 1,0 mg/100 g en la muestra PR7 y 45,0 mg/100 g en la muestra PR5, habiéndose obtenido un valor medio de 22,0 mg/100 g (coeficiente de variación 72,8%) (Tabla 15).

Un caso similar es el de los "pastelitos" rellenos con cobertura cuyo contenido en colesterol oscilaba entre un valor mínimo de 3,0 mg/100 g en la muestra PRC12 y un valor máximo de 50,4 mg/100 g en la muestra PRC11, habiéndose obtenido un valor medio de 22,2 mg/100 g (coeficiente de variación 70,4%) (Tabla 16).

Analizar objetivamente la importancia del colesterol aportado por los "pastelitos" de consumo infantil presenta una mayor dificultad. Suponiendo que un niño tomara un "pastelito" diario cuyo peso medio aproximado es de 50 gramos estaría cubriendo en torno al 10-12% de sus necesidades energéticas, teniendo en cuenta que el valor energético medio de un "pastelito" oscila entre las 400-500 kcal./100 g y que las necesidades energéticas de un niño de 6-14 años están en torno a las 1700-2400 kcal./día (Food and Nutrition Board, 1.980; Norma UNE 34-750, 1.984; OMS, 1.990). Partiendo de estos datos, el "pastelito" debería aportarle, a lo sumo, 20-25 mg de colesterol para la unidad patrón de 50 gramos, con el fin de cumplir con las recomendaciones establecidas acerca de que el consumo de colesterol contenido en los alimentos que ingerimos diariamente debe ser inferior a 300 mg/día (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

Por lo tanto y tomando como referencia el valor del colesterol contenido en los "pastelitos" obtenido en nuestro estudio, estos productos pudieran ser considerados aceptables en general, pero siempre teniendo en cuenta la variabilidad del peso ingerido y la asimetría de los coeficientes de variación obtenidos para el contenido de colesterol. Otro aspecto a considerar a la hora de su consumo será su alta proporción de ácidos grasos saturados.

Respecto a los niveles de colesterol encontrados por otros autores en este tipo de productos, Vázquez y col. (1.987) realizaron un estudio sobre una serie de productos consumidos

habitualmente por la población infantil. En el apartado de los "pastelitos" comerciales, sobre un total de 14 tipos de muestras analizadas obtuvieron valores muy altos de colesterol, cuyo contenido medio fue de 182 mg/100 g con un rango de valores amplísimo (71-625 mg/100 g), sin embargo hay que hacer constar que el método utilizado en el análisis por estos autores fue el método colorimétrico-enzimático CHOD/PAP, que es más específico de muestras biológicas. También hay que tener en cuenta que desde que se realizó este estudio ha habido una evolución en el tipo de grasas que son empleadas para la elaboración de estos productos al haberse sustituido en muchos casos las grasas animales de antaño por grasas vegetales (saturadas en la mayoría de los casos) en la actualidad, con lo cual si bien es cierto que este hecho ha podido afectar a los niveles de colesterol positivamente, no es menos cierto que los valores de ácidos grasos saturados en general, siguen siendo bastante altos.

En otro estudio realizado por los autores citados anteriormente Blázquez y Jiménez (1.991) sobre 56 muestras de "pastelitos" de consumo infantil, encontraron valores de colesterol ligeramente superiores a los nuestros, habiendo obtenido un valor medio de 35,0 mg/100 g (valor mínimo 1mg/100 g y valor máximo 109 mg/100 g).

El contenido de colesterol encontrado en el estudio realizado por Varela y col. (1.993) en los productos de bollería, fue muy superior al nuestro y sus valores estaban comprendidos entre 100 mg/100 g y 390 mg/100 g, aunque hay que resaltar que según los autores la mayor parte de los productos analizados llevaban mantequilla entre sus ingredientes, lo que afecta considerablemente a los niveles de colesterol

Si consideramos el Índice de Colesterol/Grasas Saturadas (ICGS) establecido por Connor y col. (1.986) como un indicador del potencial hipercolesteremiante y aterogénico de los

alimentos, en el caso de los "pastelitos" el ICGS medio por 100 gramos es de 12,7, existiendo un amplio intervalo de variación originado por la gran diversidad de materias grasas utilizadas en la elaboración de estos productos (grasas láuricas, aceite de palma, grasas animales, aceites de semillas, aceites hidrogenados, etc). Considerando una unidad de 50 gramos (peso medio aproximado de un "pastelito") el ICGS es similar a un vaso de leche entera (aproximadamente 7 para 240 mL), pero debe tenerse en cuenta que un 40% de las muestras analizadas presentaban una mayor aterogenicidad que el vaso de leche tomado como referencia y por supuesto no aportan los mismos nutrientes que la leche (proteínas, vitaminas y minerales).

Resumiendo y a la vista de los resultados obtenidos podemos considerar que aunque la ingesta de uno de estos "pastelitos" de vez en cuando no implica riesgos para la salud, se debe evitar en lo posible que éstos formen parte habitual de la dieta de nuestra población infantil, ya que además de no caracterizarse por un alto contenido en nutrientes esenciales como proteínas, vitaminas y minerales, presentan una composición en ácidos grasos saturados claramente desequilibrada (en general superior al 50%) y su abuso pudiera dañar la salud.

Como norma elemental, debemos evitar cualquier alimentación irregular y caprichosa en la que el niño coma sólo lo que le apetece y mucho menos si es entre comidas y a base de alimentos ricos en azúcares solubles, productos hipercalóricos o con un elevado contenido en grasas saturadas como es el caso de muchos de los productos de bollería y pastelería que habitualmente consumen los sectores más jóvenes de la población.

5.2.4.- GALLETAS

Probablemente, las grasas sean los ingredientes más importantes utilizados en la industria galletera. Ocupan habitualmente el tercer lugar en la lista de los ingredientes, después de la harina y el azúcar.

Las fuentes de las grasas son muy variadas ya que pueden ser tanto de origen vegetal como de origen animal y proceder de todas las zonas del mundo, lo cual ofrece una gran amplitud para su elección. La tecnología del refinado y el procesamiento han conducido a una situación, en la que se han desarrollado mezclas de grasas para ajustarse prácticamente a las demandas de los usuarios. El fabricante de galletas se encuentra así con la tarea de elegir los suministros que mejor se ajusten a sus necesidades, pero que puede verse afectada por factores tan diversos como las alteraciones de la economía y cosecha mundial, y por los nuevos desarrollos tecnológicos.

Las grasas en las galletas se utilizan tanto en la masa como en forma de rociado superficial, en los rellenos de crema y en coberturas como las de chocolate. En menor grado, también se utilizan como agentes antiadherentes en las bandejas de los hornos. En las masa tienen la misión de antiaglutinantes y funciones de textura, de forma que las galletas resultan menos duras, y en las cremas de relleno y en las coberturas funcionan como agentes palatables de primer orden.

En las galletas de crema y chocolate se aprovechan las propiedades físicas de las grasas para proporcionar una consistencia firme a temperatura ambiente, pero que puedan fundirse rápidamente en la boca, de forma que se libere con rapidez el azúcar y el sabor o aroma correspondiente.

Un inconveniente en todas las grasas es que se descomponen con el tiempo dando lugar a sabores desagradables. Estas alteraciones conocidas con el nombre de "enranciamiento" surgen por oxidación de las grasas y se han de tomar precauciones para reducir estos efectos. Las alteraciones de las grasas en las galletas son secundarias, ya que la primera alteración que se produce en este tipo de alimentos es la pérdida de la cualidad de ser crujientes debida a la absorción de humedad por el proceso de envejecimiento de las galletas (Manley, 1.983).

Se ha estudiado la fracción lipídica de los cuatro tipos de galletas seleccionados para este trabajo y los resultados más relevantes están reflejados en la Tabla 39.

5.2.4.1.- Galletas "María"

Una característica común a todas las galletas analizadas fueron los altos niveles de ácidos grasos saturados encontrados debido a la utilización de grasas saturadas de origen vegetal y/o animal en su elaboración.

Este tipo de galletas está elaborado a base de harinas, azúcares y aceites y/o grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios y/o alimentarios. El contenido medio de grasa obtenido en las muestras analizadas fue del 11,8% (coeficiente de variación 39,0%) y su valor energético de 442 kcal./100 g.

Una vez extraída la grasa de las galletas pasamos a determinar la composición en ácidos grasos, presencia de isómeros trans y contenido en colesterol según las técnicas expuestas en la Parte Experimental.

5.2.4.1.1.- Ácidos grasos

En el caso de las galletas "María" de las 10 muestras analizadas todas presentaban una relación Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados inferior a la unidad, habiéndose obtenido un valor medio de $P/S=0,17$ (coeficiente de variación 41,7%). Esto nos da una idea de la alta proporción de ácidos grasos saturados presentes y condiciona de algún modo el consumo indiscriminado de estos alimentos al estar muy alejados de los valores recomendados $P/S \geq 1$ (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

La distribución porcentual de los ácidos grasos encontrada fue la siguiente: Saturados 51,9% (coeficiente de variación 20,5%), Monoinsaturados 39,4% (coeficiente de variación 21,7%) y Poliinsaturados 8,7% (coeficiente de variación 28,4%) (Gráfico 18).

Este tipo de alimentos han sido elaborados con mezclas de grasas comestibles generalmente de origen vegetal, predominando en algunos casos las grasas láuricas (tipo coco-palmiste) caracterizadas por los altos niveles de los ácidos láuricos (C12:0) y mirístico (C14:0) en una proporción aproximada de 2,8:1 (muestras GM6 y GM9). En otros casos se ha empleado el aceite de palma caracterizado por los altos niveles de los ácidos palmítico (C16:0) y oleico (C18:1) (muestra GM7), o las mezclas de ambos con otros aceites y/o grasas comestibles, todo esto trae consigo una alta proporción de ácidos grasos saturados.

En la Figura 44 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de una galleta "María" (muestra GM1) elaborada con aceite de palma (alta presencia de los ácidos palmítico y oleico) que fue realizado en condiciones isotermas.

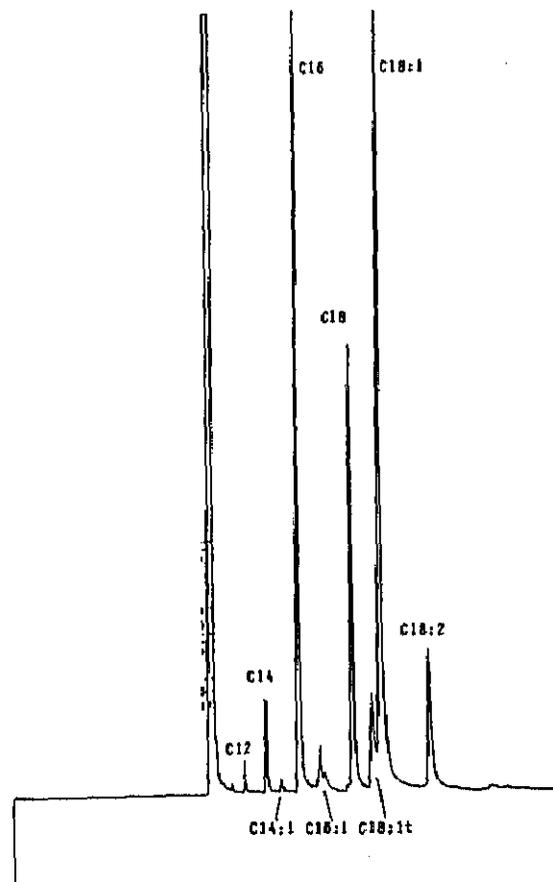


Figura 44.- Cromatograma de los ácidos grasos de una galleta "María" (Muestra GM-1).

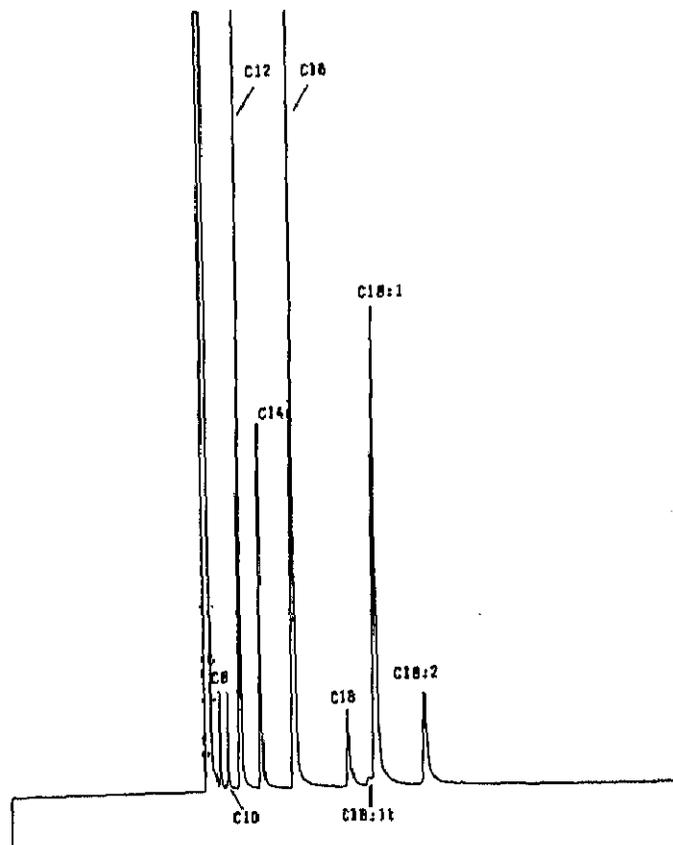


Figura 45.- Cromatograma de los ácidos grasos de una galleta "María" (Muestra GM-6).

Asimismo, en la Figura 45 está representado el cromatograma de los ácidos grasos de una galleta "María" (muestra GM6) elaborada con una grasa láurica (alta presencia de los ácidos láurico y mirístico) realizado en condiciones isotermas.

5.2.4.1.2.- Isómeros trans

La baja presencia de isómeros trans detectada (valor medio 1,2%) nos hace pensar que en general no han sido utilizados aceites y/o grasas hidrogenados en su elaboración (Gráfico 19).

En la Tabla 32 están reflejados todos los valores relativos a la composición en ácidos grasos y presencia de isómeros trans de las muestras analizadas.

5.2.4.1.3.- Colesterol

Un aspecto positivo a señalar son los bajos niveles de colesterol encontrados, oscilando entre 2,7 mg/100 g y 10,3 mg/100 g, con un valor medio de 5,5 mg/100 g (coeficiente de variación 46,4%) (Gráfico 20). Estos valores corroboran de algún modo que en la elaboración de estos alimentos han sido utilizadas preferentemente grasas de origen vegetal (Tabla 17).

5.2.4.2.- Galletas tostadas

Este es un caso muy parecido al anterior ya que están elaboradas prácticamente con los mismos ingredientes, y sólo se diferencian en el porcentaje de grasa que es ligeramente inferior, con un valor medio del 10,1% (coeficiente de variación 16,1%) y en su menor valor energético (435 kcal./100 g).

5.2.4.2.1.- Ácidos grasos

De las 10 muestras analizadas en todos los casos las relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados eran inferiores a la unidad, habiéndose obtenido un valor medio de $P/S=0,19$ (coeficiente de variación 50,7%), que nos da una idea de la alta proporción de ácidos grasos saturados encontrada.

La distribución porcentual de los ácidos grasos obtenida fue la siguiente: Saturados 50,6% (coeficiente de variación 24,8%), Monoinsaturados 40,5% (coeficiente de variación 25,8%) y Poliinsaturados 8,9% (coeficiente de variación 31,2%) (Gráfico 18).

Estas galletas han sido elaboradas con mezclas de aceites y/o grasas comestibles generalmente de origen vegetal, entre las que predominan las grasas láuricas (tipo coco-palmiste), según podemos apreciar en las muestras GT4, GT8 y GT10 (Tabla 33).

En la Figura 46 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de una galleta tostada (GT6) elaborada con una mezcla de aceites y/o grasas comestibles, que fue realizado en condiciones isotermas. Asimismo, en la Figura 47 está representado el cromatograma de una galleta tostada (muestra GT10) elaborada con mezcla de grasas láuricas y de palma, que fue realizado con temperatura programada para apreciar mejor los ácidos grasos de cadena media.

La composición en ácidos grasos y el contenido de isómeros trans en las galletas fueron estudiados por Kaway y Nakayama (1.986) en un estudio realizado en Osaka (Japón), sobre un total de 38 muestras, estos autores observaron que en general contenían grandes cantidades de ácidos grasos saturados (50,0-75,0%) y sólo pequeñas cantidades de ácidos grasos poliin-

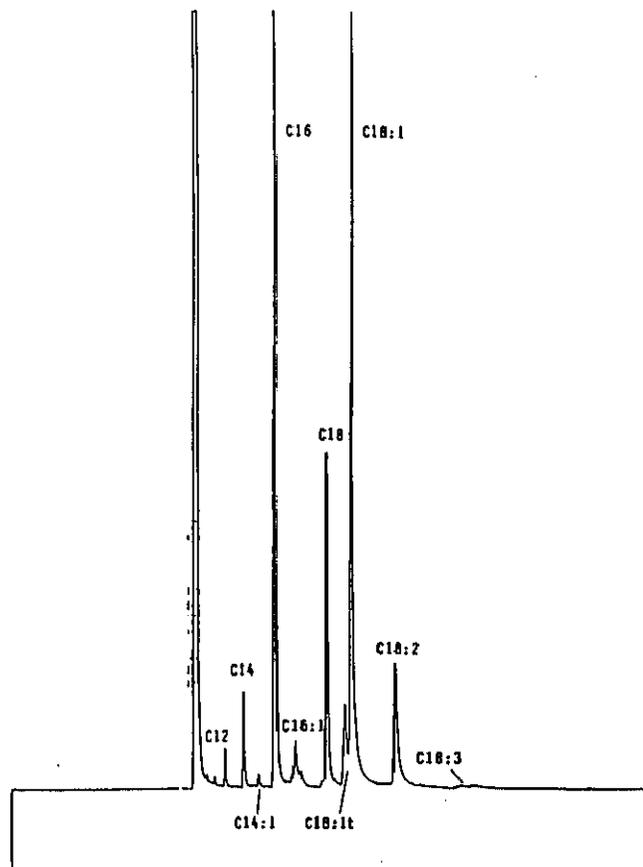


Figura 46.- Cromatograma de los ácidos grasos de una galleta tostada (Muestra GT-6).

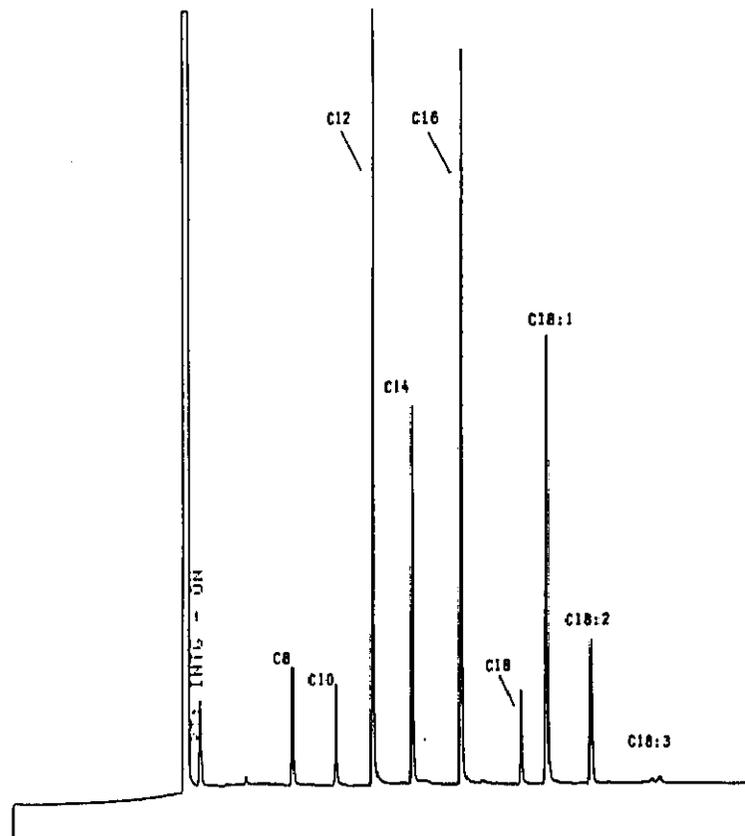


Figura 47.- Cromatograma de los ácidos grasos de una galleta tostada (Muestra GT-10).

saturados (5,6-10,5%), valores que implicaban unas relaciones P/S inferiores a la unidad, que oscilaban entre $P/S=0,07$ y $P/S=0,21$.

En este caso las grasas comestibles utilizadas en la elaboración de las galletas fueron preferentemente las grasas láuricas, el aceite de palma y también mezclas de aceites vegetales hidrogenados.

5.2.4.2.2.- Isómeros trans

La baja proporción de isómeros trans encontrada en las muestras analizadas (valor medio 1,1%) nos indica que en general no han sido utilizados aceites y/o grasas hidrogenados en su elaboración (Gráfico 19).

En la Tabla 33 están reflejados los valores correspondientes a la composición en ácidos grasos e isómeros trans de las muestras analizadas.

Según Kaway y Nakayama (1.986) debido al empleo de mezclas de aceite vegetales hidrogenados, los niveles de ácidos grasos trans encontrados fueron muy superiores a los nuestros, con valores que oscilaban entre 9,6-19,5%.

5.2.4.2.3.- Colesterol

El hecho de haberse encontrado valores de colesterol relativamente bajos confirma de algún modo que las grasas utilizadas eran preferentemente de origen vegetal (Gráfico 20). Estos valores estaban comprendidos entre 2,3 mg/100 g y 10,8 mg/100 g, con un valor medio de 5,3 mg/100 g (coeficiente de variación 51,0%), estos valores están reflejados en la Tabla 18.

5.2.4.3.- Galletas con chocolate

Una característica propia que diferencia a este tipo de galletas de las anteriores es la presencia de chocolate, cacao o derivados en su relleno o recubrimiento, lo que implica un mayor contenido en grasa (valor medio obtenido 22,0%, con un coeficiente de variación del 14,3%) y también un mayor valor energético (496 kcal./100 g). Según Lorenz y Kulp (1.991) el porcentaje de grasa encontrado en estas galletas era del 23,0%.

Una vez extraída la grasa de las galletas pasamos a determinar su composición en ácidos grasos, presencia de isómeros trans y contenido en colesterol por cromatografía de gases, según las técnicas expuestas en la Parte Experimental.

5.2.4.3.1.- Ácidos grasos

En el caso de las galletas con chocolate fueron analizadas 12 muestras y en todas ellas las relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados eran inferiores a la unidad, habiéndose obtenido un valor medio de P/S=0,07 (coeficiente de variación 97,6%), lo cual da una idea de la gran variabilidad en los resultados, debida al uso de distintos tipos de grasas en su elaboración y de la alta proporción de ácidos grasos saturados encontrada en este tipo de alimentos.

La distribución porcentual de los ácidos grasos encontrada fue la siguiente: Saturados 70,4% (coeficiente de variación 20,8%), Monoinsaturados 25,3% (coeficiente de variación 49,1%) y Poliinsaturados 4,3% (coeficiente de variación 63,0%) (Gráfico 18).

Este tipo de galletas han sido elaboradas con aceites y/o grasas comestibles generalmente de origen vegetal, entre las que predominan las grasas láuricas (muestras GC1, GC2, GC3, GC6, GC7, GC10 y GC12), el aceite de palma (muestra GC4) y otras grasas comestibles entre las que se encuentra la manteca de cacao. Aquellas muestras elaboradas con grasas láuricas

tienen altas proporciones de los ácidos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0), mientras que en aquellas en las que predomina la manteca de cacao existen porcentajes elevados de los ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) y oleico (C18:1) con las siguientes relaciones entre ellos: $C16:0/C18:1=0,5-0,9$ y $C18:1/C18:0=0,8-1,3$ (Real Decreto 3610/1.975 y Real Decreto 2354/1.986).

En la Figura 48 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de una galleta con chocolate (muestra GC2) elaborada fundamentalmente con una mezcla de grasas láuricas y de cacao, que ha sido realizado en condiciones isoterma. Asimismo, en la Figura 49 está representado el cromatograma de los ácidos grasos de una galleta con chocolate (muestra GC9) elaborada fundamentalmente con manteca de cacao y otras grasas comestibles, que ha sido realizado en condiciones isoterma.

5.2.4.3.2.- Isómeros trans

La baja presencia de isómeros trans detectada en las muestras analizadas (valor medio 0,5%) nos indica que en general no han sido utilizados aceites y/o grasas hidrogenados en su elaboración (Gráfico 19).

En la Tabla 34 están reflejados los resultados correspondientes a la composición en ácidos grasos e isómeros trans de las muestras analizadas.

5.2.4.3.3.- Colesterol

Los niveles de colesterol encontrados en las galletas con chocolate analizadas oscilaban entre 5,2 mg/100 g y 45,2 mg/100 g, con un valor medio de 14,8 mg/100 g (coeficiente de variación 80,7%) (Gráfico 20).

