



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Agrarias
Escuela de Ingeniería en Alimentos

**Identificación y Cuantificación de Ácidos Grasos por
Cromatografía de Gases Acoplada a Espectrometría de Masa
en Carnes Utilizadas en el Programa de Alimentación de la
JUNAEB**

Tesis presentada como parte de los
requisitos para optar al grado de
Licenciado en Ciencia de los Alimentos

Lea Olivia Rauque Romero

VALDIVIA - CHILE

2008

PROFESOR PATROCINANTE

Sr. Alejandro Romero Mella
Bioquímico, Ph. D.
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

PROFESOR COPATROCINANTE:

Sra. Marcela Taibo Grossi
Nutricionista
Magíster en Salud Pública
Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas

PROFESOR INFORMANTE:

Sr. Ociel Muñoz Fariña
Bioquímico
Doctor en Ciencias Químicas
Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

AGRADECIMIENTOS

Realizar éste trabajo de tesis fue un proceso largo, sin embargo, enriquecedor para mi desarrollo profesional.

Este trabajo no habría sido posible sin el aporte económico al proyecto de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas y la casa de estudios Universidad Austral de Chile.

Agradezco el apoyo fundamental de mi profesor patrocinante Sr. Alejandro Romero.

También el apoyo técnico entregado por la Sra. Marcela Taibo (co-patrocinante) y del profesor informante Sr. Ociel Muñoz.

Especial mención por su apoyo constante a las personas que dan vida al Laboratorio de Fitoquímica, Sra. Nimia Manquian, Srta. Patricia Hernández y todos sus integrantes con los cuales compartí gran parte de éste proceso.

También especial mención para Don Ramón Mancilla, por sus siempre certeras acotaciones técnicas y cotidianas.

A mis fieles amigos que estuvieron en las buenas y en las malas...*Yanis, Karla, Karin, Chino* y *Yasna* que me apoyó con su experiencia para finalizar el documento.

Finalmente, dedico éste logro a mis padres y hermanos, mis padres *Celina* y *Luis*, pilares de mi vida.

"No es sabio el sabe donde está el tesoro, sino el que trabaja y lo saca"
Francisco de Quevedo.

Infinitas gracias.

INDICE DE MATERIA

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Importancia de los alimentos en la nutrición humana	3
2.2	La carne como alimento	3
2.2.1	Composición de la carne	4
2.2.2	Consumo de carne en Chile	5
2.3	Lípidos	5
2.3.1	Importancia nutricional de los lípidos	6
2.3.2	Estructura y composición de los lípidos	7
2.4	Ácidos grasos	7
2.4.1	Clasificación de los ácidos grasos	8
2.4.1.1	Ácidos grasos saturados	10
2.4.1.2	Ácidos grasos insaturados	10
2.4.1.3	Ácidos grasos poliinsaturados	11
2.4.2	Familia de ácidos grasos	11
2.4.3	Ácidos grasos esenciales	12
2.5	Análisis por Cromatografía	13
2.5.1	Clasificación de las técnicas cromatográficas	13
2.5.2	Cromatografía gaseosa (CG)	13
2.6	Espectrometría de masa (MS)	14
3	MATERIAL Y MÉTODO	16
3.1	Lugar del ensayo	16
3.2	Muestras de carne	16
3.3	Material	16
3.3.1	Toma de muestras de carne	16
3.3.2	Procesamiento en laboratorio de las muestras de carne	16
3.3.3	Determinación de materia seca	16
3.3.4	Extracción de los lípidos	17
3.3.5	Preparación de los ésteres metílicos de ácidos grasos y cromatografía de gases	17
3.3.5.1	Equipos e instrumentos	17
3.3.5.2	Reactivos	17
3.3.5.3	Materiales	18
3.4	Metodología	18
3.4.1	Obtención de las muestras en terren	19
3.4.2	Preparación de las muestras en laborator	19