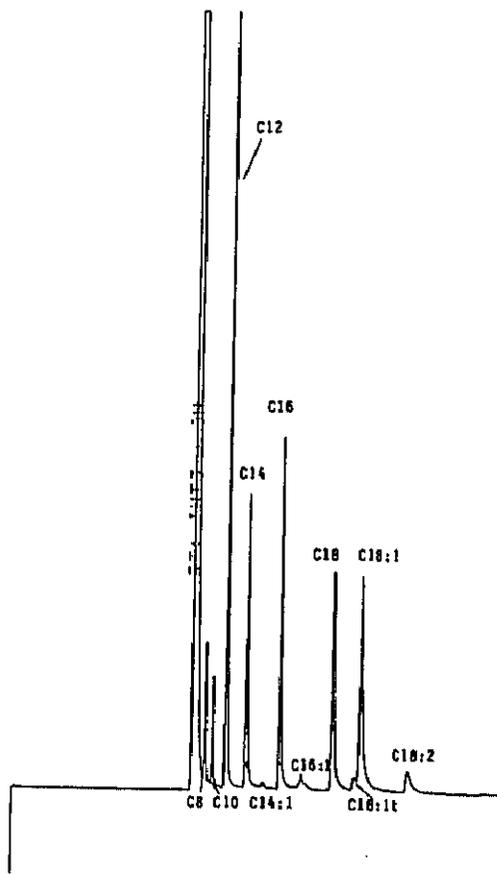


Figura 48.- Cromatograma de los ácidos grasos de una galleta con chocolate (Muestra GC-2).

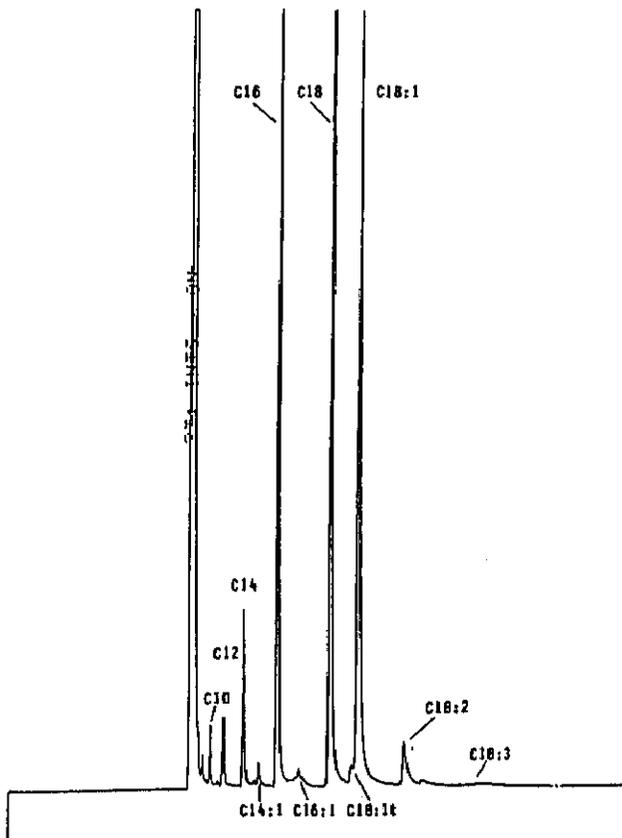


Figura 49.- Cromatograma de los ácidos grasos de una galleta con chocolate (Muestra GC-9).

Esta alta variabilidad en los resultados es debida a que en algunas muestras figuraban como ingredientes el huevo y la leche o productos lácteos (muestras GC1, GC2, GC5 y GC9) lo cual implica un aumento en los niveles de colesterol. Las muestras que tenían niveles por debajo de los 10 mg/100 g fueron elaboradas con grasas de origen vegetal exclusivamente según figuraba en el etiquetado.

En la Tabla 19 están reflejados los contenidos de colesterol encontrados en este tipo de alimentos.

5.2.4.4.- Galletas con nata y/o mantequilla

En este tipo de galletas figuraban entre sus ingredientes grasas comestibles de origen animal (nata, mantequilla y otras) y/o vegetal, siendo su alto contenido en grasa (valor medio 21,7%, con un coeficiente de variación de 12,0%) la causa de su alto valor energético (492 kcal./100 g). Según Souci y col. (1.987) el contenido en grasa en este tipo de galletas era ligeramente inferior (17,2%).

Una vez extraída la grasa de estas galletas fue estudiada la composición en ácidos grasos, presencia de isómeros trans y contenido en colesterol según las técnicas expuestas en la Parte Experimental.

5.2.4.4.1.- Ácidos grasos

De las 10 muestras analizadas una característica común a todas ellas fue su alta proporción de ácidos grasos saturados, habiendo obtenido un valor medio del 63,3% (coeficiente de variación 18,9%). La proporción de ácidos grasos monoinsaturados obtenida fue del 29,9% (coeficiente de variación 28,1%) y la de los poliinsaturados 6,8% (coeficiente de variación 63,3%) (Gráfico 18).

Esta distribución porcentual de los ácidos grasos implica haber obtenido unas relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados inferiores a la unidad en todas las muestras estudiadas, con un valor medio de $P/S=0,12$ (coeficiente de variación 99,9%), circunstancia esta que nos indica que estos alimentos están bastante alejados de los valores recomendados ($P/S \geq 1$) (National Academy of Sciences, 1.989; OMS, 1.990).

Como es lógico, la causa de esta alta proporción de ácidos grasos saturados es debida al tipo de aceites y/o grasas empleados en su elaboración. Entre las grasas de origen vegetal predominan las grasas láuricas (tipo coco-palmiste) cuya característica principal es su alta proporción de los ácidos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0), encontrada en las muestras GN5, GN7, GN9 y GN10. El aceite de palma caracterizado por una alta proporción de los ácidos palmítico (C16:0) y oleico (C18:1) se detectó en la muestra GN1, además otras grasas empleadas han sido mezclas de grasas vegetales con grasas animales, algunas de origen lácteo caracterizadas por la presencia de ácidos grasos de cadena corta y media (muestras GN2, GN4, GN6 y GN8).

En la Figura 50 podemos apreciar el cromatograma de los ácidos grasos de una galleta con nata (muestra GN4) que fue realizado con temperatura programada para apreciar mejor los ácidos grasos de cadena corta (C4:0, C6:0) y media (C8:0, C10:0, C12:0). Asimismo, en la Figura 51 está representado el cromatograma de los ácidos grasos de una galleta con mantequilla (muestra GN8), realizado en condiciones isotermas.

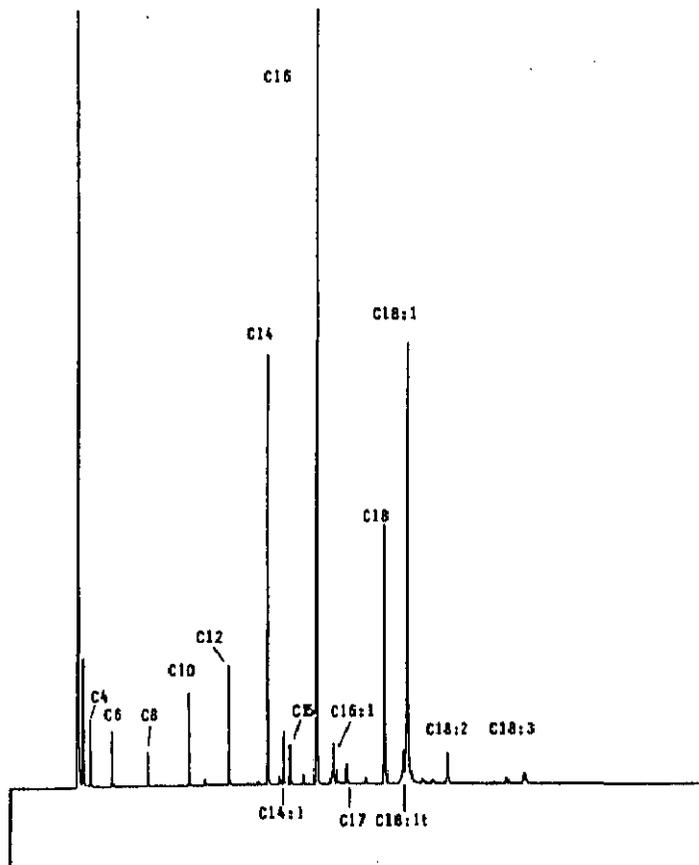


Figura 50.- Cromatograma de los ácidos grasos de una galleta con nata (Muestra GN-4).

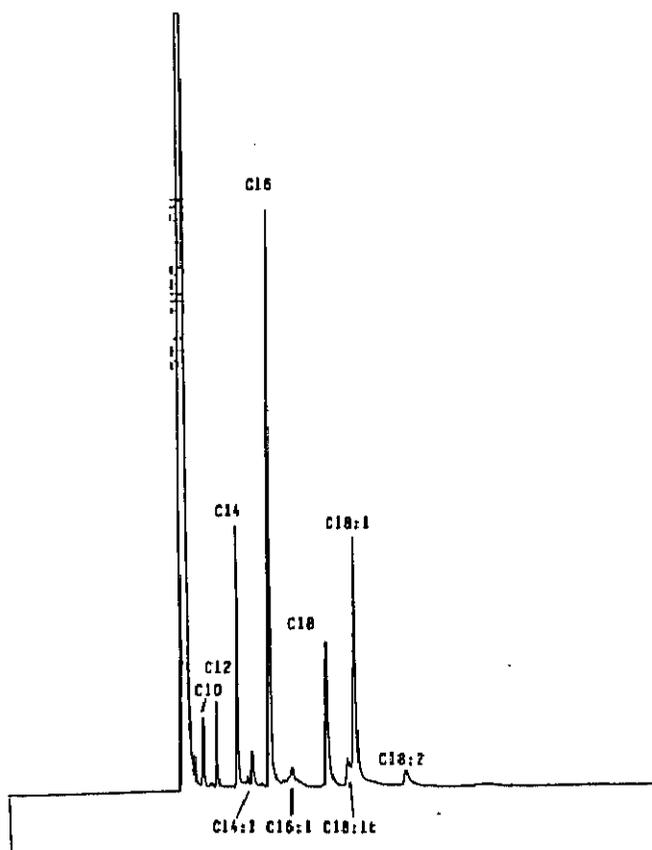


Figura 51.- Cromatograma de los ácidos grasos de una galleta con mantequilla (Muestra GN-8).

5.2.4.4.2.- Isómeros trans

La presencia de isómeros trans en este tipo de alimentos es debida fundamentalmente a la propia de las grasas de origen lácteo (nata y/o mantequilla), ya que los niveles encontrados son relativamente bajos para ser debidos a aceites y/o grasas hidrogenados (Gráfico 19). El valor medio encontrado fue del 1,4% (coeficiente de variación 80,6%), observándose valores más bajos o no detectándose estos compuestos en aquellas muestras elaboradas con altas proporciones de grasas saturadas de origen vegetal (muestras GN1, GN3, GN5, GN7 y GN10).

En la Tabla 35 están reflejados los resultados correspondientes a la composición en ácidos grasos e isómeros trans de las muestras analizadas.

5.2.4.4.3.- Colesterol

Los niveles de colesterol encontrados en este tipo de galletas oscilaban entre 10,5 mg/100 g y 35,7 mg/100 g, con un valor medio de 19,1 mg/100 g (coeficiente de variación 42,3%) (Gráfico 20). Valores estos ligeramente superiores a los casos anteriores debido a la mayor proporción de grasas de origen animal empleadas en su elaboración.

En la Tabla 20 están reflejados los valores correspondientes al contenido de colesterol en este tipo de galletas.

En un trabajo realizado por Vázquez y col. (1.987) sobre la grasa "oculta" en los productos de bollería y pastelería y referente a las galletas, concluyen, que en todas ellas han sido utilizadas para su elaboración grasas comestibles de origen animal y/o vegetal, productos lácteos y en algunos casos huevo y cacao. Los niveles de colesterol encontrados en los 7 tipos de galletas analizadas oscilaban entre 19,2 y 52,1 mg/100 g, con un contenido medio de 29,6 mg/100 g, correspondiendo los valores más altos a aquellas galletas que utilizaban huevo entre

sus ingredientes. Como vemos estos valores son ligeramente superiores a los nuestros, pero habrá que tener en cuenta que el método empleado en sus determinaciones fue el método colorimétrico-enzimático CHOD/PAP, y que desde el año 1.987 en que fue publicado este trabajo hasta nuestros días, ha habido una evolución en el tipo de grasas empleadas en su elaboración, al haber sido sustituidas en muchos casos las grasas animales por grasas vegetales.

Finalmente, teniendo en cuenta los resultados obtenidos y desde un enfoque estrictamente nutricional, podríamos concluir que las galletas analizadas tienen interés desde un punto de vista energético ya que aportan una media de 466 kcal./100 g, y que en todo caso pudieran ser un buen complemento en el desayuno o en la merienda si van acompañando a la leche, cuyas proteínas son de un mayor valor biológico. De todas formas siempre habrá que tener en cuenta la alta proporción de grasas saturadas encontrada a la hora de consumir estos productos.

5.3.- ANALISIS ESTADISTICO

5.3.1.- ANALISIS DE CORRELACION

Se han determinadas las correlaciones existentes entre pares de variables por medio de los coeficientes de correlación, realizándolo separadamente para cada alimento estudiado.

Las correlaciones se obtuvieron con el programa Statgraphics Versión 5.0 fijando un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

Para completar el estudio de la caracterización de los alimentos analizados y poder determinar cuales son las variables que caracterizan mejor a estos productos, se ha realizado el estudio de las correlaciones existentes entre los resultados correspondientes a las variables: Acidos grasos C12:0, C14:0 y C16:0; Isómeros trans; Relaciones P/S y Colesterol.

Como variable dependiente se ha considerado el contenido total en ácidos grasos saturados.

Esta aplicación permitirá definir grupos de variables correlacionadas, cuyo estudio más profundo nos permitirá a su vez establecer las características más sobresalientes de los productos considerados.

5.3.1.1.- Estudio de las correlaciones obtenidas en los alimentos de hamburgueserías

El estudio de las correlaciones obtenidas en los alimentos de hamburgueserías (Tabla 40) muestra correlaciones estadísticamente significativas entre las siguientes variables:

Las correlaciones existentes entre los ácidos grasos láurico (C12:0), mirístico (C14:0) y palmítico (C16:0) y el contenido total en ácidos grasos saturados, es significativa en los 5 tipos de hamburguesas, siendo ésta una característica propia de las grasas de origen animal.

En el caso de las patatas fritas la baja correlación existente entre el ácido palmítico (C16:0) y el contenido total en ácidos grasos saturados revela que las grasas empleadas en la fritura no eran (al menos de forma mayoritaria) de origen animal, y que tampoco procedían del aceite de palma.

La presencia de isómeros trans muestra una correlación negativa con el contenido en ácidos grasos saturados en todos los alimentos de hamburgueserías.

Las relaciones P/S muestran correlaciones significativas y negativas con respecto al contenido total en ácidos grasos saturados.

El contenido de colesterol muestra correlaciones significativas y positivas con el contenido total en ácidos grasos saturados en los 5 tipos de hamburguesas estudiados.

El hecho de que esta correlación sea también significativa en las patatas fritas es debida a que en las 4 primeras muestras (PF1, PF2, PF3 y PF4) las patatas fritas habían sido elaboradas con grasas de origen animal (ricas en ácidos grasos saturados) habiéndose detectado la presencia de colesterol en ellas, circunstancia que no ocurrió en las 8 muestras restantes, las cuales fueron elaboradas con aceites de origen vegetal.

En los Gráficos 21, 22, 23, 24,25 y 26 están representadas las correlaciones obtenidas en los alimentos de hamburgueserías.

TABLA 40.- CORRELACIONES ENTRE DISTINTOS PARAMETROS DE LA FRACCION LIPIDICA DE LOS ALIMENTOS DE HAMBURGUESERIAS.

| | <u>H</u> | <u>HQ</u> | <u>HDQ</u> | <u>HPO</u> | <u>HPE</u> | <u>PF</u> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> |
| C12:0 | 0,651 | 0,324 | 0,725 | 0,593 | 0,675 | 0,467 |
| C14:0 | 0,832 | 0,734 | 0,982 | 0,938 | 0,888 | 0,947 |
| C16:0 | 0,963 | 0,765 | 0,927 | 0,981 | 0,989 | 0,448 |
| TOTAL TRANS | -0,473 | -0,133 | -0,259 | -0,579 | -0,423 | -0,932 |
| P/S | -0,969 | -0,913 | -0,777 | -0,972 | -0,857 | -0,571 |
| COLESTEROL | 0,526 | 0,670 | 0,835 | 0,638 | 0,643 | 0,912 |

H = Hamburguesas

HQ = Hamburguesas con Queso

HDQ = Hamburguesas Dobles con Queso

HPO = Hamburguesas de Pollo

HPE = Hamburguesas de Pescado

PF = Patatas Fritas

AGS = Acidos Grasos Saturados

P/S = Acidos Grasos Poliinsaturados/Saturados

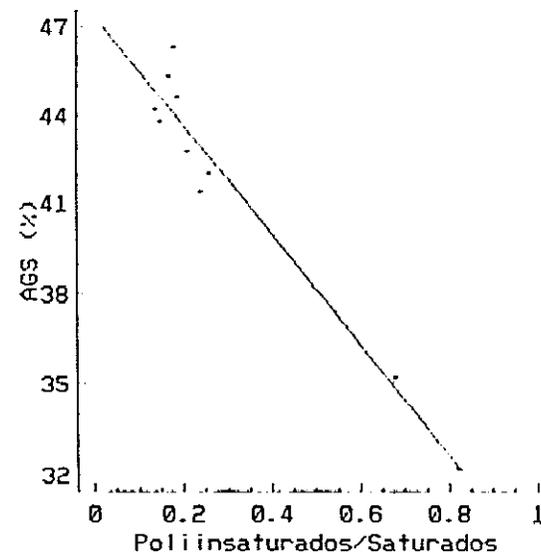
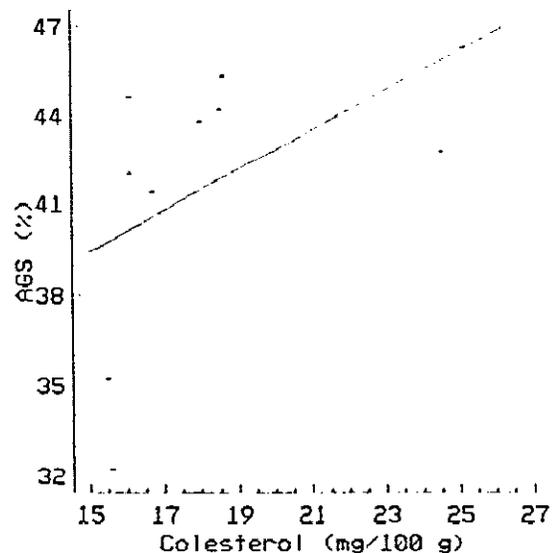
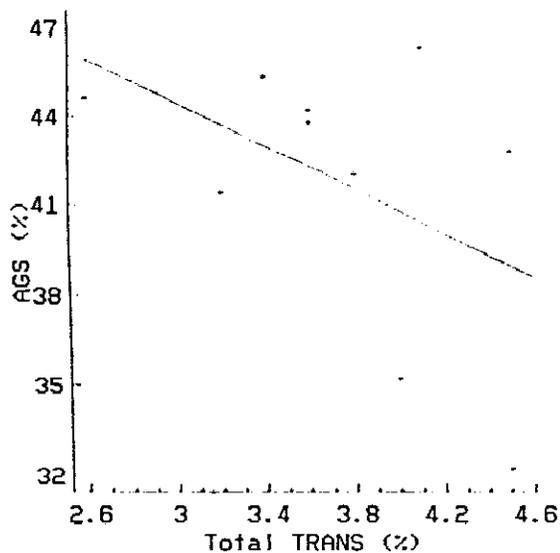
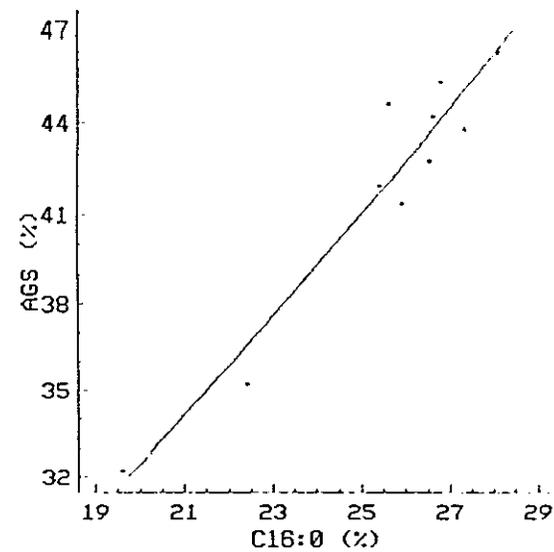
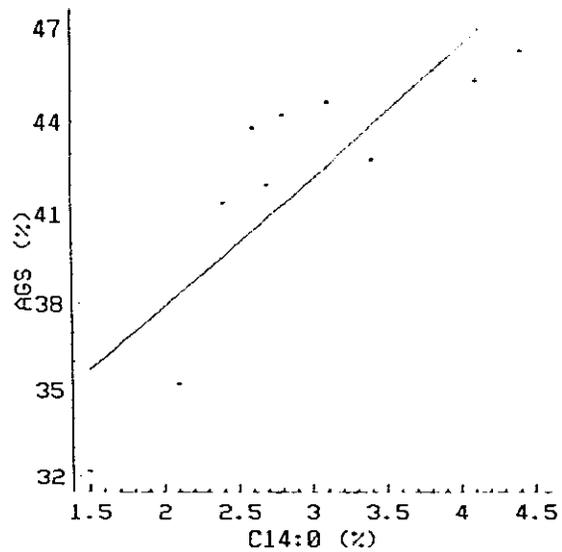
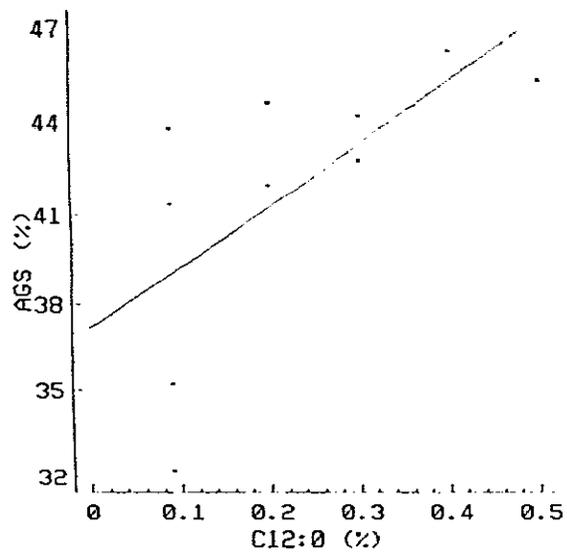


Gráfico 21.- Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas.

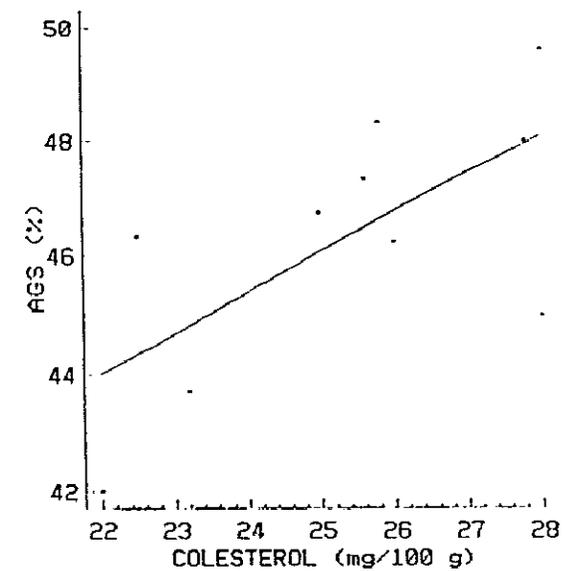
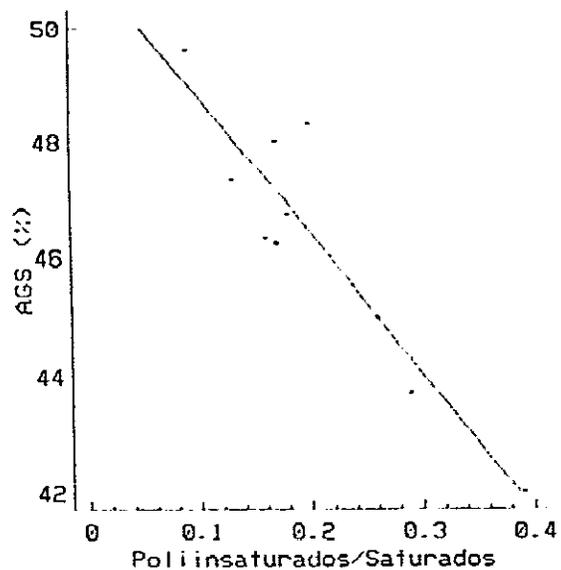
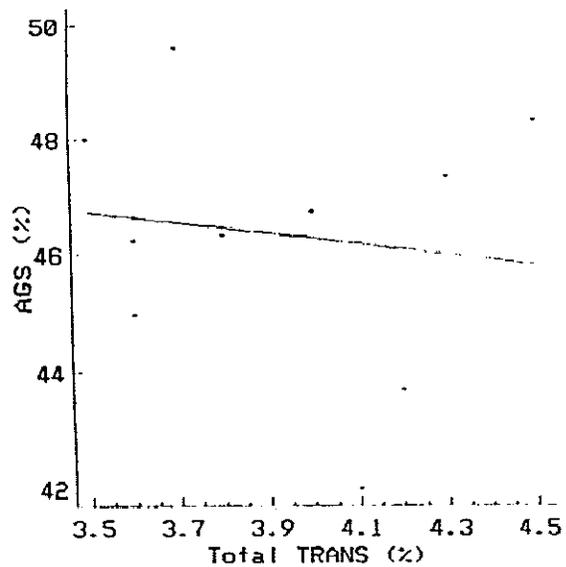
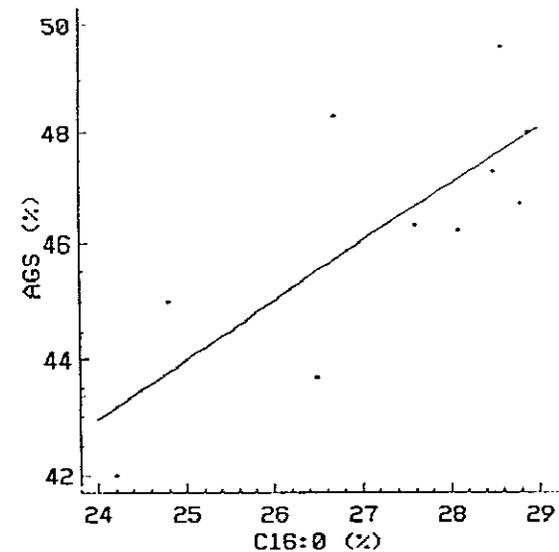
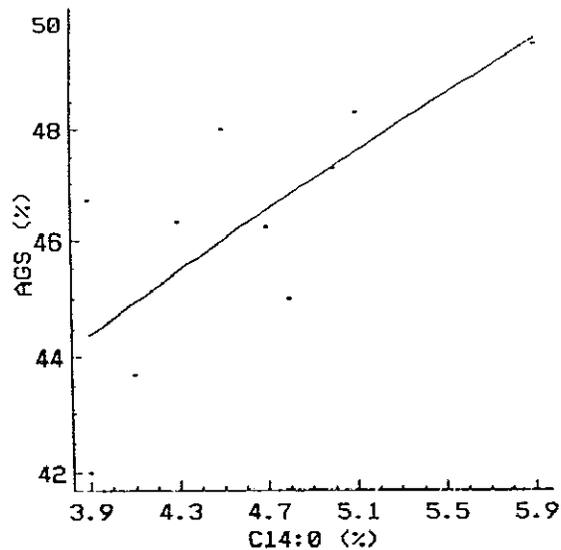
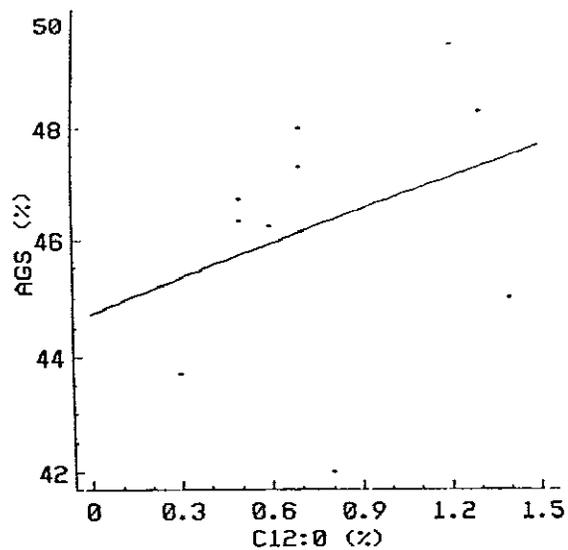


Gráfico 22.- Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas con queso.

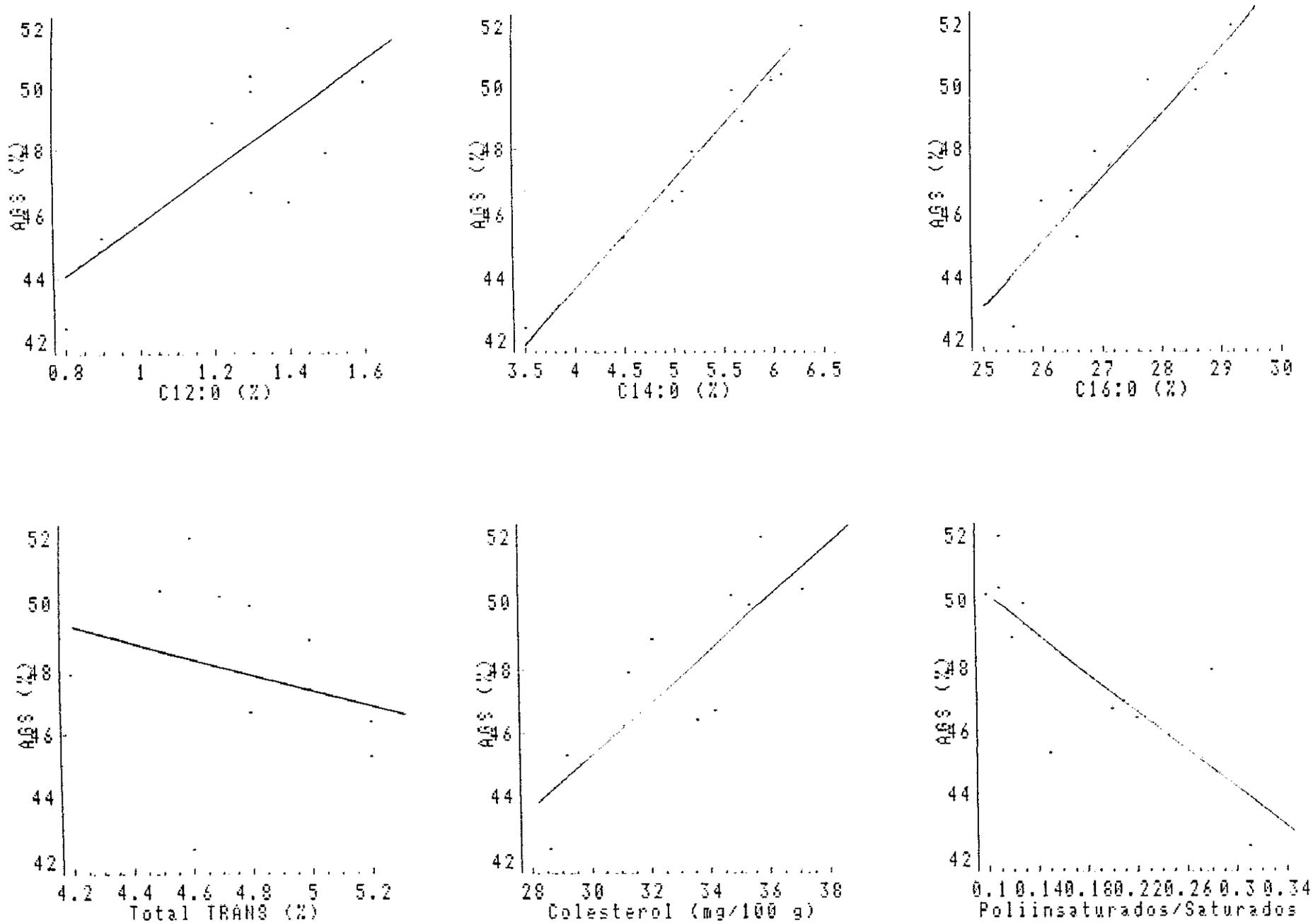


Gráfico 23.- Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas dobles con queso.

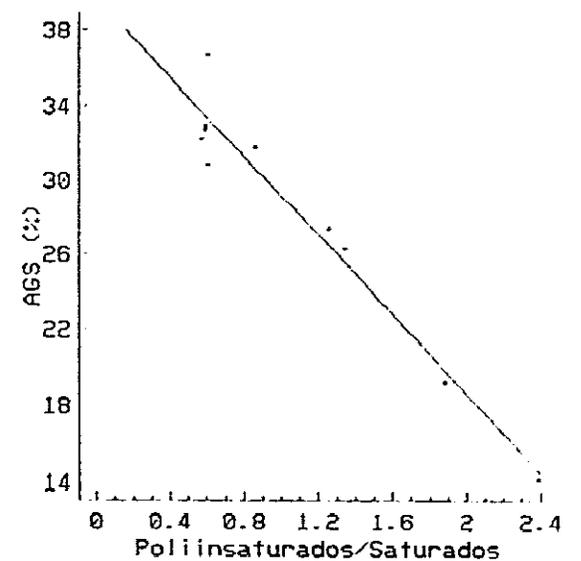
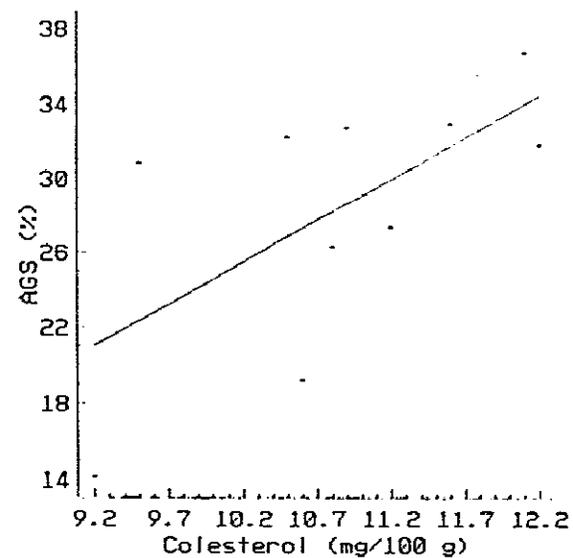
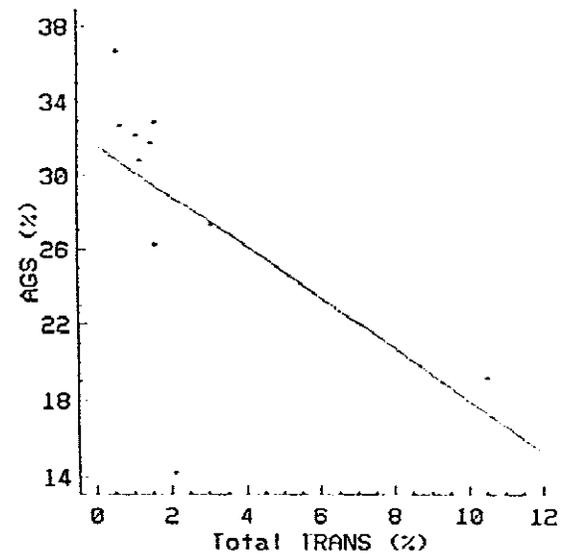
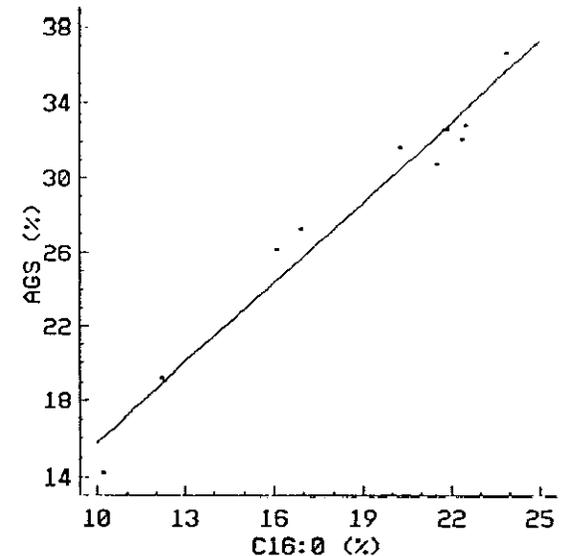
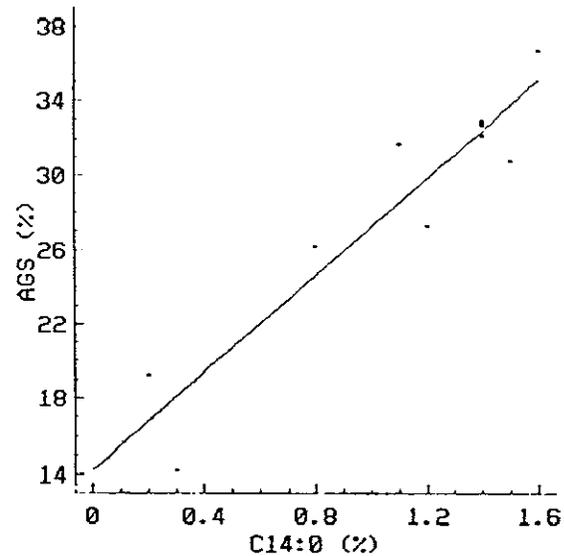
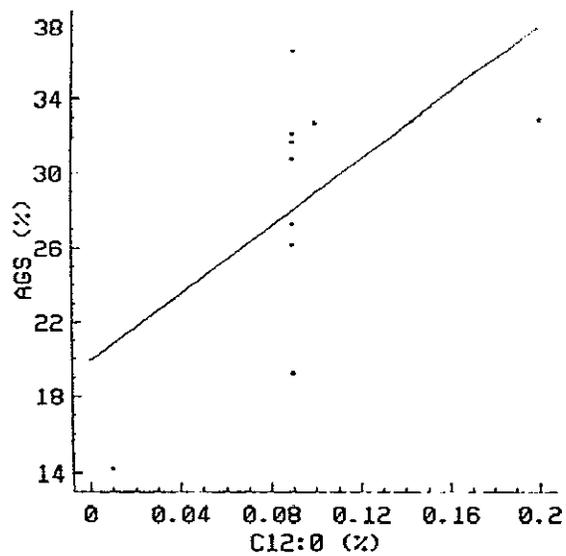


Gráfico 24.- Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas de pollo.

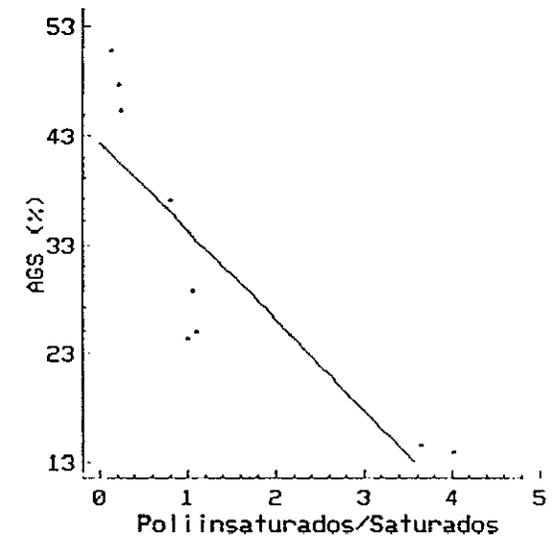
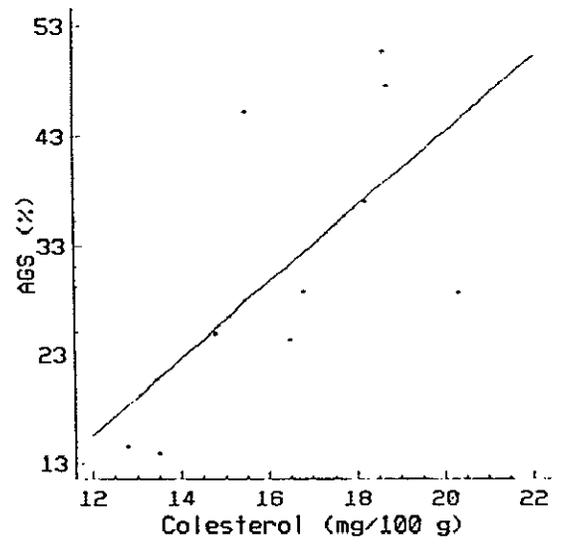
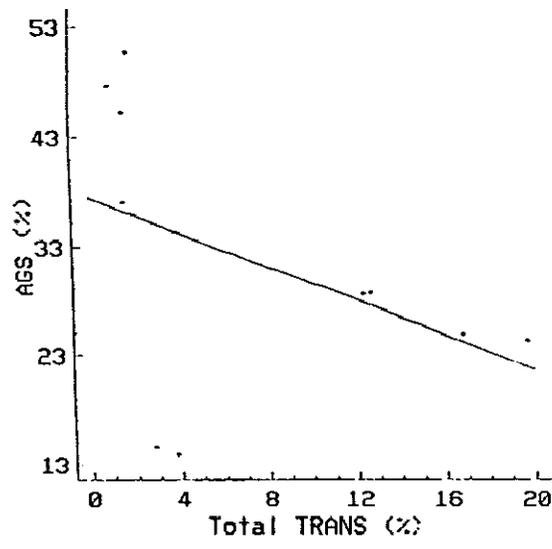
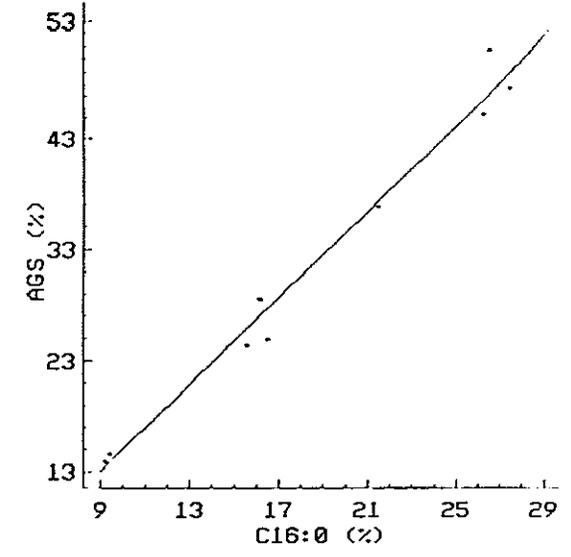
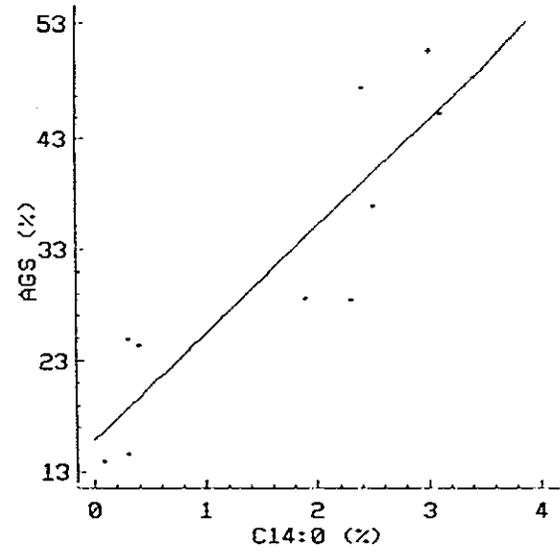
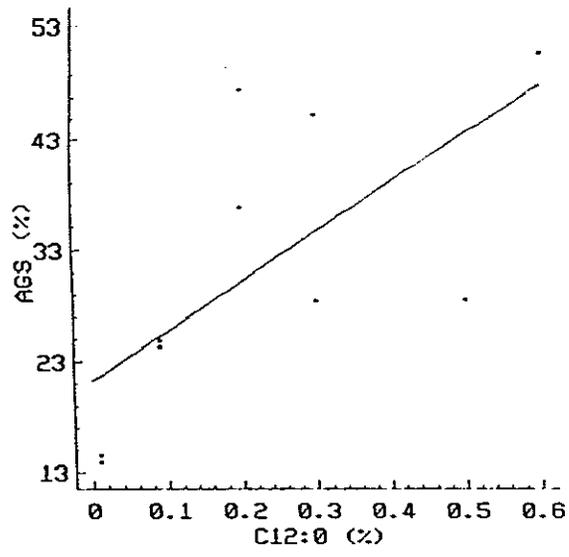


Gráfico 25.- Representación de las correlaciones obtenidas en las hamburguesas de pescado.

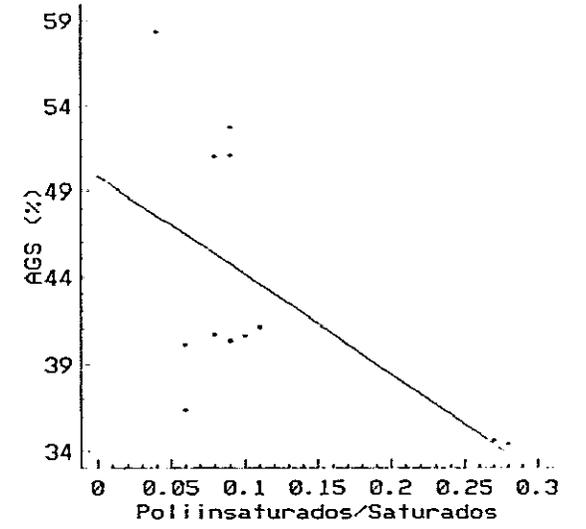
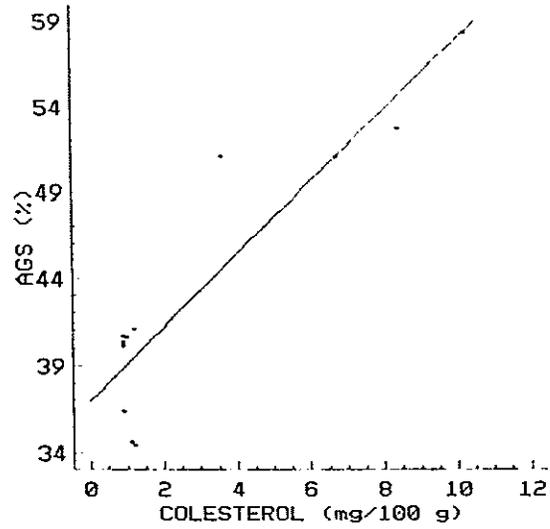
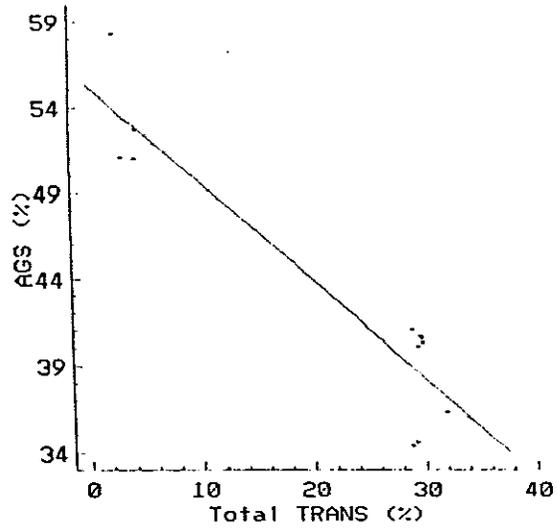
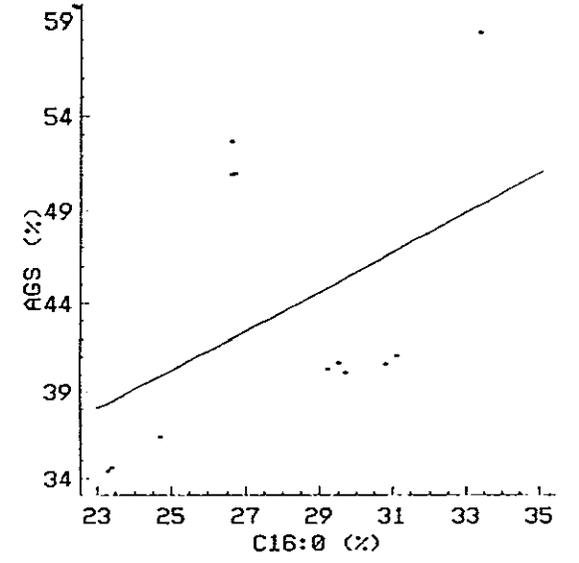
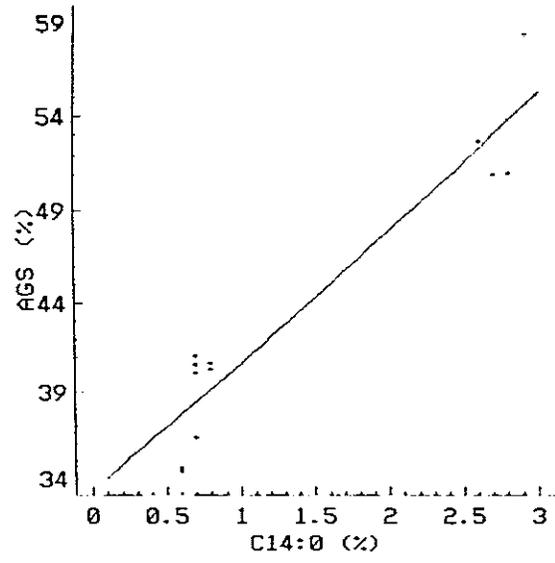
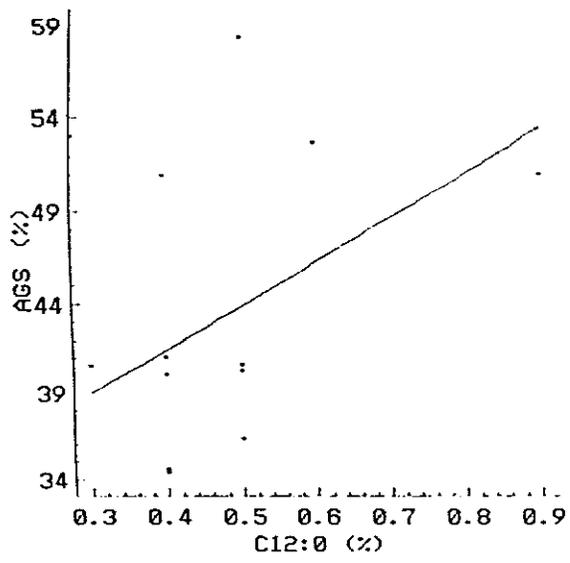


Gráfico 26.- Representación de las correlaciones obtenidas en las patatas fritas de hamburgueserías.

5.3.1.2.- Estudio de las correlaciones obtenidas en los aperitivos

El estudio de las correlaciones de los aperitivos (Tabla 41) muestra correlaciones estadísticamente significativas entre las siguientes variables:

Se han obtenido correlaciones altamente significativas entre los ácidos grasos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0) y el contenido total de ácidos grasos saturados en los aperitivos sabor a queso, prueba indicativa del empleo de grasas láuricas (tipo coco-palmiste) en la elaboración de estos productos.

En las patatas fritas el ácido palmítico (C16:0) muestra correlación significativa con el contenido total en ácidos grasos saturados, debido al empleo del aceite de palma en la fritura de las patatas. En los aperitivos sabor a queso esta correlación era negativa.

La presencia de isómeros trans muestra una correlación negativa en ambos casos (patatas fritas y aperitivos sabor a queso) con respecto al contenido total en ácidos grasos saturados, circunstancia ésta que demuestra la baja presencia de aceites y/o grasas hidrogenados en la elaboración de estos productos.

Las relaciones P/S muestran en ambos casos correlaciones significativas y negativas con respecto al contenido total en ácidos grasos saturados.

El contenido de colesterol muestra una correlación más significativa con el contenido total en ácidos grasos saturados en el caso de las patatas fritas, ya que este compuesto prácticamente sólo está presente en las muestras elaboradas con aceite de palma que son precisamente las de mayor contenido en ácidos grasos saturados.

En los Gráficos 27 y 28 están representadas la correlaciones obtenidas en los aperitivos.

**TABLA 41.- CORRELACIONES ENTRE DISTINTOS PARAMETROS DE LA
FRACCION LIPIDICA DE LOS APERITIVOS.**

| | <u>AP</u> | <u>AQ</u> |
|-------------|------------|------------|
| | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> |
| C12:0 | 0,798 | 0,910 |
| C14:0 | 0,976 | 0,933 |
| C16:0 | 0,976 | -0,197 |
| TOTAL TRANS | -0,088 | -0,351 |
| P/S | -0,947 | -0,807 |
| COLESTEROL | 0,705 | 0,018 |

AP = Patatas Fritas

AQ = Aperitivos sabor a Queso

AGS = Acidos Grasos Saturados

P/S = Acidos Grasos Poliinsaturados/Saturados

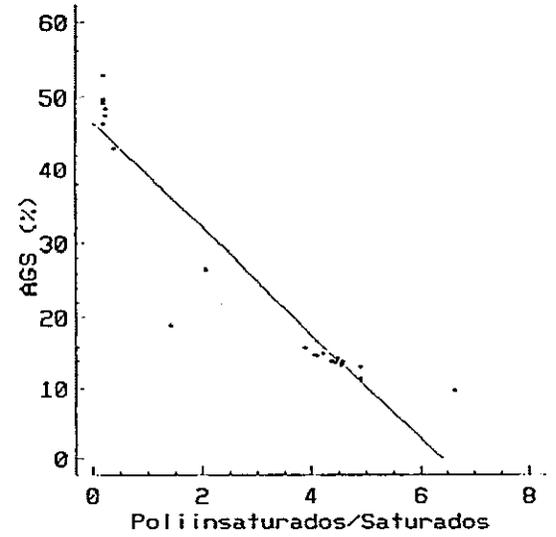
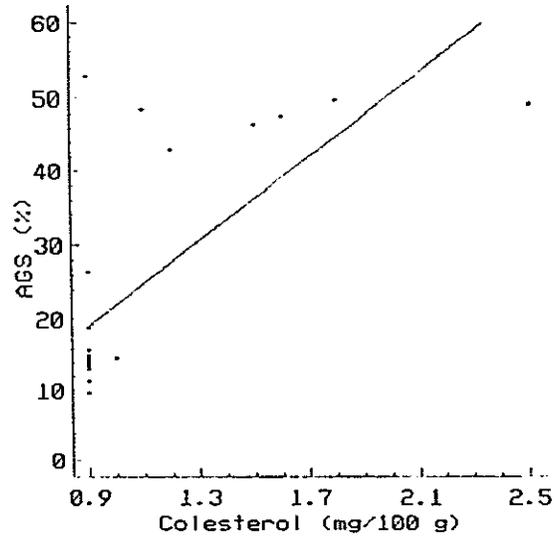
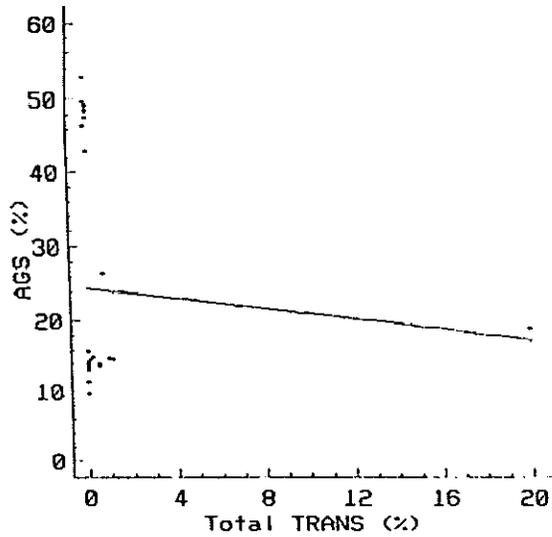
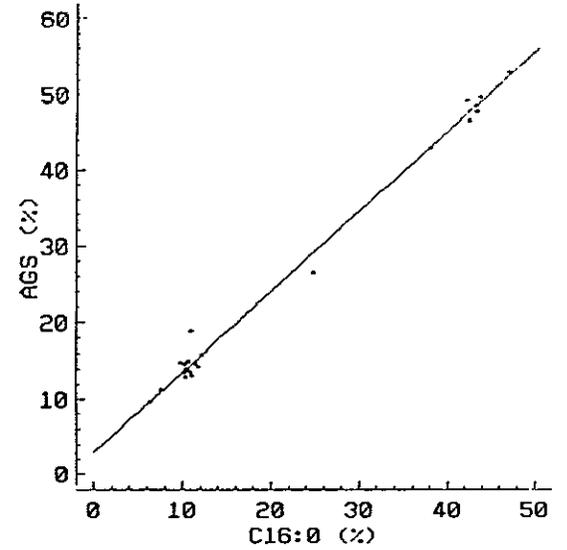
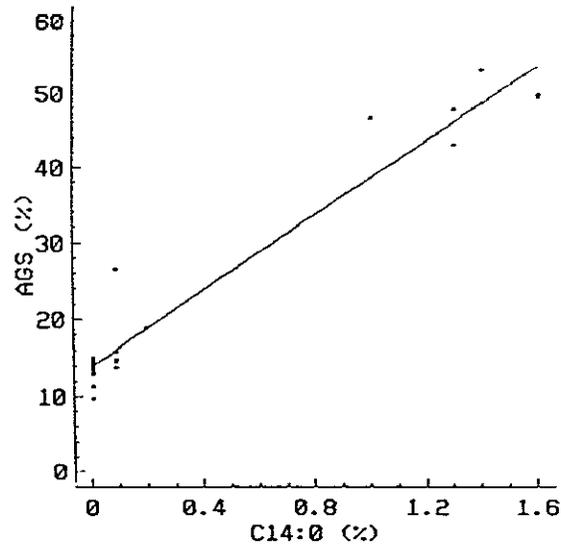
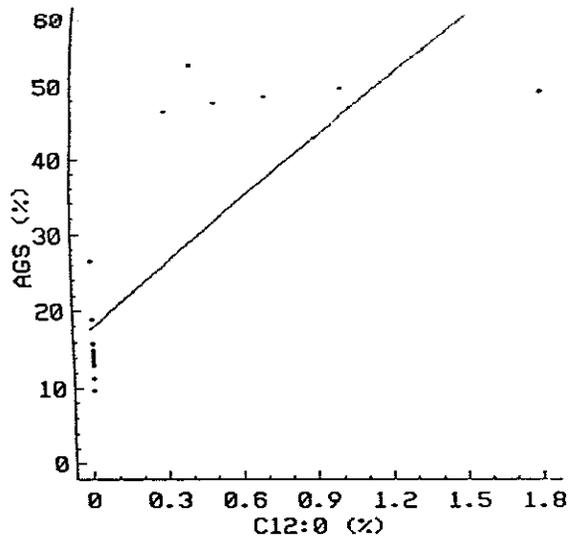


Gráfico 27.- Representación de las correlaciones obtenidas en las patatas fritas (aperitivos).

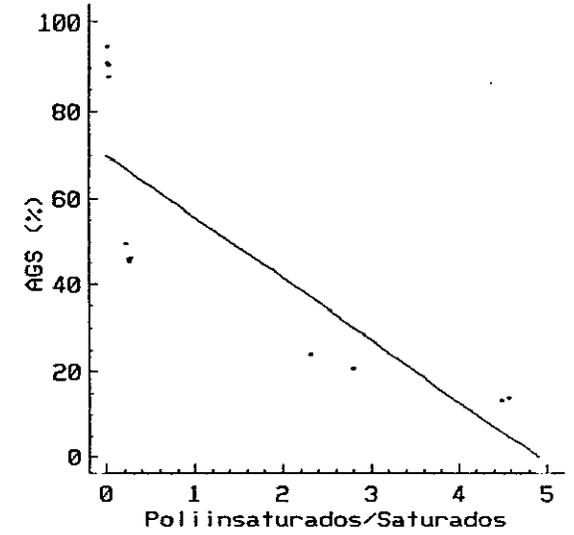
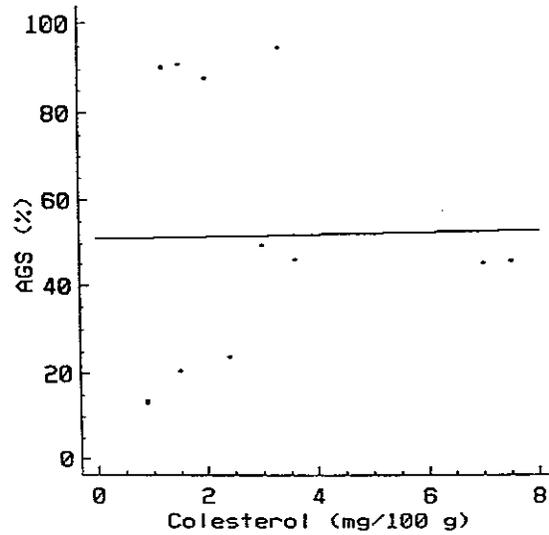
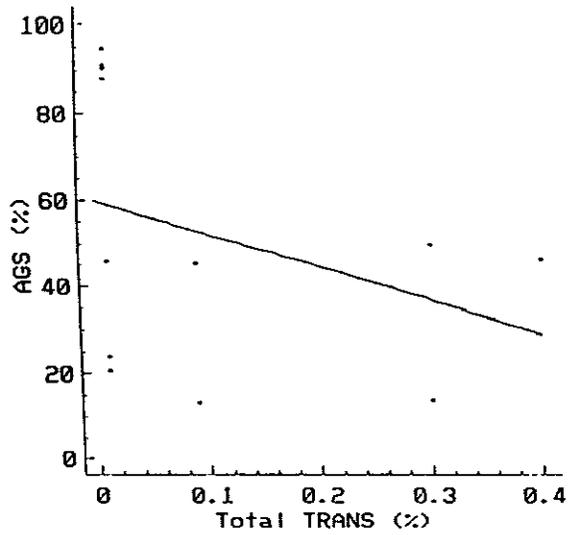
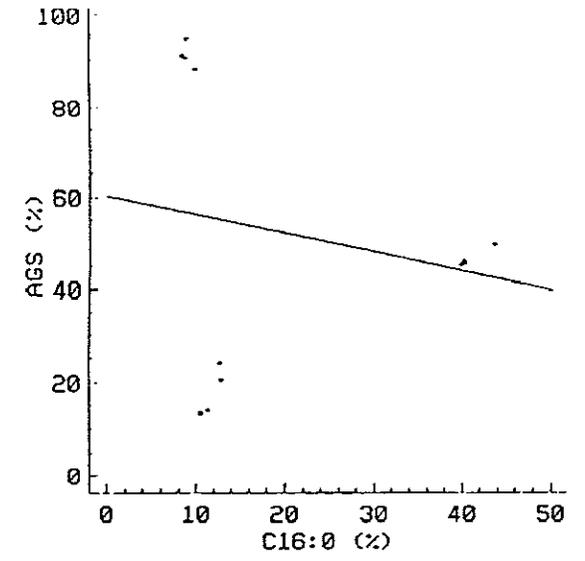
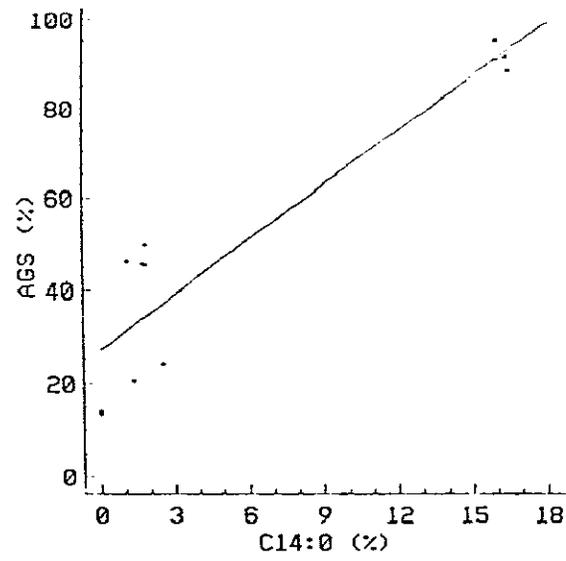
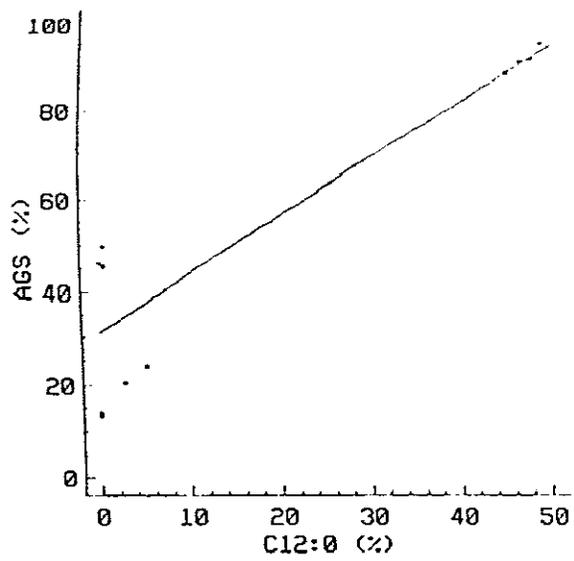


Gráfico 28.- Representación de las correlaciones obtenidas en los aperitivos sabor a queso.

5.3.1.3.- Estudio de las correlaciones obtenidas en los "pastelitos"

El estudio de las correlaciones de los "pastelitos" (Tabla 42) muestra correlaciones estadísticamente significativas entre las siguientes variables:

Los ácidos grasos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0) presentan en todos los casos las correlaciones más elevadas respecto al contenido total en ácidos grasos saturados, lo que revela una alta frecuencia en el empleo de grasas láuricas (tipo coco-palmiste) para la elaboración de estos productos.

El ácido palmítico (C16:0) muestra una correlación negativa en los "pastelitos" tipo "Donuts", algo significativa en los "pastelitos" rellenos y poco significativa en los "pastelitos" rellenos con cobertura respecto al contenido total en ácidos grasos saturados, lo que revela una menor frecuencia en la utilización del aceite de palma para la elaboración de estos productos.

La presencia de isómeros trans muestra una correlación negativa en los dos primeros casos y no significativa en el tercero respecto al contenido total en ácidos grasos saturados.

Las relaciones P/S muestran correlaciones significativas y negativas con respecto al contenido total en ácidos grasos saturados.

El contenido en colesterol está relacionado positivamente con el de ácidos grasos saturados en el primer caso ("pastelitos" tipo "Donuts"), de forma poco significativa en el segundo ("pastelitos" rellenos) y negativamente en el tercero ("pastelitos" rellenos con cobertura), posiblemente debido a la mayor presencia de huevo en estos últimos productos, el cual aunque no tiene una gran incidencia sobre el contenido de ácidos grasos saturados, sí la tiene sobre el contenido de colesterol.

En los Gráficos 29, 30 y 31 están representadas las correlaciones obtenidas en los "pastelitos".

TABLA 42.- CORRELACIONES ENTRE DISTINOS PARAMETROS DE LA FRACCION LIPIDICA DE LOS "PASTELITOS".

| | <u>PD</u> | <u>PR</u> | <u>PRC</u> |
|-------------|------------|------------|------------|
| | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> |
| C12:0 | 0,979 | 0,877 | 0,908 |
| C14:0 | 0,964 | 0,903 | 0,967 |
| C16:0 | -0,473 | 0,314 | 0,050 |
| TOTAL TRANS | -0,773 | -0,116 | 0,174 |
| P/S | -0,928 | -0,827 | -0,972 |
| COLESTEROL | 0,699 | 0,058 | -0,350 |

PD = "Pastelitos" tipo "Donuts"

PR = "Pastelitos" Rellenos

PRC = "Pastelitos" Rellenos con Cobertura

AGS = Acidos Grasos Saturados

P/S = Acidos Grasos Poliinsaturados/Saturados

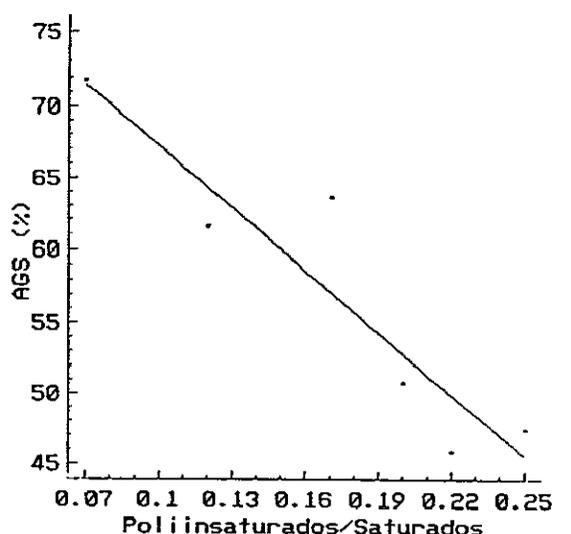
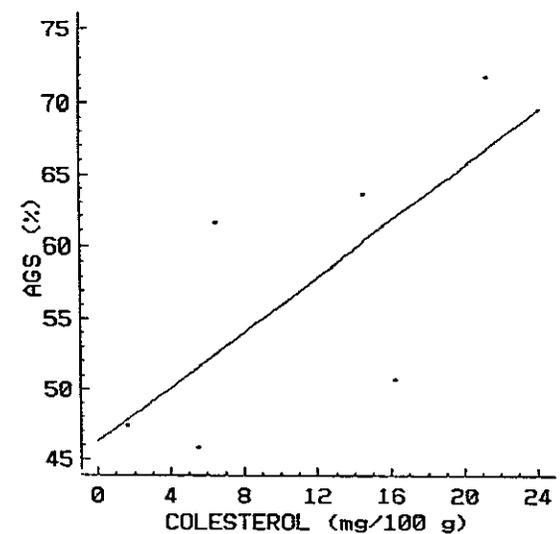
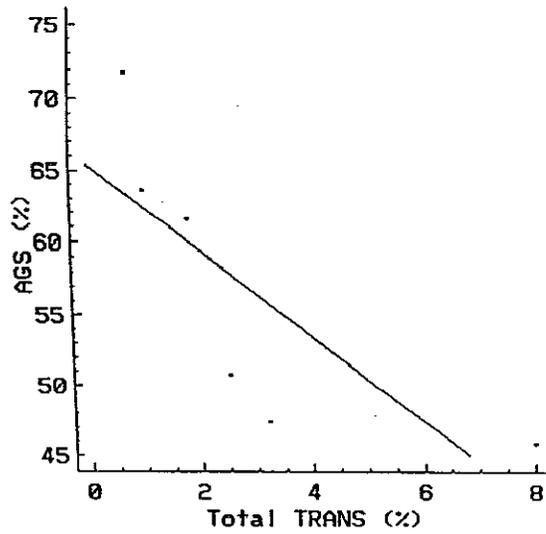
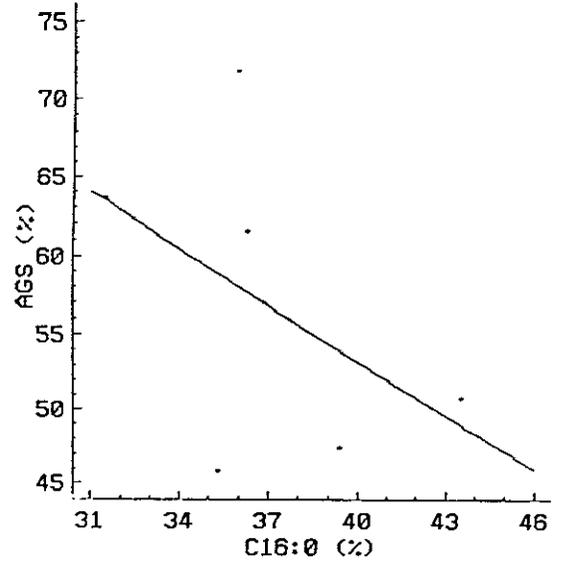
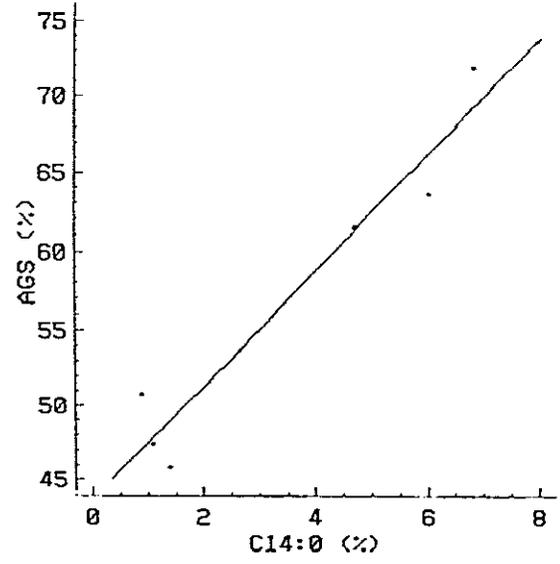
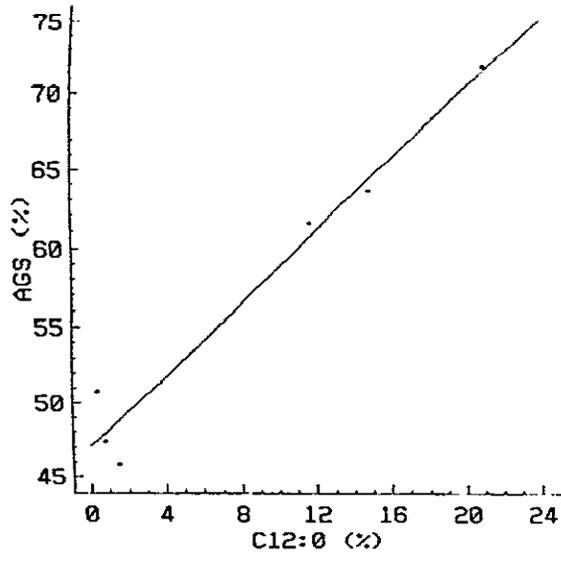


Gráfico 29.- Representación de las correlaciones obtenidas en los "pastelitos" tipo "Donuts".

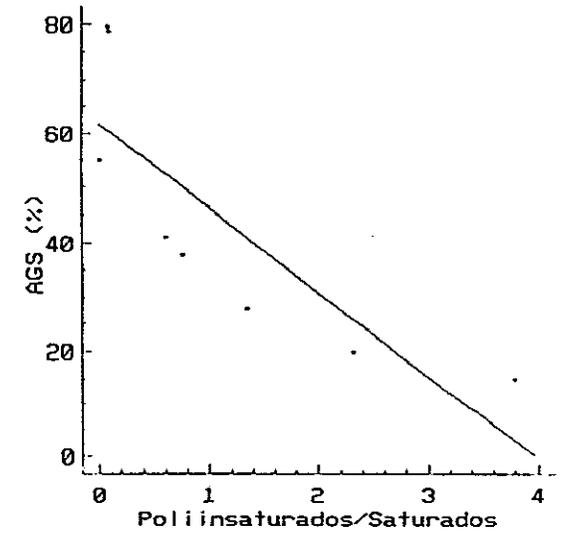
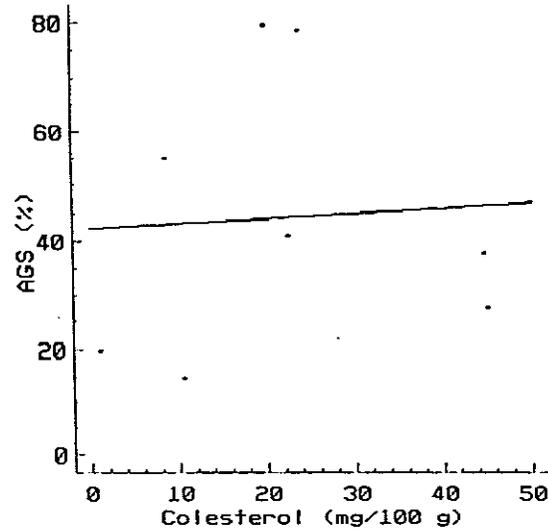
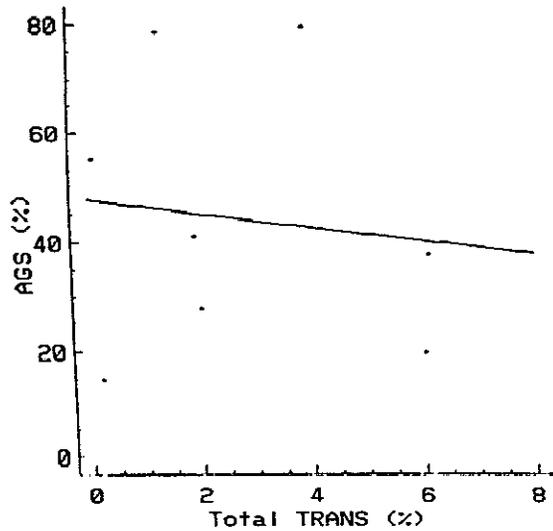
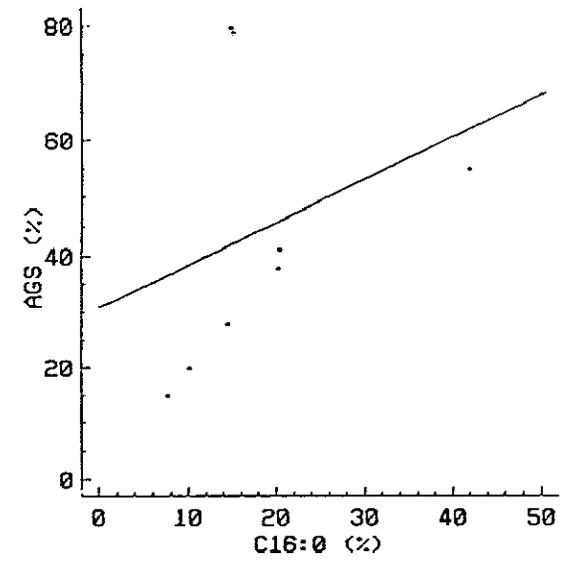
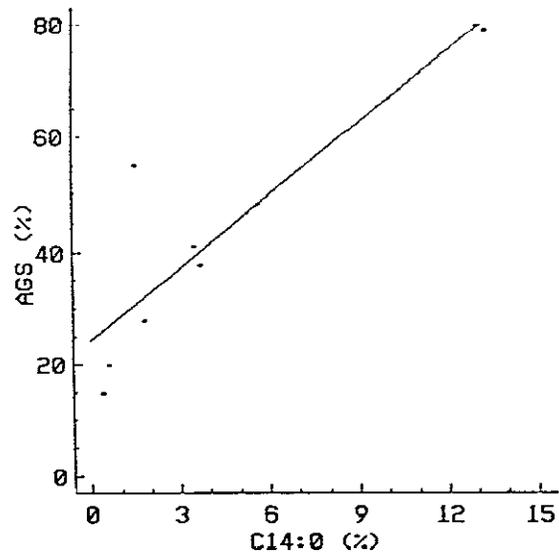
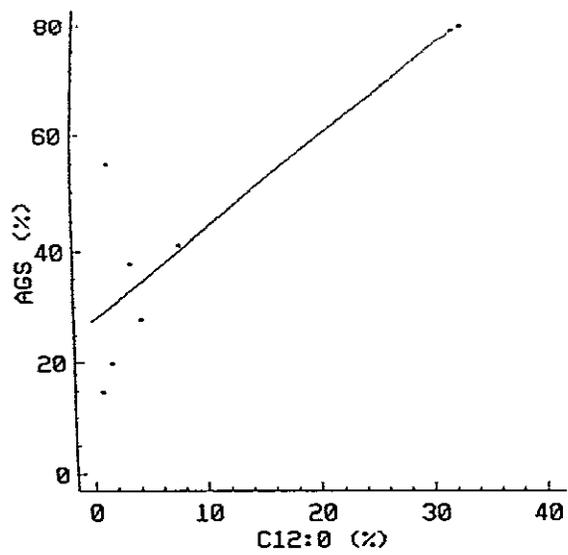


Gráfico 30.- Representación de las correlaciones obtenidas en los "pastelitos" rellenos.

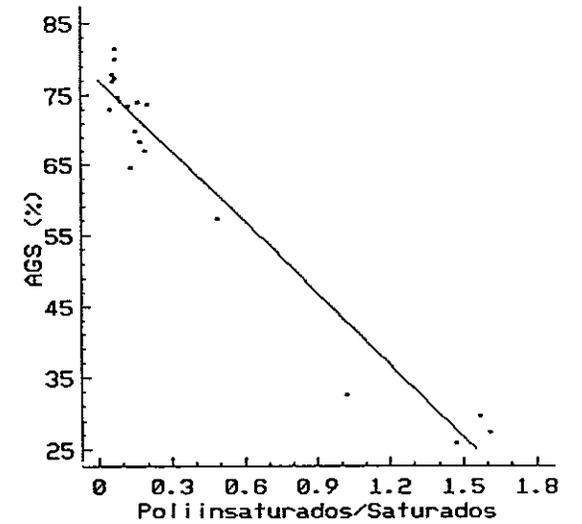
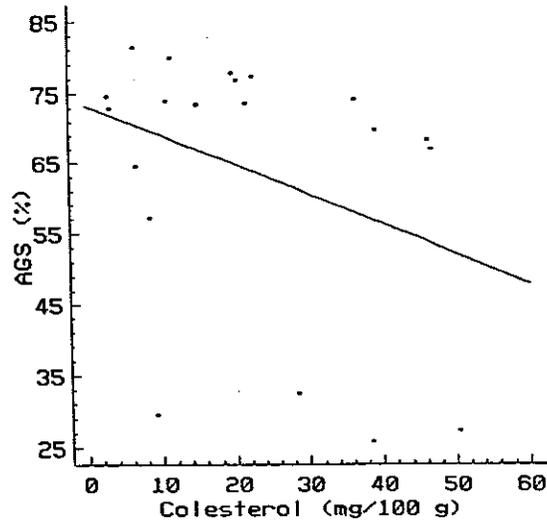
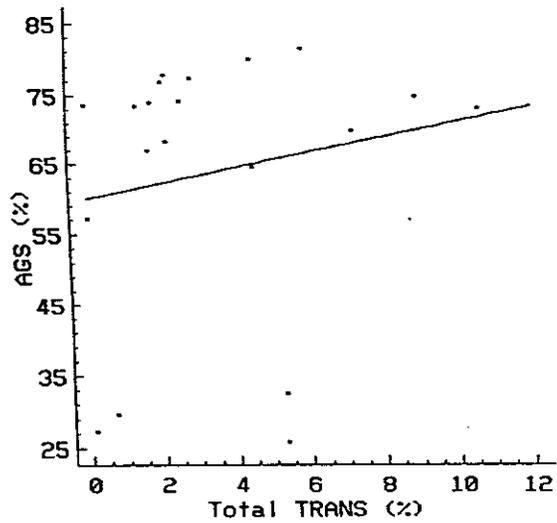
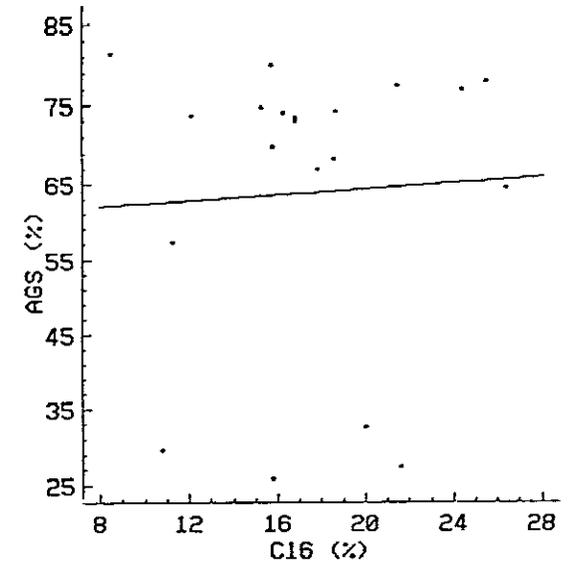
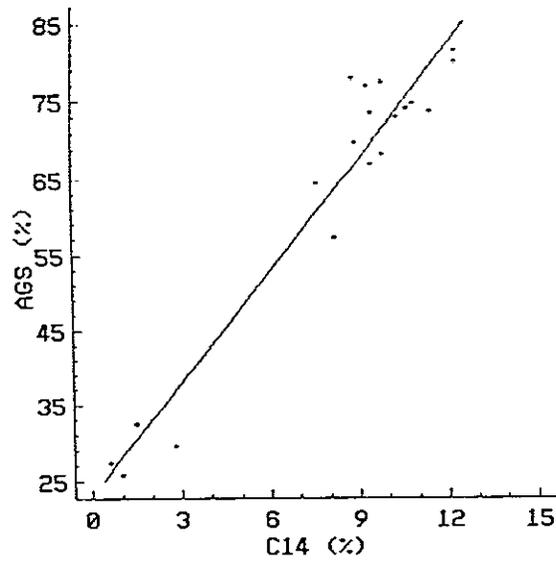
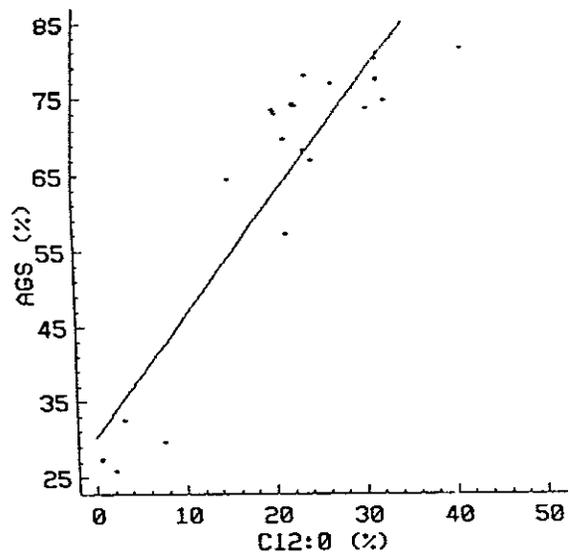


Gráfico 31.- Representación de las correlaciones obtenidas en los "pastelitos" rellenos con cobertura.

5.3.1.4.- Estudio de las correlaciones obtenidas en las galletas

El estudio de las de correlaciones de las galletas (Tabla 43), muestra correlaciones estadísticamente significativas entre las siguientes variables:

Los ácidos grasos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0) presentan las correlaciones más elevadas respecto al contenido total en ácidos grasos saturados debido a la habitual utilización de las grasas láuricas en la elaboración de las galletas.

Las correlaciones negativas entre el ácido palmítico (C16:0) y el contenido total en ácidos grasos saturados revelan una baja frecuencia en la utilización del aceite de palma en la elaboración de estos productos.

La presencia de isómeros trans muestra en todos los casos una correlación negativa con el contenido total en ácidos grasos saturados, si bien es cierto que esta correlación es ligeramente superior en el caso de las galletas con nata y/o mantequilla debido a la presencia de estos compuestos en las grasas de origen lácteo.

Las relaciones P/S muestran correlaciones significativas y negativas con respecto al contenido total en ácidos grasos saturados.

Asimismo, el contenido en colesterol está relacionado negativamente con el de ácidos grasos saturados en los 4 tipos de galletas. Esta circunstancia es explicable, si tenemos en cuenta que las grasas vegetales utilizadas en su elaboración aunque tienen altas proporciones de ácidos grasos saturados, tienen sin embargo, un contenido mínimo en colesterol.

En los Gráficos 32, 33, 34 y 35 están representadas las correlaciones obtenidas de las galletas.

TABLA 43.- CORRELACIONES ENTRE DISTINTOS PARAMETROS DE LA FRACCION LIPIDICA DE LAS GALLETAS.

| | <u>GM</u> | <u>GT</u> | <u>GC</u> | <u>GN</u> |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> | <u>AGS</u> |
| C12:0 | 0,947 | 0,913 | 0,937 | 0,758 |
| C14:0 | 0,954 | 0,982 | 0,938 | 0,739 |
| C16:0 | -0,027 | -0,345 | -0,735 | -0,445 |
| TOTAL TRANS | -0,632 | -0,671 | -0,471 | -0,222 |
| P/S | -0,920 | -0,880 | -0,867 | -0,890 |
| COLESTEROL | -0,109 | -0,235 | -0,095 | -0,206 |

GM = Galletas "María"

GT = Galletas Tostadas

GC = Galletas con Chocolate

GN = Galletas con Nata y/o Mantequilla

AGS = Acidos Grasos Saturados

P/S = Acidos Grasos Poliinsaturados/Saturados

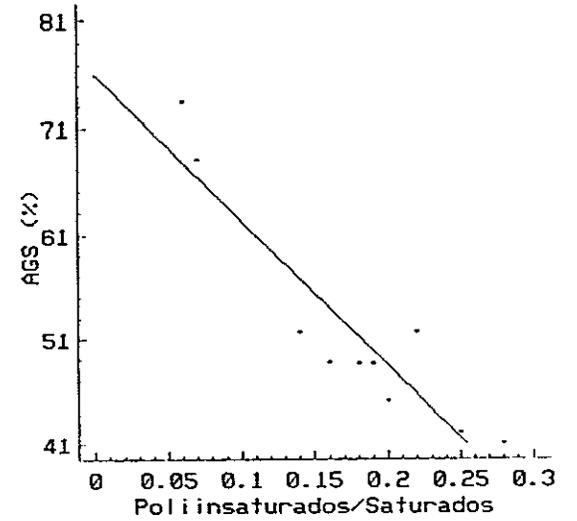
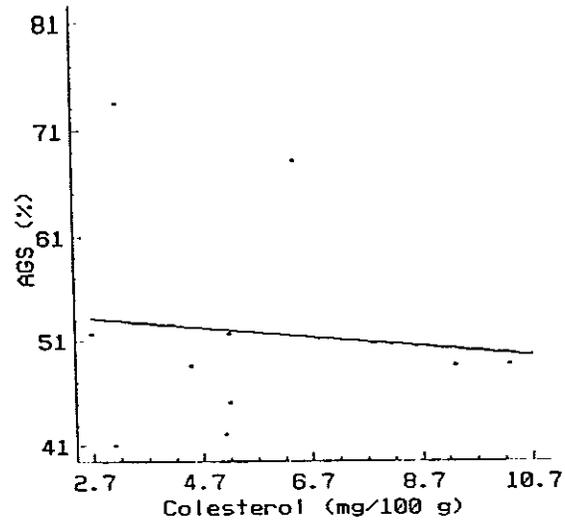
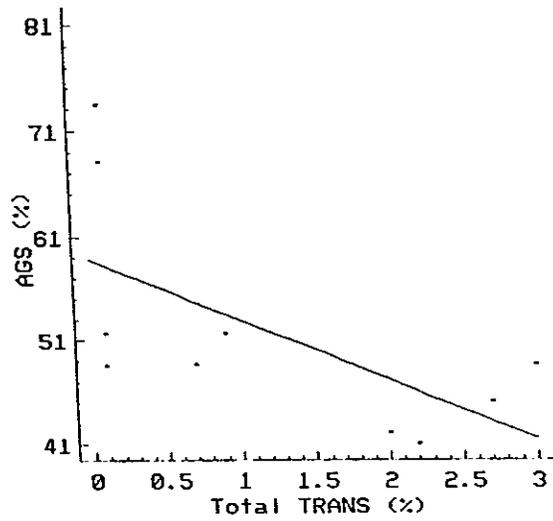
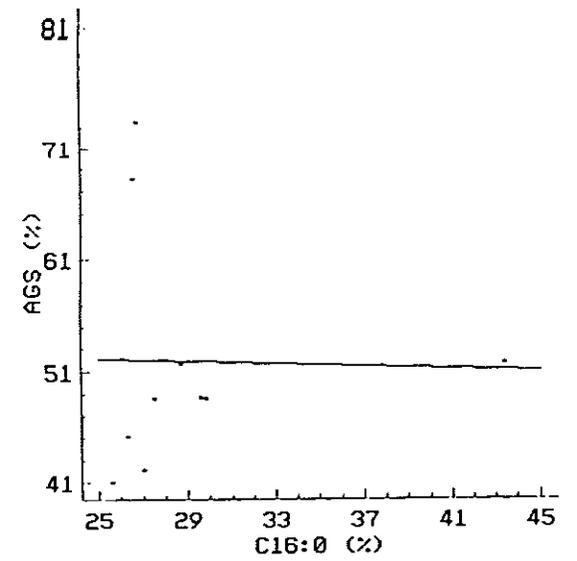
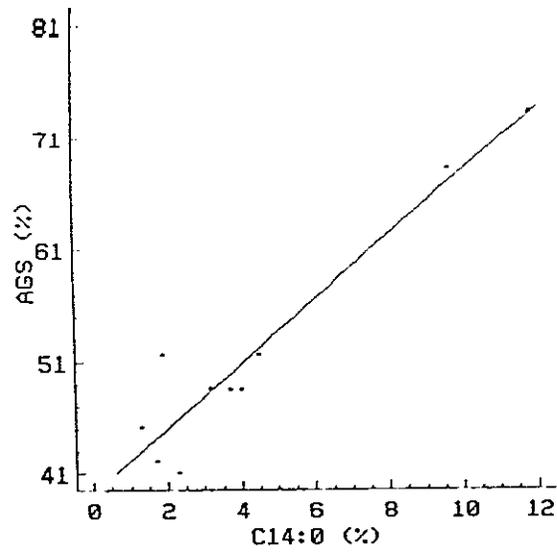
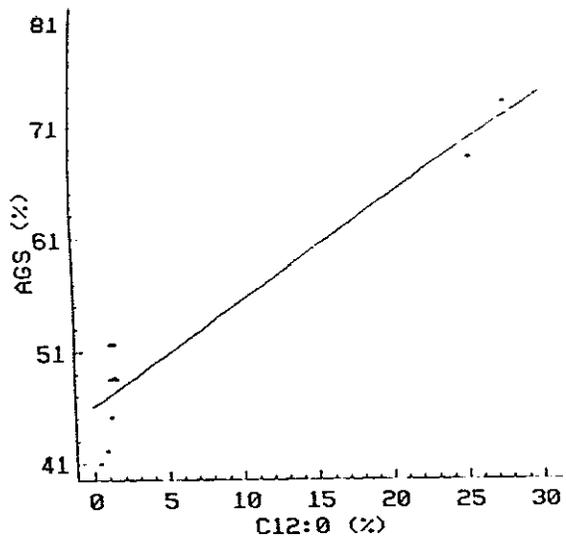


Gráfico 32.- Representación de las correlaciones obtenidas en las galletas "María".

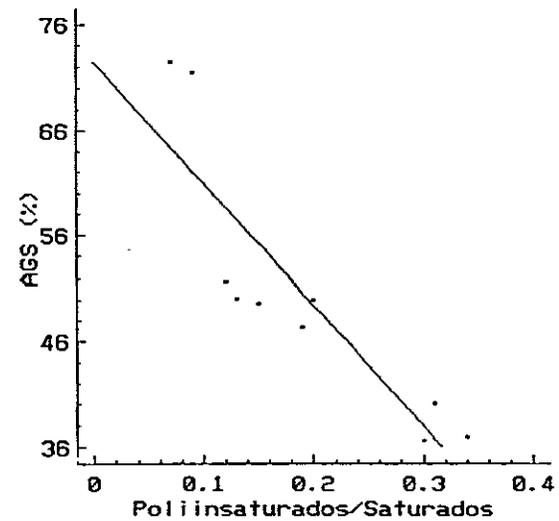
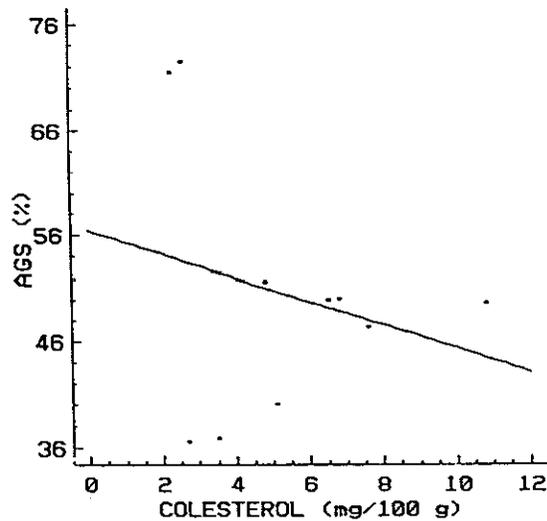
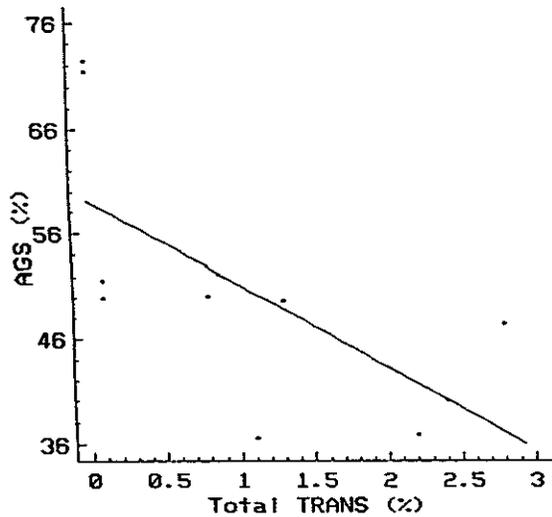
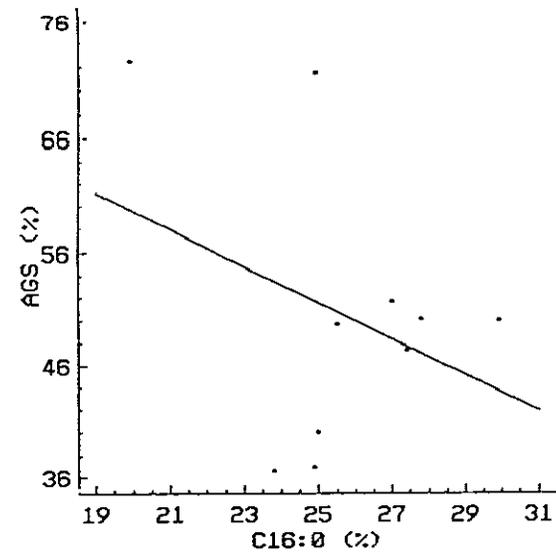
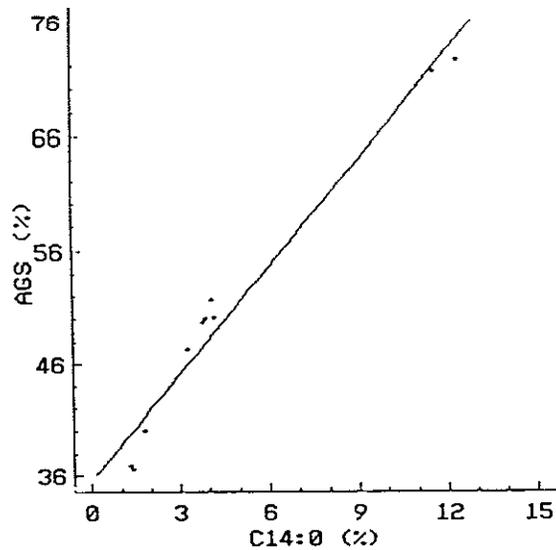
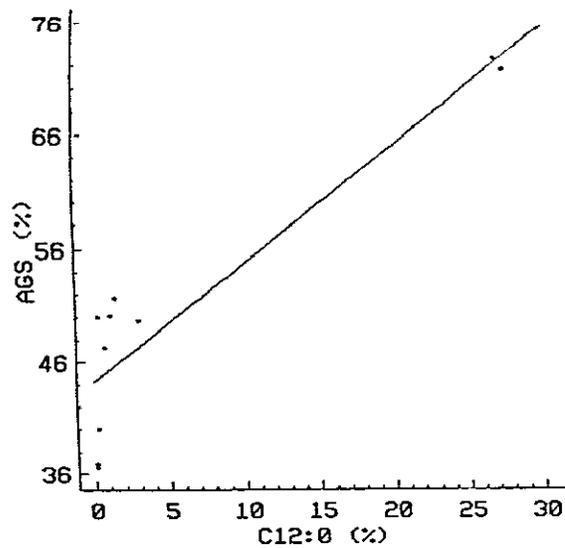


Gráfico 33.- Representación de las correlaciones obtenidas en las galletas tostadas.

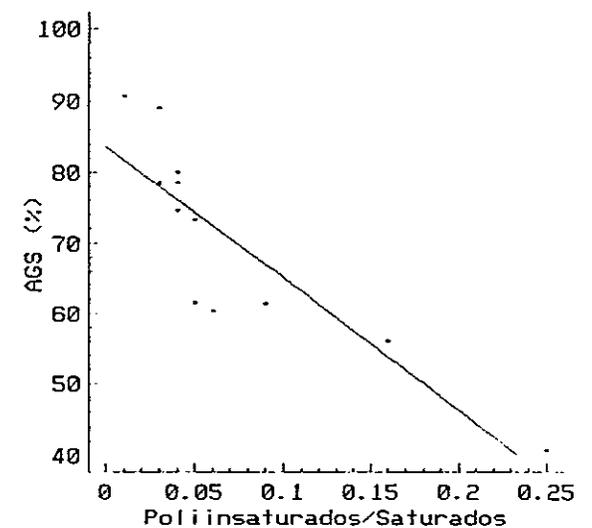
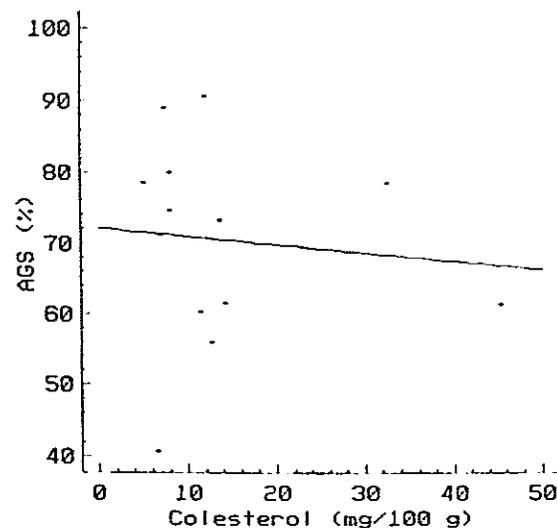
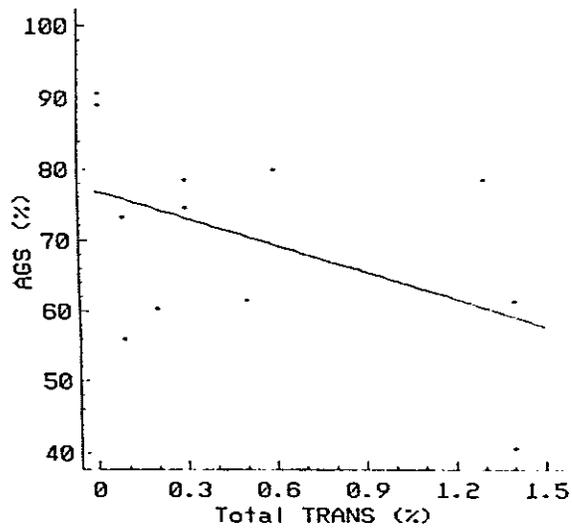
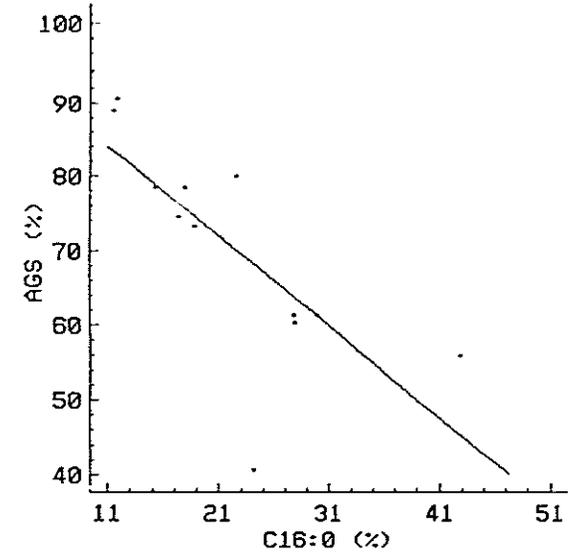
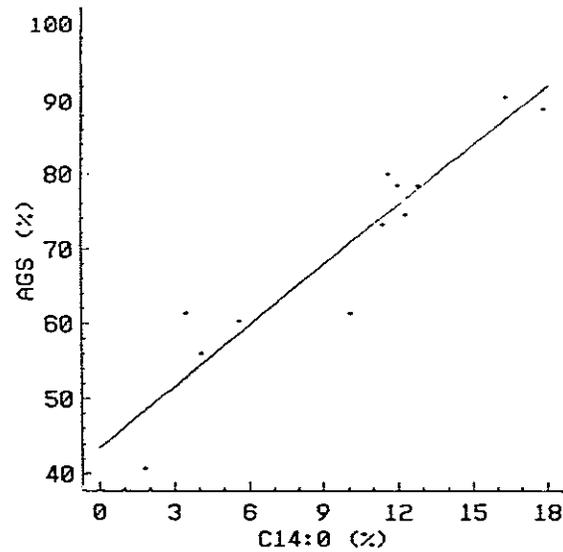
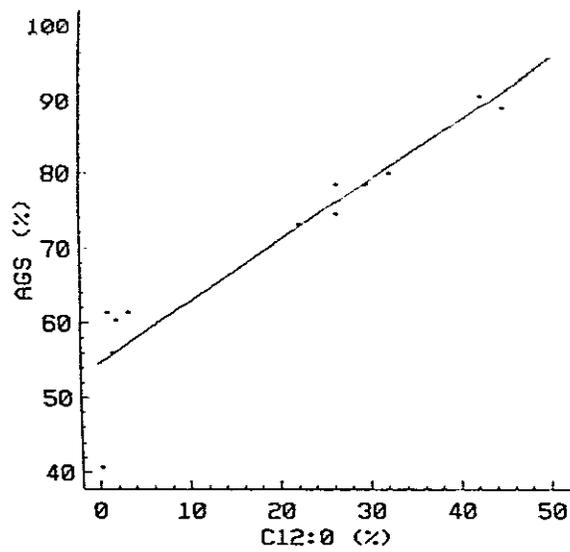


Gráfico 34.- Representación de las correlaciones obtenidas en las galletas con chocolate.

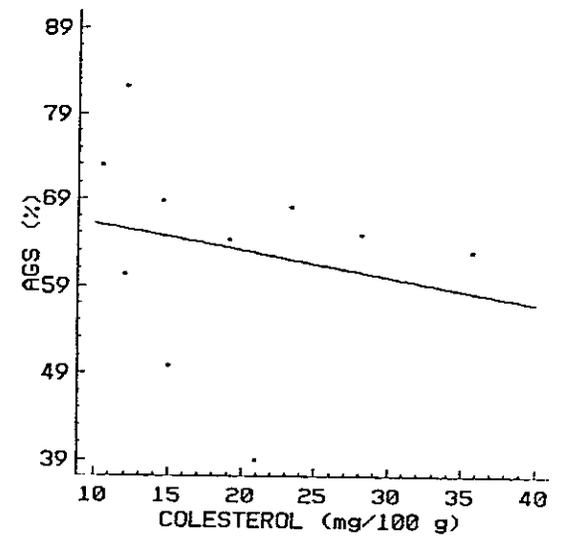
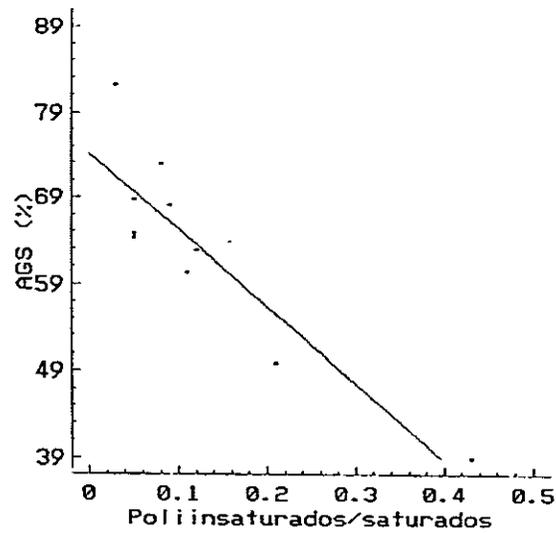
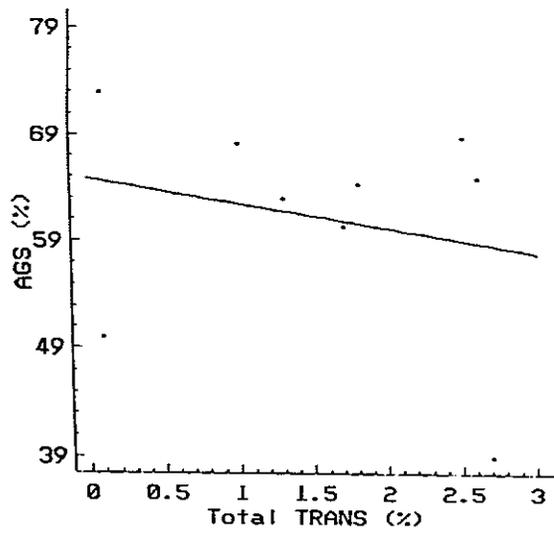
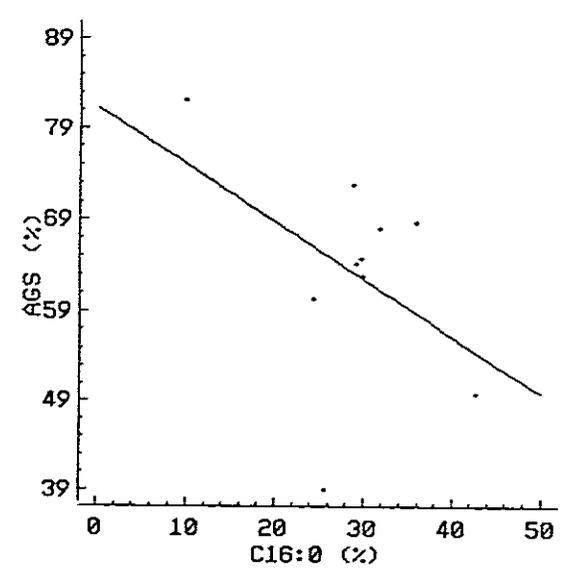
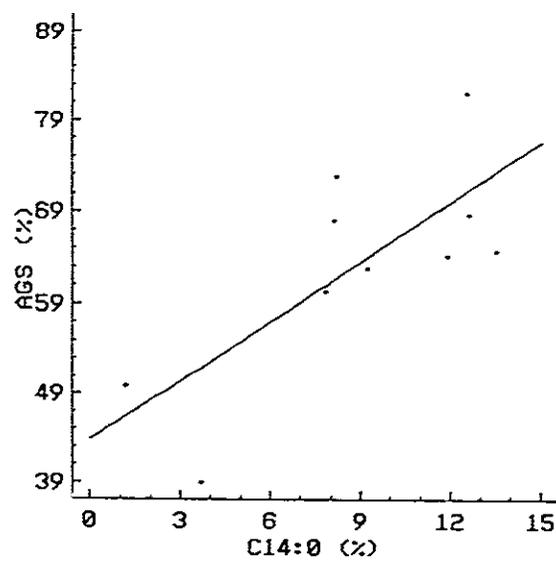
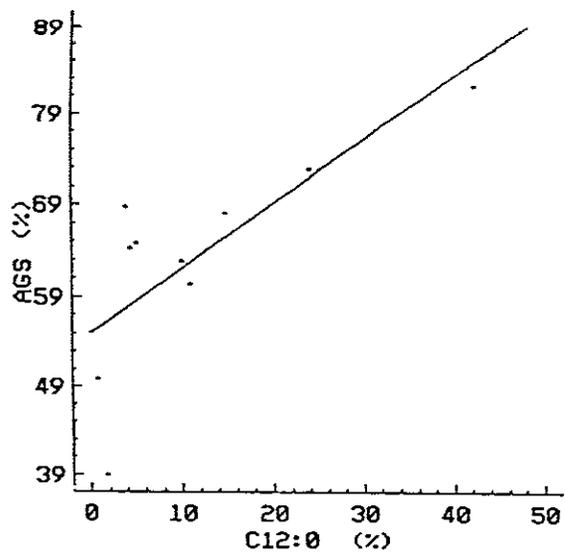


Gráfico 35.- Representación de las correlaciones obtenidas en las galletas con nata y/o mantequilla.

6.- CONCLUSIONES

Es necesario señalar, en primer lugar, que el objetivo principal del presente trabajo era obtener una información puntual acerca de la composición de la fracción lipídica de ciertos alimentos consumidos por la población infantil, con el fin de disponer de una serie de datos que pudieran servir de base respecto a pautas de consumo futuras.

El hecho de haber analizado en torno a 200 muestras, correspondientes a 15 grupos diferentes de productos alimenticios, nos permite efectuar una serie de valoraciones en base a los resultados analíticos obtenidos.

Aunque es difícil sacar conclusiones generales sobre el valor nutritivo de alimentos tan heterogéneos como los estudiados, y teniendo en cuenta que esta heterogeneidad afecta tanto a su composición como a la cantidad consumida de los mismos, es importante resaltar la excelente aceptación (a veces excesiva) que tienen estos alimentos por parte de la población infantil, circunstancia que pudiera repercutir sobre su equilibrio nutricional.

Atendiendo al objetivo principal de este trabajo, en el planteamiento de las conclusiones hemos modificado el orden de comentario con respecto al de la discusión, con el fin de destacar prioritariamente los resultados obtenidos en el "Estudio de la fracción lipídica", y posteriormente los que se refieren al resto de componentes.

Las conclusiones más relevantes obtenidas en este estudio fueron las siguientes:

A) Respecto a los métodos analíticos empleados:

1.- El análisis de los ésteres metílicos de los ácidos grasos, mediante cromatografía de gases, fue satisfactorio desde el punto de vista analítico, al haberse conseguido una correcta separación, identificación y cuantificación de los compuestos de acuerdo a las condiciones de trabajo establecidas. El método puesto a punto por nosotros consistente en la preparación "en frío" de los ésteres metílicos resultó satisfactorio, no arrojando diferencias con los otros procedimientos descritos.

2.- Las columnas capilares empleadas en la determinación de los isómeros *trans* de los ácidos grasos según las condiciones de trabajo establecidas en nuestro método, han posibilitado su separación y diferenciación de los isómeros *cis*, al tener aquellos unos tiempos de retención ligeramente inferiores.

3.- De los ensayos de exactitud realizados sobre los distintos patrones internos empleados para la cuantificación del colesterol, el 5-alfa-colestano resultó ser el más apropiado al haberse logrado recuperaciones que oscilaban entre el 95,9 y el 99,5%.

B) Respecto a los resultados analíticos obtenidos:

4.- En nuestro trabajo hemos observado la evolución habida respecto a los aceites y grasas comestibles empleados en la elaboración de los productos consumidos en los establecimientos de "restauración rápida" (fast-food), ya que los resultados obtenidos en el "Estudio de la fracción lipídica" de las primeras muestras tomadas reflejaban altos contenidos en ácidos grasos saturados y colesterol, propios de las grasas de origen animal, habiendo observado en

las muestras tomadas posteriormente una disminución en los niveles de ácidos grasos saturados, práctica ausencia de colesterol y mayor presencia de isómeros *trans* de los ácidos grasos, propia de los aceites y/o grasas vegetales hidrogenados.

5.- Aunque en general los niveles de isómeros *trans* encontrados en los productos analizados no son excesivos, ni en principio inquietantes para la salud de los niños (valores inferiores al 5% en los casos de las hamburguesas, aperitivos, "pastelitos" y galletas) habrá que tener en cuenta la presencia de estos compuestos con el fin de que el aporte de ácidos grasos esenciales sea el adecuado.

6.- Debemos hacer una mención especial para el caso de las patatas fritas de hamburgueserías en las que los niveles de isómeros *trans* encontrados fueron muy elevados, estando en torno al 28-30% del contenido total en ácidos grasos.

7.- La mayor cantidad de isómeros *trans* detectada en determinados alimentos nos sirve para confirmar que en su elaboración y/o preparación fueron utilizados aceites vegetales hidrogenados.

8.- Los resultados analíticos obtenidos para las hamburguesas no ponen de manifiesto aspectos referentes a su composición que desaconsejen el consumo de estos productos, siempre que sea en el marco de una dieta amplia y variada.

En general, las hamburguesas de pollo y pescado son más equilibradas que las de carne respecto a su composición en ácidos grasos, con una mejor relación Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados, presentando asimismo unos contenidos de colesterol más bajos (en las hamburguesas de pollo 11 mg de colesterol/100 g, $n=10$ y $CV=9,1\%$, y en las hamburguesas de pescado 16,6 mg de colesterol/100 g, $n=10$ y $CV=14,6\%$).

9.- Teniendo en cuenta que el valor energético medio de las hamburguesas analizadas se sitúa en torno a las 400 Kcal./unidad, a las cuales habría que añadir las que aportan las patatas fritas (220-300 Kcal.) que suelen complementar a las hamburguesas, nos encontramos con un aporte calórico elevado (en torno a las 600-700 Kcal.). Esta circunstancia podría ser un factor de desequilibrio dietético si, como es habitual, estos alimentos se toman entre comidas, máxime teniendo en cuenta que las necesidades energéticas diarias de la población infantil entre 6 y 14 años de edad están en torno a las 1700-2400 Kcal./día.

10.- Las patatas fritas de aperitivo se muestran como alimentos básicamente energéticos (550 Kcal./100 g, $n=25$ y $CV=4\%$), existiendo una amplia disparidad de resultados respecto a su composición en ácidos grasos, lo que depende, como es lógico del tipo de grasas y/o aceites empleados en el proceso de fritura. Los bajos niveles de isómeros *trans* encontrados en este tipo de patatas, a diferencia de las de hamburgueserías, revelan que no se han utilizado aceites hidrogenados en su elaboración.

11.- Los aperitivos de sabor a queso son igualmente productos alimenticios de alto valor energético (559 Kcal./100 g, $n=12$ y $CV=2\%$), con alta proporción de ácidos grasos saturados (51,9%, $n=12$ y $CV=60,8$) no aportando ningún nutriente específico de carácter relevante.

12.- Los resultados analíticos obtenidos en los productos de bollería y pastelería industrial, denominados "pastelitos" revelan un alto contenido en grasas saturadas (57,9% de ácidos grasos saturados, $n=34$ y $CV=35,1\%$) muy lejos de los valores recomendados. Este alto contenido en ácidos grasos saturados da lugar a unas relaciones Ácidos Grasos Poliinsaturados/Saturados muy desequilibradas. Además el hecho adicional de que presenten un contenido medio de colesterol de 20,1 mg/100 g unido a la alta proporción de azúcares solubles y a su alto

valor energético (437 Kcal./100 g), nos hacen ver que estos productos no debieran instituirse como elementos básicos de la dieta infantil.

13.- Desde un enfoque estrictamente nutricional las galletas analizadas se manifiestan como alimentos básicamente energéticos, que constan prácticamente de los mismos ingredientes en todas las marcas estudiadas. Es de destacar su alta proporción en ácidos grasos saturados (59,6%, $n=42$ y $CV=24,9\%$), característica de las grasas vegetales saturadas, aspecto que confirma lo indicado en el etiquetado de los productos.

14.- Si tenemos en cuenta que los valores de colesterol recomendados para los niños están en torno a 100 mg/1000 Kcal., con un valor máximo de 300 mg/día, se observa en el caso de los alimentos estudiados y tomando como referencia el valor "colesterol/unidad de producto", que aunque el contenido de colesterol no supone una gran proporción de la cantidad recomendada, habrá que tener en cuenta la variabilidad del peso del alimento ingerido, el número de unidades/día consumidas y la asimetría de los coeficientes de variación obtenidos a la hora de evaluar su ingesta.

15.- Existe actualmente la tendencia consistente en modificar las fórmulas cualitativas de los alimentos, a veces con claros fines publicitarios, pero la realidad contrastada por nuestros datos analíticos es que si bien se están reduciendo en general los contenidos en colesterol, sigue existiendo una alta proporción de grasas saturadas con el posible riesgo aterogénico que esto conlleva.

16.- Los bajos coeficientes de correlación encontrados en general en los productos de bollería y galletería entre los valores de colesterol y el contenido total en ácidos grasos saturados, confirma nuestra hipótesis relativa a que en la elaboración de estos productos han sido

empleadas preferentemente grasas de origen vegetal ricas en ácidos grasos saturados (tipo coco-palmiste) pero que sin embargo tienen bajos contenidos en colesterol.

Esta circunstancia queda confirmada al comprobar los altos coeficientes de correlación existentes entre los ácidos láurico (C12:0) y mirístico (C14:0) con el contenido total en ácidos grasos saturados.

17.- De acuerdo con los datos obtenidos respecto a la composición en ácidos grasos, presencia de isómeros *trans*, contenido de colesterol y valores energéticos de los alimentos analizados, este estudio posibilita aconsejar la vigilancia sobre ciertos hábitos alimentarios actuales existentes en la población infantil, con el fin de conservar una relación favorable en el binomio alimentación-salud.

7.- BIBLIOGRAFIA

- ADLOF, R. O. y EMKEM, E. A. (1.986). Distribution of hexadecenoic, octadecenoic and octadecadienoic acid isomers in human tissue lipids. *Lipids*. **21**, 543-547.
- AGUILAR, M. (1.993). El libro de las grasas. Alianza Editorial. Madrid.
- AKESSON, B.; JOHANSSON, B. M.; ENG, M.; SVENSSON, M. y OCKEMAN, P. A. (1.981). Content of trans-octadecenoic acid in vegetarian and normal diets in Sweden, analysed by the duplicate portion technique. *Am. J. Clin. Nutr.* **34**, 2517-2520.
- ALVAREZ-SALA, L.; RUIZ MORENO, M. y COTONAT VIVES, T. (1.983). "Influencia de la dieta en la colesterolemia del lactante". *An. Esp. Ped.* **18**, 81.
- ALVAREZ CALATAYUD, G.; DIEZ-DELGADO, J.; GALLEGO, M. S.; MORALES, N.; HUBER, L. B. y NAVARRO, M. (1.991). "Estudio seroepidemiológico de los niveles de colesterol total en la población infantil. Relación con la raza y factores socio-sanitarios". *An. Esp. Pediatr.* Sup. 45, vol. 35, 66.
- AMERICAN HEART ASSOCIATION, COMMITTEE ON NUTRITION. (1.982). Rational of the diet-heart statement of the American Heart Association. *Circulation*. **65**, 839.
- AMERICAN HEARTH ASSOCIATION. (1.986). Dietary guideline for healthy american adults: a statement for physicians and health professionals by the Nutrition Committee AHA. *Circulation*, **74**, 1465.
- ANDERSON, J. T.; GRANDE COVIAN, F. y KEYS, A. (1.976). Independence of the effects of cholesterol and degree of saturation of the fat in the diet on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.* **29**, 1-184.
- ANDUJAR ARIAS, M. M.; MOREIRAS-VARELA, O. y GIL EXTREMERA, F. (1.983). "Tablas de Composición de Alimentos". Instituto de Nutrición (C.S.I.C.). Madrid.
- ANECHINA, P.; SANCHEZ DE LA NIETA, A.; BLAZQUEZ, J. y MARA, C. (1.987). Estudio sobre los aceites de fritura extraídos de patatas fritas. IV Simposio Nacional de Laboratorios Municipales de Higiene. Sevilla.
- A.O.A.C. (1.990a). Moisture in feeds (934.01). *A.O.A.C. Official Methods of Analysis*, 15th ed. K. Helrich (Ed.). A.O.A.C., Inc., Arlington (USA), pp. 69-70.
- A.O.A.C. (1.990b). Protein crude in feeds (955.04). *A.O.A.C. Official Methods of Analysis*, 15th ed. K. Helrich (Ed.). A.O.A.C., Inc., Arlington (USA), pp. 70-76.
- A.O.A.C. (1.990c). Ash of baked products (923.03). *A.O.A.C. Official Methods of Analysis*, 15th ed. K. Helrich (Ed.). A.O.A.C., Inc., Arlington (USA), p. 795.

- A.O.A.C. (1.990d). Cholesterol in Multicomponent Foods. Gas Chromatographic Method (976.26). *A.O.A.C. Official Methods of Analysis*, 15th ed. K. Helrich (Ed.). A.O.A.C., Inc., Arlington (USA), pp. 1103-1106.
- APPLEDORF, H. (1.974). "Nutritional analysis of foods from fast-food chains". *Food Technology*. **28**, 50.
- ARGILASA, R.; CHACON, P. y ALIJARDE, M. A (1.985). Estudio de las alteraciones lipoproteicas en hijos de padres afectados de infarto de miocardio antes de los 40 años. Libro de Comunicaciones del XXXII Congreso Nacional de la Asociación Española de Biopatología Clínica. **54**.
- ARROYO, R.; CUESTA, C.; GARRIDO-POLONIO, C.; LOPEZ-VARELA, S. y SANCHEZ-MUNIZ, F. J. (1.992). High-Performance Size-Exclusion Chromatographic Studies on Polar Components Formed in Sunflower Oil Used for Frying. *JAOCs*. **69**, 6, 557-563.
- BALL, S. D.; WEST, A.; ACHESON, D.; LAWSON, J.; JOHNSON, K.; PRICE, S. y WICKING, N. (1.992). "Fast Food Operations and their Management". Stanley Thornes (Publishers) Ltd. Cheltenham. England.
- BARRON, L.J. y SANTA-MARIA, G (1.991). Los Lípidos de los Alimentos: Aspectos Nutricionales y Efectos sobre la Salud. *Alimentación, equipos y tecnología*. **4**, 145-150.
- BAYES, R. (1.991). Evolución del consumo de alimentos. Aspectos psicológicos. Simposio de Alimentación. *IV Congreso Internacional de Ciencias Farmacéuticas*. Barcelona.
- BELTRAN, B. (1.992). Guía Práctica de la Salud. Ediciones Temas de Hoy, S. A. Madrid.
- BERRY, E. M.; EISENBERG, S. y HARATZ, D. (1.991). "Effects of diets rich in monounsaturated fatty acids on plasma lipoproteins. The Jerusalem Nutrition Study: High MUFAs vs high PUFAs". *Am. J. Clin. Nutr.* **53**, 899-907.
- BERRA, B. y FEDELI, E.(1.988).Le sostanze grasse nella alimentazione umana.*La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, **65**, 107-115.
- BEYNEN, A. C. y KATAN, M. B. (1.985). ¿Why do polyunsaturated fatty acids lower serum cholesterol? *Am. J. Clin. Nutr.* **42**, 560.
- BINGHAN, S. (1.987). "The dietary assesment of individuals. Methods, accurancy new techniques and recomendations". *Nutrition Abs Rev.* **57**, 705-742.
- BLANKENHORN, D. H. (1.985). Two new diet-heart studies. *New England Journal Medicine*. **312**, 851-853.

- BLAZQUEZ SOLANA, J. y JIMENEZ NAVARRO, P. (1.991). Estudio sobre la grasa contenida en pastelitos de consumo infantil. VI Simposium Nacional de Laboratorios e Institutos Municipales de Salud Pública, Octubre 1.991. Vitoria.
- BLAZQUEZ SOLANA, J. y JIMENEZ NAVARRO, P. (1.994). Validación y comparación de dos métodos analíticos para la determinación de colesterol en alimentos multicomponentes. Primera Reunión Europea sobre Alimentación, Calidad y Salud en el año 2.000. Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación. Madrid, Febrero de 1.994.
- BOATELLA, J.; CODONY, R. y RAFECAS, M. (1.991). Contribución de los alimentos al consumo de lípidos en España. *Rev. Real Academia Farmacia*. **11**, 91-100 (Barcelona).
- BOATELLA, J.; RAFECAS, M.; CODONY, R. (1.993). Isomeric trans fatty acids in the Spanish diet and their relationships with changes in fat intake patterns. *European Journal of Clinical Nutrition*. **47**, Suppl. 1, 1-4.
- BRISSON, G. J. (1.982). *Lipides et nutrition humaine*, Paris. Masson.
- BRISSON, G. J. (1.993). Fatty acids, cis and trans: A metabolic enigma. Role in disease causation. "1ST World Congress of Dairy Products in Human Health and Nutrition". Madrid, Junio de 1.993.
- BRITISH NUTRITION FOUNDATION. (1.987). *Trans fatty acids*. London: The Reports of the British Nutrition Foundation.
- BROWN, M.S. y GOLDSTEIN, J. L. (1.985). Atherosclerosis, Colesterol y Receptores de LDL. *Investigación y Ciencia*, **100**, 30.
- C.I.N. (1.992). Informe sobre la dieta media española. Ministerio de Sanidad y Consumo. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Conferencia Internacional de Nutrición. Roma.
- CABRERA FORNEIRO, L. y MOREIRAS TUNI, O. (1.990). "Calidad nutricional de la ingesta grasa de la población española". *Revista Clínica Española*. **186**, **8**, 400-404.
- CARROLL, K. K. (1.989). Upper limits of nutrients in infant formulas: Polyunsaturated fatty acids and trans fatty acids. *Journal Nutrition*. **119**, 1810-1813.
- CHRISTENSEN, B.; GLUECK, C. J.; KWITEROVICH, P.; DeGROOT, I. y CHASE, B. (1.980). Plasma cholesterol and triglyceride distributions in 13665 children and adolescents: The prevalence study of the Lipid Research Clinics Program. *Pediatr. Res.* **14**, **3** 194-202.
- CODONY SALCEDO, R. (1.991). Control analítico de las grasas. *Alimentación, equipos y tecnología*. **XI**, **5**, 53-65.

- COLL HELLIN, L. y GUTIERREZ RUIZ, M. L. (1.989). Determinación de ácidos grasos trans-insaturados en margarinas y mantequillas. *Anal. Bromatol.* XLI-1, 115-128.
- COLL HELLIN, L. y RUEDA CLAUSELL, M. P. (1.984). Incidencia de la fritura en la composición de la fracción lipídica de diversos aperitivos de consumo generalizado en nuestro país. (II). *Anal. Bromatol.* XXXVI-1, 33-60.
- COLL HELLIN, L. y RUEDA CLAUSELL, M. P. (1.984). Incidencia de la fritura en la composición de la fracción lipídica de diversos aperitivos de consumo generalizado en nuestro país. (III). *Anal. Bromatol.* XXXVI-2, 207-224.
- COMMITTEE ON DIET, NUTRITION AND CANCER, (1.982). Diet, Nutrition and Cancer. *National Academy Press.* Washington D.C. (U.S.A.).
- COMMITTEE ON NUTRITION AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. (1.986). Prudent life-style for children: dietary fat cholesterol, *Pediatrics*, **78**, 521.
- CONFERENCE ON THE HEALTH EFFECTS OF BLOOD LIPIDS, (1.979). Optimal distribution for populations. Workshop report: Epidemiology Section. *Prevent. Med.* **8**, 612.
- CONNOR, S. L.; ARTAUD-WILD, S. M. CLASSICK-KOHN, C. J. y GUSTAFSON, J. R. (1.986). El índice colesterol/grasas saturadas: un indicador del potencial hipercolesteremiante y aterogénico de los alimentos. *The Lancet.* Vol 9. **4**, 251-255 (Edición en español).
- CONSENSUS DEVELOPMENT CONFERENCE, (1.985). "Lowering blood cholesterol to prevent heart disease". *JAMA.* **253**, 14,2080-2086.
- CONSORCIO SANITARIO DE MATARO, (1.994). "Habits Alimentaris dels Escolars de Mataró". *Resultats encuesta 1.993.* PASS Salut Comunitaria.
- CUESTA, C.; SANCHEZ-MUNIZ, F. J.; GARRIDO-POLONIO, C; LOPEZ-VARELA, S. y ARROYO, R. (1.993). "Thermoxidative and Hydrolytic Changes in Sunflower Oil Used yn Fryings with a Fast Turnover of Fresh Oil". *JAOCS.* **70**, 11, 1069-1073.
- CUESTA, C.; SANCHEZ-MUNIZ, F. J.; HERNANDEZ, I. (1.991). Evaluation of Nonpolar Methyl Esters by Column and Gas Chromatography for the Assessment of Used Frying Olive Oils. *JAOCS.* **68**, 6, 443-445.
- DAVIES, G. J. y BROOKS, J. M. (1.989). *Positioning Strategy in Retailing.* Paul Chapman Publishing. London.
- DEBRY, G. (1.980). Polyunsaturated fatty acids and vitamin E: their importance in human nutrition. *Ann. Nutr. Alim.*, **34**, 337.

- DEBRY, G. (1981). Attitude dietetique dans la prevention de l'atherosclerose. *Rev. Fr. Et. Clin. Biol.*, **22**, 89.
- DENNISON, B. A.; KIKUCHI, D. A.; SRINIVASAN, S. R.; WEBBER, L. S. y BERENSON, G. S. (1.990). Serum total cholesterol screening for the detection of elevated low-density lipoprotein in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. **85**, 4 472-479.
- DIAZ YUBERO, I. (1.990). Alimentación y Gastronomía. Jornadas Científicas sobre Nutrición y Salud Humana. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General Técnica. Madrid.
- DIEM Y LENTNER, (1.975). "Tablas Científicas". *Documento Geigy*, 7ª edición.
- DIRECTIVA CEE 91/321 de la Comisión de 14 de Mayo de 1.991, relativa a los preparados para lactantes y preparados de continuación. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* de 4 de Julio de 1.991. N° L 175, 35-49.
- DOBARGANES, M. C.; PEREZ CAMINO, M. C. y MARQUEZ-RUIZ, G. (1.989). *Grasas y Aceites*. **40**, 1, 35-38.
- DUTTON, H. J. y EMKEN, E. A. (1.979). Hydrogenation of fats and its significance. *In Geometrical and positional fatty acid isomers*. Champaign, ILLinois. The American Oil Chemists Society.
- EMKEN, E. A. (1.984). Nutrition and biochemistry of trans and positional fatty acid isomers in hydrogenated oils. *Annu. Rev. Nutr.* **4**, 339-376.
- EMKEN, E. A. (1.990). "Do Trans Fatty Acids Have Adverse Health Consequences?". AOCs Short Course on Health Effects of Dietary Fatty Acids. Baltimore (U.S.A.).
- ENIG, M. G.; ATAL, S. M.; KEENEY, M. y SAMPUGNA, J. (1.990). Isomeric Trans Fatty Acids in the U. S. Diet. *Journal of the American College of Nutrition*. **9**, 5, 471-486.
- ENIG, M. G.; PALLANSCH, L. A.; SAMPUGNA, J. y KEENEY, M. (1.983). Fatty acid composition of the fat in selected food items with emphasis on trans components. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **60**, 10, 1788-1795.
- ENOS, W. F.; HOLMES, R. H. y BEYER, J. (1.953). Coronary disease among Unites States soldiers killed in action in Korea preliminary report. *JAMA*. 152-1090.
- ESPGAN COMMITTEE ON NUTRITION (1.981). Orientaciones sobre Nutrición Infantil. Recomendaciones para la composición de fórmulas complementarias y de beikost. *Acta Paediatr. Scand.* suppl. 287.

- ESTEVEZ GONZALEZ, M. D. (1.994). "Efectos de la modificación de ácidos grasos de la dieta sobre los lípidos y lipoproteínas plasmáticos en la población infantil". Tesis doctoral realizada en la Facultad de Ciencias Médicas y de la Salud de Las Palmas de Gran Canaria. *Alimentaria*. Sup. al número de Marzo de 1.994, pp. 1-87.
- ESTUDIO C.A.E.N.P.E., (1.993). "Consumo de Alimentos y Estado Nutricional de la Población Escolar". Dirección General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo. Instituto Nacional de Salud. Hospital Severo Ochoa.
- ESTUDIO D.R.E.C.E., (1.993). "Dieta y Riesgo de Enfermedades Cardiovasculares en España". Dirección General de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo. C.A.P. In-salud. Hospital Universitario San Carlos. Fundación Jiménez Díaz.
- ESTUDIO E.P.C.U.M. (1.992). Estudio de Prevalencia y Prevención Primaria de las Enfermedades Cardiovasculares en Madrid. Unidad de Lípidos y Aterosclerosis del Hospital Clínico. Area de Sanidad y Consumo del Ayuntamiento de Madrid.
- FAO/OMS, (1.978). Informe sobre las grasas y aceites en la nutrición humana. 90 pág. Roma.
- FARRE ROVIRA, R. (1.991). Reflexiones sobre los factores que determinarán la dieta del año 2000. Simposio de Alimentación. *IV Congreso Internacional de Ciencias Farmacéuticas*. Barcelona.
- FEDELI, E.; FAVINI, G. y BALSAMO, A. (1.981). Ricerche sull'idrogenazione continua in fase omogenea di sostanze grasse. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. Vol. LVIII, 374-383.
- FEDELI, E. (1.982). Tecnologia della raffinazione. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. Vol. XII, 185-188.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.988). Acidos Grasos Esenciales (EFA). Su necesidad como nutrientes y su actividad biológica como precursores de prostaglandinas. *Industria Farmacéutica. Investigación y Teconolgia*. III, 7, 37-42.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.988). Triglicéridos de Cadena Media (TCM). Aspectos biológicos y composición en ácidos grasos. *Industria Farmacéutica. Investigación y Teconologia*. III, 5, 53-57.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.991). Acidos Grasos Trans-Insaturados. Estudio de su Contenido en Margarinas y Grasas Comestibles. *Alimentación, equipos y tecnologia*. 1, 281-284.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.991). Estudio de la fracción esterólica del insaponificable de los aceites vegetales. *Alimentación, equipos y tecnologia*. X, 5, 67-71.

- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.992). Aceites y grasas vegetales comestibles. Definiciones, disposiciones legales y aspectos nutricionales. Control de calidad y pruebas de pureza (I). *Alimentación, equipos y tecnología*. Año XI, nº 4, 47-55.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.992). Aceites y grasas vegetales comestibles. Definiciones, disposiciones legales y aspectos nutricionales. Control de calidad y pruebas de pureza (II). *Alimentación, equipos y tecnología*. Año XI, nº 4, 159-167.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.992). Composizione sterolica di oli vegetali per gascromatografia. *Laboratorio 2.000*. 6, 1, 70-72. Morgan, Ed. Tecniche, Milano.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.993). Estudio de los aceites de girasol altos en ácido oleico. Composición en ácidos grasos. *Alimentaria*. 6, 63-66.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.994). Colesterol: Funciones metabólicas, aspectos clínicos y niveles recomendables. *Alimentación, equipos y tecnología*. Año XIII, nº 3, 33-37.
- FERNANDEZ SAN JUAN, P. M. (1.994). "Study of Essential Fatty Acid (EFA) Content in Uncommon Vegetable Oils. *Chromatography and Analysis*. 31, 5-8.
- FLOREZ TASCON, F. J.; MARTINEZ, M. C. y CASO, J. (1.990). "Epidemiología de las hipercolesterolemias". "Tratamiento de las dislipidemias". Comunicación personal.
- FREEDMAN, D. S.; SRINIVASAN, S. R.; CRESANTA, J. L.; WEBBER, L. S. y BERENSON, G. S. (1.987). Serum lipids and lipoproteins. *Pediatrics*. 80, 5, 789-796.
- FREGA, N.; BOCCI, F.; GIOVANNONI, G. y LERCKER, G. (1.992). HRGC of unsaponifiable matter and sterol fraction from vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 69, 447.
- FRERICHS, R. R.; SRINIVASAN, S. R.; WEBBER, L. S. y BERENSON, G. S. (1.976). Serum cholesterol from a biracial community: The Bogalusa Heart Study. *Circulation*. 54, 2, 302-308.
- FRICK, M. H.; ELO, O.; HAAPA, K. (1.987). "Helsinki Heart Study: Primary prevention trial with gemfibrozil in middle aged men with dyslipidaemia". *N. Engl. J. Med.* 317, 1237-1245.
- GAETA, M.; CAPELLONI, M. y NICOLI, S. (1.988). Composizione chimica ed apporto nutrizionale di alcune tipologie di consumi fast-foods valutazione del'INQ in relazione a ragazzi adolescenti. *La Rivista della Società Italiana di Scienza dell' Alimentazione*. 5, 385-392.
- GANDHI, B.M. y RAINA, N. (1.984). Alcohol induced changes in lipids and lipoproteins. *Alcoholism*, 8, 29.

- GARCIA, R. E. y MOODIE, D. S. (1.989). Routine cholesterol surveillance in childhood. *Pediatrics*. **84**, 5, 751-755.
- GARCIA NIETO, V.; OLIVA HERNANDEZ, C.; DUQUE, R.; PADRON, A.; RUIZ PONS, M. y DUQUE HERNANDEZ, J. (1.988). Valores de lípidos plasmáticos y sus fracciones en los dos primeros años de la vida. Su relación con la dieta. *Alimentaria*. **3**, 1-18.
- GARCIA ROLLAN, M. (1990). *Alimentación Humana. Errores y sus consecuencias*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- GIBSON, R. A. y KNEEBONE G. M. (1.981). Fatty acid composition of human calostrum and mature milk. *American Journal of Clinical Nutrition*, **34**:252-257.
- GLUECK, C. J.; STEINE, P. y LEUBA, V. (1.973). Cord blood low-density lipoprotein cholesterol estimation versus measurement with the preparative ultracentrifuge. *J. Lab. Clin. Med.* **82**, 467.
- GOLSTEIN, J. L. (1.983). Defective lipoprotein receptors and atherosclerosis. *New England Journal of Medicine*, **309**, 288.
- GOLUBJATNIKOW, R.; PADKEY, J. y INHORN, S. C. (1.972). Serum cholesterol levels in mexican and Wisconsin children. *Am. J. Epidemiol.* **96**, 36.
- GRAHAM, J. (1.989). *El aceite de primula*. Editorial EDAF S.A. Madrid.
- GRANDE, F.; ANDERSON, J. T. y KEYS, A. (1.972). Prediction of serum cholesterol response of man to changes in fats in the diet. *Nutrition Review*. **46**, 195.
- GRANDE COVIAN, F. (1.981). Efectos de alimentación infantil sobre la salud a medio y largo plazo. Lípidos y lipoproteínas desde el nacimiento a la edad escolar en Tojo, R.; Tormo, R.; Pavón, P y García, L. (eds). *Avances en Nutrición y Gastroenterología infantil*. Santiago. 117.
- GRANDE COVIAN, F. (1.979). "Dieta y aterosclerosis". *Rev. Clínica Española*. **153**, 249-261.
- GRANDE COVIAN, F. (1.979). Dieta y aterosclerosis: estado actual de una controversia. *Rev. Clin. Esp.* 153-249.
- GRANDE COVIAN, F. (1.983). El papel de las grasas en la nutrición infantil. Delgado, A (ed), *Avances en Pediatría, Bilbao, Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco*. 13.
- GRANDE COVIAN, F. (1.991). *Nutrición y Salud*. Ediciones Temas de Hoy, S. A. Madrid.

- GRANDE COVIAN, F. y VARELA MOSQUERA, G. (1.991a). "En busca de la dieta ideal". Publicaciones de la Fundación Española de la Nutrición. Serie "Divulgación" nº 12. Madrid.
- GRANDE COVIAN, F. y VARELA MOSQUERA, G. (1.991b). Las hamburguesas en la nutrición de los españoles. Publicaciones de la Fundación Española de la Nutrición. Serie "Divulgación" nº 11. Madrid.
- GREENFIELD, H.; CHUAH, L. K. y WILLS, R. B. (1.981). "Composition of Australian foods. Hamburgers. *Food Technology in Australia*. Vol. 33, (12), 619-621.
- GRUNDI, S. M. y DENKE, M. A. (1.990). "Dietary influences on serum lipids and lipoproteins". *Journal Lipid Research*. **31**, 1149-1172.
- GRUNDY, S. M. (1.989). Monounsaturated fatty acids and cholesterol metabolism: implications for dietary recommendations. *Journal Nutrition*. **119**, 529-533.
- GRUNDY, S.M. (1.987). Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**, 1168.
- GURR, M. I. (1.986). Role of fats in food and nutrition. Barking, UK. Elsevier.
- GUTIERREZ RUIZ, L.; MATA LLANA GONZALEZ, M. C. y VAZQUEZ MARTINEZ, C. (1.992). "Caracterización en ácidos grasos de productos de bollería y panadería de frecuente consumo en la infancia". *Hipertensión y arterosclerosis*. **4**, 2, 43-49.
- HANNA, F.M.; NAVARRETE, D. A. y HSU, F. A. (1.970). Calcium-fatty acid absorption in term infants fed human milk and prepared formulas simulating human milk. *Pediatrics*. **45**-216.
- HARLAN, W. R. y STROSS, J. K. (1.985). An educational view of a national initiative to lower plasma lipid levels. *JAMA*. **253**, 2087-2090.
- HAUMANN, B. F. (1.987). "Fast-Foods. Trends in frying fat usage". *JAACS*. **64**, 6, 789-795.
- HAVEL, R. J. (1.984). The Formation of LDL: Mechanisms and Regulation. *Journal Lipids Research*. **25**, 1570.
- HEGSTED, D. M. (1.986). "Serum cholesterol response to dietary cholesterol: a reevaluation". *Am. Journal Clin. Nutr.* **44**, 299.
- HERNANDEZ, N.; CODONY, R.; RAFECAS, M. y BOATELLA, J. (1.991). Contenidos de isómeros trans de los ácidos grasos en productos cárnicos. (I) Embutidos. *Grasas y Aceites*. **42**, 2, 143-147.

- HERNANDEZ, N. y BOATELLA, J. (1.986). Formas cis y trans de los ácidos grasos insaturados. Repercusiones nutricionales. *Cir. Farm.* **290**, 53-64.
- HERRANZ MENDEZ, A.; BLAZQUEZ, J.; FORTUNI, M.; VALVERDE, E.; DIAZ, M. A. y ANECHINA, M. A. (1.992). Estudio nutricional de los menús de un colegio público. *Nutrición Clínica*. Vol. III, nº 3, 102-106.
- HODGSON, P.; ELLEFSON, R. y ELVEBACK, L. (1.976). "Comparison of serum cholesterol in children fed high, moderate, or low cholesterol milk diets during neonatal period". *Metabolism*, vol. 25, 7, 739-746.
- HORROBIN, D. F. (1.983). "The regulation of prostaglandin biosynthesis by the manipulation of essential fatty acid metabolism". *Rev. Pure Appl. Pharmacol. Sciences.* **4**, 339-384.
- HORROBIN, D. F. (1.990). *Omega-6 Essential Fatty Acids. Pathophysiology and Roles in Clinical Medicine*. Alan R. Liss, Inc. New York (USA).
- HORROBIN, D. F. y MANKU, M. S. (1.990). *Clinical Biochemistry of Essential Fatty Acids. Omega-6 Essential Fatty Acids. Pathophysiology and Roles in Clinical Medicine.* **2**, 21-53. Alan R. Liss, Inc. New York (U.S.A.).
- HUDSON, B. J. (1.984). "Evening Primrose (*Oenothera Spp.*) Oil and Seed. *JAACS*, **61**, 3, 540-543.
- HUNTER, J. E. y APPLEWHIE, T. H. (1.986). Isomeric fatty acids in the US diet: levels and health perspectives. *Am. J. Clin. Nutr.* **44**, 707-717.
- I.N.E. (1.984). Encuesta de presupuestos familiares. Tomo III. *Instituto Nacional de Estadística*. Madrid. pp. 1980-81.
- I.N.E. (1.989). Encuesta continua de presupuestos familiares. Metodología. Resultados de 1988. *Instituto Nacional de Estadística*. Madrid.
- I.N.E. (1.985). La Nutrición en España. Estudio basado en la encuesta de presupuestos familiares 1.980-1.981. *Instituto Nacional de Estadística*. Madrid.
- ISO. (1.973). Viandes et produits à base de viande. Détermination de la teneur en matière grasse totale. *Norme Internationale ISO 1443-1.973*.
- JACOTOT, B. (1.985). Graisses alimentaires, lipoprotéines et athérogénèse. *Path. Biol.* **33**, 250.
- JACOTOT, B. (1.988). "Acides gras alimentaires pour la prevention du risque coronarien". *Cahiers Nutr. Diet.* **XXIII**, **3**, 211.

- KANNEL, W. B.; CASTELLI, W. P.; GORDON, T. y McNAMARA, P. M. (1.971). "Serum cholesterol lipoproteins and the risk of coronary heart disease: The Framingham Study". *Ann. Inter. Med.* **74**, 1-12.
- KEYS, A.; ANDERSON, J. T. y GRANDE COVIAN, F. (1.985). "Serum cholesterol response to changes in the diet IV. Particular saturated fatty acids in the diet". *Metabolism.* **14**, 776-83.
- KEYS, A.; ANDERSON, J. y GRANDE, F. (1.965). Serum cholesterol response to changes in the diets. *Metabolism.* **14**, 747-787.
- KEYS, A. (1.967). Blood lipids in man: A brief review. *J. Amer. Diet. Ass.* **51**, 508.
- KEYS, A. (1.975). Coronary heart disease. The global picture. *Atherosclerosis.* **22**-149.
- KEYS, A. (1.980). "Seven Countries: A Multivariate Analysis of Death and Coronary Heart Disease". Harvard Univ. Press. Cambridge.
- KEYS, A. (1.984). "Serum cholesterol response to dietary cholesterol". *The American Journal of Clinical Nutrition.* **40**, 351-359.
- KEYS, A. (1.970). "Coronary Heart Disease in Seven Countries". American Heart Assoc. Monograph 29. *Circulation*, **41** (sup. 1).
- KINSELLA, J. E.; BRUCKNER, G.; MAI, J. y STTIMP, J. (1.981). Metabolism of trans fatty acids with emphasis on the effects of trans, trans-octadecadienoate on lipid composition, essential fatty acids and prostaglandins: An overview. *Am. J. Clin. Nutr.* **43**, 2307-2318.
- KINSELLA, J. E.; BRUCKNER, G.; MAI, J. y SHIMP, J. (1.981). Metabolism of trans fatty acids with emphasis of the effects of trans, trans-octadecadienoate on lipid composition, essential fatty acid, and prostaglandins: an overview. *Amer. J. Clin. Nutr.* **34**, 2307-2318.
- KIRSTEIN, D.; JOHANSEN, K. B. y PETERSEN, M. B. V. (1.985). Changes in plasma lipoproteins from first day to third week of life in healthy breast-fed infants. I. Lipid and protein composition of lipoproteins. *Acta Paediatr. Scand.* **74**, 733.
- KUMMEROW, F. A. (1.986). Dietary effects of trans fatty acids. *J. Environ. Pathol. Toxicol.* **6**, 123-149.
- KWITEROVICH, P. O. Jr. (1.986). Biochemical, clinical, epidemiologic, genetic, and pathologic data in the pediatric age group relevant to the cholesterol hypothesis. *Pediatrics.* **78**, 2, 349-362.
- LANZON, A.; CERT, A. y ALBI, T. (1.989). Detección de la presencia de aceite de oliva refinado en el aceite de oliva virgen. *Grasas y Aceites.* **40**, 6, 385-388.

- LAUER, R. M; LEE, J. y CLARCKE, W. R. (1.988). Factors affecting the relationship between childhood and adult cholesterol levels: the muscatine study. *Pediatrics*. **82**, 3, 309-318.
- LEE, T. W. (1.987). Quantitative Determination of Linoleic Acid in Infant Formulas by Gas Chromatography. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **70**, 4, 702-705.
- LIPID RESEARCH CLINICS STUDY GROUP, (1.984). The Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trial Results. *JAMA*. **251**, 351-364.
- LOPEZ, D.; PLAZA, I.; OTERO, J. y MUÑOZ, M. T. (1.989). "Estudio Fuenlabrada: Lípidos y Lipoproteínas en niños y adolescentes". *An. Esp. Pediatr.* **31**, 342-349.
- LORENZ, K. J. y KULP, K. (1.991). Handbook of Cereal Science and Technology. Marcel Dekker, Inc. New York (U.S.A.).
- LORUSSO, S.; BONIFORTI, L. y CHIACCHERINI, E. (1.981). *Rivista delle Societa Italiana Scienza Alim.* **6**, 365-370.
- LORUSSO, S.; PASCUCCI, E. y FEDELI, E. (1.984). Il processo di interesterificazione delle sostanze grasse: aspetti economici, tecnici ed analitici. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. Vol. LXI, 139-143.
- MADRID, A. (1.987). Manual de técnicas de pastelería y confitería. AMV Ediciones. Madrid.
- MADRID, A. (1.988). Producción, Análisis y Control de Calidad de Aceites y Grasas Comestibles. AMV Ediciones. Madrid.
- MANLEY, D. J. R. (1.983). Tecnología de la industria galletera. Galletas, crackers y otros horneados. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza.
- MAPA, (1.991). Dieta Alimentaria Española. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica. Madrid.
- MAPA (1.981). Dieta Alimentaria Española. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- MARIANI, C. y FEDELI, E. (1.982). "Metodi rapidi per l'analisi degli oli vegetali. Determinazione contemporanea di steroli e tocoferoli". *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*. Vol. LIX, 557-565.
- MARTINEZ ALVAREZ, J. R. (1.990). Grasa de la Dieta y Enfermedad Cardiovascular. Jornadas Científicas sobre Nutrición y Salud Humana. Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General Técnica. Madrid.

- MATTSON, F. H. y GRUNDY, S. M. (1.985). "Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man". *Journal Lip. Res.* **25**, 194.
- MAUER, A. M. (1.991). Should there be intervention to alter serum lipids in children?. *Annu. Re. Nutr.* **11**, 375-391.
- McGANDY, R. B.; HALL, B y FORD, C. (1.972). Dietary regulation of blood cholesterol in adolescent males a pilot study. *Am. J. Clin Nutr.* **26**, 61.
- McNAMARA, J. J.; MOLOT, M. A. y STREMPLE, J. F. (1.971). Coronary artery disease in combat casualties in Vietnam. *JAMA.* 216-1185.
- MEAN, G. V.; SPOERRY, A.; GRAY, M. (1972). Atherosclerosis in the Masai. *Am. J. Epidemiol.* **95**, 26.
- MEHLENBACHER, V. C. (1.970). Análisis de Grasas y Aceites. *Enciclopedia de la Química Industrial*, Tomo VI. Ediciones Urmo. Bilbao.
- MENDEZ, J. (1.965). "Effects of dietary cholesterol upon serum lipids in rural Guatemalan indian children". *Am. J. Clin. Nutr.* **16**, 304.
- MENSINK, R. P.; ZOCK, P. L.; KATAN, M. B. y HORNSTRA, G. (1.992). Effects of dietary cis and trans fatty acids on serum lipoprotein levels in humans. *Journal of Lipid Research*. Vol. 33. 1493-1501.
- MENSINK, R. P. y KATAN, M. B. (1.987). Effects of monounsaturated fatty acids versus complex carbohydrates on high-density lipoproteins in healthy men and women. *The Lancet.* **1**, 122-125.
- MENSINK, R. P. y KATAN, M. B. (1.989). Effect of a diet enriched with monounsaturated or polyunsaturated fatty acids on levels of low-density and high-density lipoprotein cholesterol y healthy women and men. *The New England Journal of Medicine.* **321**, 7, 436-441.
- MENSINK, R. P. y KATAN, M. B. (1.990). Effects of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *New England Journal Medicine.* **323**, 439-445.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. (1.989). Consenso para el control de la colesteroemia en España. Dirección General de Planificación Sanitaria.
- MISHKEL, M. A. (1.974). Neonatal plasma lipids as measured in cord blood. *Canad. Med. Assoc. J.* **3**, 75.

- MOORE, S. (1.973). "Thromboatherosclerosis in normolipemic rabbits: a result of continued endothelial damage". *Lab. Invest.* **29**, 487.
- MOREIRAS, O.; CARBAJAL, A. y PEREA, I. (1.990) "Evolución de los hábitos alimentarios en España". Publicación del Ministerio de Sanidad y Consumo. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense (Madrid).
- MORRISON, J.A.; LARSEN, R. y GLATFELTER, L. (1.980). Interrelationships between nutrient intake and plasma lipids and lipoproteins in school children aged 6 to 19: the Princeton school district study. *Pediatrics.* **65**, 727.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES REPORT ON DIET AND HEALTH (1.989). *Nutrition Reviews.* **47**, 5, 142-150. National Academy Press. Washington (USA).
- NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH, (1.985). "Consensus development conference statement. Lowering blood cholesterol to prevent heart disease. *JAMA.* **253**, 2080-2090.
- NEWMAN, W. P.; FREEDMAN, D. S. y VOORS, A. W. (1.986) "Relation of serum lipoproteins levels and systolic blood pressure to early atherosclerosis". *New Engl. J. Med.* 314-318.
- NORMA DE CALIDAD PARA LOS ACEITES Y GRASAS CALENTADOS. Orden del 26 de Enero de 1.989. Mº Relaciones con las Cortes y de Secretaría del Gobierno. «B.O.E.» de 31 de Enero de 1.989, nº 26, 507-510.
- NORMA UNE 34-750-84 (1.984). Ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población española. Instituto Español de Normalización (IRANOR). Madrid.
- N.R.A. (1.983). Survey shows Americans are changing their eating-out habits. *Journal of the American Dietetic Association.* **83**, 660.
- OCDE (1.988). *Food consumption statistics. 1.976-1.985.* Paris.
- OMS, (1.983). "Multifactorial trial in prevention of coronary heart disease". *European Heart Journal.* **4**, 141.
- OMS, (1.990). "Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases". *Technical Reports Series.* **797**. World Health Organization. Geneva.
- ORCHARD, T. J.; DONAHUE, R. P.; KULLER, L. H.; HODGE, P. N. y DRASH, A. L. (1.983). Cholesterol screening in childhood: Does it predict adult hypercholesteromic? The Beaver County experience. *Pediatrics.* **103**, 5, 687-91.
- ORDEN de 2 de Noviembre de 1.987 por el que se aprueban los Métodos Oficiales de Análisis de las Galletas. Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. «B.O.E.» de 24 de Noviembre de 1.987, nº 281, 34907-13.
- PAUL, A. A. y SOUTHGATE, D.A.T. (1.978). "McCance and Widdowson's The composition of foods". London HMSO.

- PEREZ CAMINO, M. C.; MARZQUEZ-RUIZ, G.; SALGADO-RAPOSO, A. y DOBARGANES, M. C. (1.988). *Grasas y Aceites*. 39, 2, 72-76.
- POZO DIEZ, R. M.; MASOUD MUSA, T. A.; MARTINEZ PARA, M. C.; VILAS SANCHEZ, V. y ZARAGOZA GARCIA, F. (1.991). Orientaciones Dietéticas en la Patología Cardiovascular. *Industria Farmacéutica. Investigación y Tecnología*. Año VI, 3, 123-138.
- PRICE, S. (1.991). *An Analysis of U.K. Fast Food Market Structure*. Hotel and Catering Research Centre, Huddersfield University.
- PUSKA, P.; TUOMILEHTO, J. y SALONEN, J. (1.981). The North Karelia project. Evaluation of a comprehensive community programme for control of cardiovascular diseases in North Karelia. Finland. *World Health Organization. Regional Office for Europe*, Copenhagen. 1972, 1988.
- PYÖRÄLÄ, K. (1.987). Dietary cholesterol in relation to plasma cholesterol and coronary heart disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 45, 1176.
- RAHIMTOOLA, S. H. (1.985). Cholesterol and coronary heart disease: A perspective. *JAMA*. 253, 2094-2095.
- REAL DECRETO 1011/1.981, de 10 de Abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Circulación y Comercio de Grasas Comestibles (animales, vegetales y anhidras), Margarinas, Minarinas y Preparados Grasos. «B.O.E.» de 1 de Junio de 1.981, XVI.16, 93-99.
- REAL DECRETO 1124/1.982, de 30 de Abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas. «B.O.E.» de 4 de Junio de 1.982, nº 133, 15069-72.
- REAL DECRETO 126/1.989, de 3 de Febrero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración y Comercialización de Patatas Fritas y Productos de Aperitivo. «B.O.E.» de 8 de Febrero de 1.989, nº 33, 3795-3799.
- REAL DECRETO 1355/1.983, de 27 de Abril por el que se modifican los artículos 13 y 14 de la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Productos de Confeitería, Pastelería, Bollería y Repostería, aprobada por Real Decreto 2419/1.978, de 19 de Mayo. «B.O.E.» de 27 de Mayo de 1.983, nº 126, 14784-86.
- REAL DECRETO 1909/1.984, de 26 de Septiembre, por el que se modifica el punto 4 del artículo 14 del Real Decreto 1355/1.983, que modificó el Real Decreto 2419/1.978, de 19 de Mayo, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Productos de Confeitería, Pastelería y Repostería. «B.O.E.» de 29 de Octubre de 1.984, nº 259, 31338.

- REAL DECRETO 2354/1.986, de 10 de Octubre, por el que se modifican algunos artículos de la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Circulación y Comercio del Cacao, Chocolate, Productos Derivados y Sucedáneos de Chocolate, aprobada por Decreto 3610/1.975, de 5 de Diciembre. «B.O.E.» de 8 de Noviembre de 1.986, nº 268.
- REAL DECRETO 2419/1.978, de 19 de Mayo, de la Presidencia del Gobierno, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Circulación y Comercio de Productos de Confitería, Pastelería, Bollería y Repostería. «B.O.E.» de 12 de Octubre de 1.978, nº 244.
- REAL DECRETO 308/1.983, de 25 de Enero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles. «B.O.E.» de 21 de Febrero de 1.983, XVI.28, 127-133.
- REAL DECRETO 930/1.992, de 17 de Julio por el que se aprueba la Norma de Etiquetado sobre propiedades nutritivas de los productos alimenticios. Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. «B.O.E.» de 5 de Agosto de 1.992, nº 187, 27381-3.
- REEVES, R. M. (1.991). Effects of dietary trans fatty acids on cholesterol levels. *New England Journal Medicine*. 324, 338-339.
- REGLAMENTO (CEE) Nº 1429/92 de la Comisión de 26 de Mayo de 1.992, por el que se modifica el Reglamento nº 2568/91. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* de 2 de Junio de 1.992. Nº L 150, 17-20.
- REGLAMENTO (CEE) Nº 2568/91 de la Comisión de 11 de Julio de 1.991, relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* de 5 de Septiembre de 1.991. Nº L 248, 1-83.
- REISER, R. Y SIDELMAN, Z. (1.972). Control of serum cholesterol homeostasis by cholesterol in the milk of the suckling rat. *J. Nutr.* 102, 1009.
- REPORT OF WHO STUDY GROUP (1.990). Diet nutrition and the prevention of chronic diseases. *Technical Report Series*. 797, 104-121, WHO, Geneva.
- RESNICOW, K.; MORLEY-KOTCHEN, J. y WYNDER, E. (1.989). Plasma cholesterol levels of 6585 children in the United States: Results of the know your body screening in five states. *Pediatrics*. 84, 6, 969-976.
- RESOLUCION de 18 de Octubre de 1.982, de la Subsecretaría para la Sanidad, por la que se prohíbe el uso de determinados aditivos en Confitería, Pastelería, Bollería, Repostería y Galletería y Conservas y Semiconservas Vegetales. «B.O.E.» de 4 de Noviembre de 1.982.

- RESOLUCION de la Secretaría de Estado para la Sanidad por la que se aprueba la lista positiva de aditivos autorizados para uso en la Elaboración de Productos de Confeitería, Pastelería, Bollería, Repostería y Galletería. «B.O.E.» de 17 de Octubre de 1.979, nº 249, 24051-54.
- REY, J.; REY, F. y SCHMITZ, J. (1.974). Structure of milk glycerides and its species adaptation. *Biomedicine*. 20, 90.
- RIES, C. P.; KLINE, K. y WEAVER, S. O. (1.987). "Impact of commercial eating on nutrient adequacy". *Journal of The American Dietetic Association*. 87, 4, 463-468.
- RODRIGUEZ-ESTECHA, P.; GARCIA LLOP, L. A. y RAMADA BENEDITO, A. (1.991). "Colesterol y triglicéridos en nuestra población pediátrica". *An. Esp. Pediatr. Sup.* 45, vol. 35, 66.
- ROSS, R. y GLOMSET, J. A. (1 976). The pathogenesis of atherosclerosis. *N. Engl. J. Med.* (Part I). 295-369.
- ROTH, E. M.; STREICHER, S. (1.990). Colesterol Bueno, Colesterol Malo. Ediciones Juan Granica, S. A. Barcelona.
- ROY, C. C.; STE-MARIE, M. y CHARTRAND, L. (1.975). Correction of the malabsorption of the preterm infant with a medium-chain triglyceride formula. *J. Pediatr.* 86, 446.
- ROY, R.N.; POLLNITZ, R.P. y HAMILTON, J.R. (1977). Impaired assimilation of nasojejunal feeds in healthy lowbirth weight newborn infants. *J. Pediatr.* 90, 431.
- RUDOLF, T. S.; HUBBARD, W. D.; NEWKIRK, D. R. y SHEPPARD, A. J. (1.978). Individual Lipids and Proximate Analysis of Various Foods. Commercial Cake Mixes. *Journal Agric. Food Chem.* 26, 4, 842-844.
- RUIZ, C.; PACHECO, C.; RUIZ, M.; NIETO, A.; SANCHEZ, D. y HONTORIA, M. (1.991). "Niveles de colesterol y triglicéridos en una población infantil urbana". *An. Esp. Pediatr. Sup.* 45, vol. 35, 66-67.
- SANZ, C.; HELLIN, R. y PELAEZ, M. (1.987). Colesterol: Ultimos avances científicos para prevenir y tratar la hipercolesterolemia. Guías de Salud. Ed. Sarpe. R. M. (Madrid).
- SARRIA, A.; RAMOS, F.; BUENO, G.; PUZO, J.; GINER, A. y BUENO, M. (1.989). "Relaciones entre las tasas plasmáticas de colesterol y parámetros nutricionales, antropométricos, bioquímicos y hematológicos en escolares aragoneses". *Rev. Esp. Pediatr.* 31, 342-349.
- SCHAUB, M. y GREEN, N. R. (1.988). Effects of dietary trans fatty acids on mutagenesis of known carcinogens. *Journal Food Protection*. 51, 117-120.

- SEGURA FRAGOSO, A.; MATEO ONTAÑÓN, S. y GUTIERREZ DELGADO, J. (1.986). Epidemiología de los factores de riesgo cardiovascular en un área rural de la región de Castilla-La Mancha. *Rev. Lat. Cardiol.* 7, (3), 377-386.
- SHIELDS, J. E. y YOUNG, E. (1.990). "Fat in Fast Foods-Envolving changes". *Nutrition Today*, March/April, pp. 32-35.
- SIMONS, L. A. (1.986). "Interrelations of Lipids and Lipoproteins with Coronary Artery Disease Mortality in 19 Countries". *Am. J. Cardiol.* 57, 5.
- SINCLAIR, H. M. (1.990). History of Essential Fatty Acids. *Omega-6 Essential Fatty Acids. Pathophysiology and Roles in Clinical Medicine.* 1, 1-20. Alan R. Liss, Inc. New York (U.S.A.).
- SLOVER, H. T.; LANZA, E.; THOMPSON, R. H.; DAVIS, C. S. y MEROLA, G. V. (1.987). "Lipids in raw and cooked beef". *Journal Food Composition and Analysis.* 1, 26-37.
- SLOVER, H. T.; LANZA, E. y THOMPSON Jr., R. H. (1.980). "Lipids in Fast Foods". *Journal of Food Science.* Vol 45, 1583-1591.
- SMALL, D. M. (1.977). Cellular mechanisms for lipid deposition in atherosclerosis. *N. Engl. J. Med (Part I).* 297-873.
- SOLER SANZ, M. (1.992). Evolución del consumo de alimentos. *Alimentación, equipos y tecnología.* XI, 4, 171-178.
- SOMMERFELD, M. (1.983). Trans unsaturated fatty acids in natural products and processed foods. *Prog. Lipid. Res.* 22, 221-233.
- SOUCI, S. W.; FACHMANN, W. y KRAUT, H. (1.987). "Food Composition and Nutrition Tables 1.987/87". *Wissenschaftliche V.* Stuttgart. Germany.
- SPILLER, G. A.; JENKINS, D. J. y CRAPEN, L. N. (1.992). "Effect of a diet high in monounsaturated fat from almonds on plasma cholesterol and lipoproteins". *J. Am. Col. Nutr.* 11, 2, 126-130.
- STAMLER, J. (1.985). Coronary heart disease: Doing the "right things". *New England Journal Medicine.* 312, 1053-1055.
- STAMLER, J. (1.986). "Is relationship between serum cholesterol and risk of premature death from coronary heart disease continuous and graded?" *JAMA.* 256, 2823-2828.
- STROCCHI, A.; MARIANI, C.; CAMURATI, F.; FEDELI, E.; BARAGLI, S.; GAMBA, P.; GIRO, L. y MOTTA, L. (1.984). Determinazione della trans insaturazione mediante gascromatografia. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse.* Vol. LXI, 499-506.

- STUDY GROUP, (1.987). European Atherosclerosis Society: Strategies for the prevention of coronary heart disease. A policy statement of the European Atherosclerosis Society. *Eur. Heart Journal*. **8**, 77-88.
- STUDY GROUP, (1.988). European Atherosclerosis Society: The recognition and management of hyperlipidemia in adults. A policy statement of the European Atherosclerosis Society. *Eur. Heart Journal*. **9**, 571-600.
- TODA, T.; TODA, Y.; YAMAMOTO, V. K. y KUMMEROW, F. A. (1.985). Comparative Study of the Atherogenicity of Dietary Trans, Saturated and Unsaturated Fatty Acids on Swine Coronary Arteries. *Journal Nutr. Sciences Vitaminol.* **31**, 233-241.
- TOJO, R.; PAVON, P.; FRAGA, J. M.; MONASTERIO, L.; SEGADE, J. R. y PAZ, M. (1.989). "Niveles de colesterol, LDL y HDL en niños adolescentes de Galicia: Libro de Ponencias de la XIV Reunión Anual de la Sección de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica de la A.E.P.". Sevilla.
- TOMARELLI, R. M.; MEYER, B. L. y WEABER, J. R. (1968). Effect of positional distribution on the absorption of the fatty acids of human milk and infants formulas. *J. Nutr.* **95**, 83.
- U.S. (1.984). Department of health and human services. Services. *Health Unites States DHHS publication*. núm.851232.
- ULBERTH, F. y REICH, H. (1.992). "Gas chromatographic determinations of cholesterol in processed foods". *Food Chemistry*. **43**, 387-391.
- US. DEP. HEALTH HUMAN SERVICES. (1.988). Cholesterol: Current concepts for clinicians. Natl. Cholesterol Educ. Program.
- VALLESCAR, R.; ARIAS, A.; SANTIS, M.; LEMOS, S.; AVELLO, T. y MARTIN, M. (1.991). "Concentraciones de colesterol sérico en los niños españoles: Resultados del estudio en la isla de Menorca". *Med. Clin.* **97**, 361-365.
- VALLS, A.; MERINO, J. y AGUIRRE, T. (1.979). "Influencia de las grasas de la dieta en la composición de los lípidos séricos en niños de 3 a 6 semanas de edad. I. Síndrome de carencia en ácidos grasos esenciales". *Revista Española de Pediatría*. **35**, 225.
- VARELA, G.; MOREIRAS, O. y CARBAJAL, A. (1.988). "Evolución del estado nutritivo y de los hábitos alimentarios de la población española". Publicaciones de la Fundación Española de la Nutrición. Serie "Divulgación", nº 9. Madrid.
- VARELA, G., RUIZ-ROSO, B. y FERNANDEZ-VALDERRAMA, C. (1.993). Bollería, ingesta grasa y niveles de colesterol en sangre. Publicaciones: Serie "Divulgación" nº14. Departamento de Nutrición de la Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

- VARTIANEN, E.; PUSKA, P. y PIETINEN, P. (1.986). Effects of dietary fat modifications on serum lipids and blood pressure among children. *Acta Paediatr. Scand.* **75**, 396.
- VAZQUEZ, C.; MUÑOZ, A.; VAZQUEZ, J.; COS, A. y NUÑO, J. (1.987). "Colesterol oculto en productos de bollería". *Endocrinología.* **34**, sup. 1, 56.
- VAZQUEZ MARTINEZ, C.; MUÑOZ JIMENEZ, A. y VAZQUEZ MARTINEZ, J. (1.987). La grasa "oculta" en los productos de bollería y fritos: Una fuente infravalorada de grasa saturada y colesterol en la alimentación infantil. *Nutrición Clínica.* Vol. VII, **2**, 33-40.
- W. H. O. (1.982). "Prevention of Coronary Heart Disease". *Technical Report Series.* **678**. World Health Organization, Geneva.
- WATKINS, L. O. y STRONG, W. B. (1.984). "The child: when to begin preventive cardiology". *Curr. Probl. Pediatr.* **14**, 1, 1-10.
- WATT, B. K. y MERRILL, A. L. (1.975). "Composition of Foods. Raw, Processed, Prepared". United States Department of Agriculture. Handbook nº 8.
- WHYTE, H. M. y HAVENSTEIN, N. (1.976). A perspective view of dieting to lower the blood cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.* **29**, 784-790.
- WIDDOWSON, E. M. (1.965). Absorption and excretion of fat nitrogen, and minerals from "filled" milks by babies one week old. *Lancet.* **2**, 1099.
- WILLETT, W. C.; STAMPFER, M. J.; MANSON, J. E.; COLDITZ, G. A.; SPEIZER, F. E.; ROSNER, B. A.; SAMPSON, L. A. y HENNEKENS, C. H. (1.993). Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *The Lancet.* **341**, 3, 581-585.
- WILLS, R. B.; GREENFIELD, H. (1.980). "Composition of Australian foods. Foods from a major fast-food chain. *Food Technology in Australia.* Vol. **32**, (7), 363-366.
- WINDER, E. L.; BERENSON, G. S.; STRONG, W. B. y WILLIAMS, C. (1.989). "Coronary artery disease prevention: Cholesterol, a pediatric perspective. An American Health Foundation Monograph". *Prev. Med.* **18**, 323-409.
- WOOD, R.; KUBENA, K.; O'BRIEN, B.; TSENG, S. y MARTIN, G. (1.993). Effect of butter, mono and polyunsaturated fatty acid-enriched butter, trans fatty acid margarine, and zero trans fatty acid margarine on serum lipids and lipoproteins in healthy men. *Journal of Lipid Research.* **34**, 1-11.
- ZEVENHERGEN, J. L. (1.987). Biological effects of trans fatty acids. In Fat production and consumption, Eds. GALLI y FEDELI. New York. *NATO/Plenum Press.*

- ZIEGLER, E. E. y FOMON, S. J. (1.980). Infant feeding and blood lipid level during childhood, en Laver, R. M. y Shekelle, R. B.(eds), Childhood prevention of atherosclerosis and hypertension. Nueva York, *The Raven Press*, 121.
- ZILVERSMIT, D. B. (1.979). Cholesterol index of foods. *J. Am. Dietet. Assoc.* **74**, 562-565.
- ZOCK, P. L. y KATAN, M. B. (1.992). "Hydrogenation alternatives: effects of trans fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans. *Journal of Lipid Research.* **33**, 399-410.

Presidente:

Dr. DNA REQUEJO

Vocales:

Dr. M. M. SANCHEZ SAEZ

Dr. JESUS FUENTE SALVADOR

Dr. M. C. DOBIBARGANES

Secretaria:

Dr. LAURA COLL HELIIV

Reunido, en el día de hoy, el Tribunal que a)
marcan se expresa, para juzgar esta tesis doctoral,
acordó por UNANIMIDAD calificarla

de APTO CON LAUDE

Madrid, 12 de Julio de 1994

El Secretario del Tribunal