3.4.3	Determinación de materia sec	19
3.4.4	Extracción de materia gras	19
3.4.5	Preparación de los metil éster de ácidos graso	19
3.4.6	Determinación y cuantificación de los metil éster de ácidos grasos	19
3.4.7	Cálculos y análisis estadístico	20
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	21
4.1	Ácidos grasos identificados	21
4.2	Perfil de ácidos grasos por tipo de carne	22
4.2.1	Jurel en Conserva	22
4.2.2	Lomito de Merluza Reconstituido	23
4.2.3	Carne de Pollo	24
4.2.4	Carne de Pavo	25
4.2.5	Carne de Vacuno Molido	26
4.2.6	Carne de Vacuno en Cubo	27
4.2.7	Carne Posta de Vacuno	28
4.2.8	Proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentes en las carnes analizadas	29
4.3	Comparación de ácidos grasos	30
4.3.1	Ácidos Grasos Saturados	30
4.3.2	Ácidos Grasos Monoinsaturados	31
4.3.3	Ácidos Grasos Poliinsaturados	31
4.4	Contenido en Ácidos Grasos Omega 6 / Omega 3	32
5	CONCLUSIONES	35
5.1	Recomendaciones derivadas de éste trabajo de tesis	36
6	RESUMEN-SUMMARY	37
7	BIBLIOGRAFÍA	39
	ANEXOS	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición de diferentes tipos de carnes	5
2	Ácidos grasos más importantes en alimentos	9
3	Estándares individuales utilizados para la identificación de los metil éster de ácidos grasos	18
4	Temperaturas del horno de la columna	20
5	Fraccionamiento de la muestra en modo split	20
6	Condiciones para espectrómetro de masas	20
7	Ácidos grasos presentes en las muestras analizadas	21
8	Test de Tukey para la variable AGS	31
9	Test de Tukey para la variable AGMI	31
10	Contenido en ácidos grasos ω -6 y ω -3 de las carnes analizadas	32

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema general de los ácidos grasos	7
2	Principales familias de ácidos grasos y sus productos de formación	12
3	Funcionamiento de un cromatógrafo de gases	14
4	Espectro característico para el metil éster del ácido oleico	15
5	Composición promedio en ácidos grasos para Jurel en Conserva (Como porcentaje de ésteres metílicos)	22
6	Composición promedio en ácidos grasos para Lomito de Merluza Reconstituido (como % de ésteres metílicos)	23
7	Composición promedio en ácidos grasos para carne de Pollo (como porcentaje de ésteres metílicos)	24
8	Composición promedio en ácidos grasos para carne de Pavo (como porcentaje de ésteres metílicos)	25
9	Composición promedio en ácidos grasos para carne de Vacuno en Molido (como porcentaje de ésteres metílicos)	26
10	Composición promedio en ácidos grasos para carne de Vacuno en Cubo (como % de ésteres metílicos)	27
11	Composición promedio en ácidos grasos para Posta de Vacuno (como % de ésteres metílicos)	27
12	Proporción de AGS, AGMI y AGPI para las carnes analizadas (como % de ésteres metílicos).	29
13	Gráfico de Cajas y Bigotes para ácidos grasos poliinsaturados.	32
14	Consumo de Ácidos Grasos Omega 3 en la población mundial y en Chile	33

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Esquema general para el desarrollo del estudio de los ácidos grasos poliinsaturados en los diferentes tipos de carnes entregados en el programa de alimentación escolar de la JUNAEB	44
2	Esquema de preparación de las muestras una vez que llegan al laboratorio	45
3	Esquema para la extracción de los lípidos	46
4	Procedimiento de preparación de los metil éster de ácidos grasos	47
5	Identificación de metil éster de ácidos grasos a través de estándares por GC/MS	48
6	Cromatogramas característicos por tipo carne	49
7	Contenido de materia grasa por cada 100 g de carne (método Soxhlet)	53
8	Porcentaje promedio de ácidos grasos en las carnes analizadas	54
9	Resumen de porcentaje promedio de los diferentes ácidos grasos en los tipos de muestras analizadas	58
10	Análisis estadístico para las variables AGS, AGMI y AGPI	59

1. INTRODUCCIÓN

La alimentación y la nutrición de calidad son dos conceptos que en los últimos años han aumentado paulatinamente su importancia y más aún cuando se trata de proporcionar alimentos a algún grupo vulnerable como son los escolares.

Desde antaño la carne forma parte de la dieta del ser humano, donde el tipo de carne consumida varía entre las diferentes culturas, dependiendo también de la disponibilidad existente geográficamente.

Uno de los componentes importantes de los diferentes tipos de carne son los ácidos grasos, los cuales constituyen las unidades básicas de los lípidos, siendo estos uno de los tres componentes mayoritarios de los alimentos junto con los carbohidratos y las proteínas, constituyendo la principal forma en que la energía es almacenada en el organismo. Adicionalmente, los ácidos grasos son elementos muy importantes para las estructuras membranosas en las células del organismo.

Entre los distintos tipos de ácidos grasos, cabe destacar los importantes beneficios para la salud que aportan los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga como son el Ácido Docosahexaenoico (DHA) y el Ácido Eicosapentaenoico (EPA).

Así como los ácidos grasos poliinsaturados son beneficiosos, los ácidos grasos saturados de acuerdo a diferentes estudios están relacionados con varias enfermedades. Algunos estudios realizados sugieren que la ingesta elevada en ácidos grasos saturados y colesterol está asociada a un mayor riesgo de cánceres de colon, próstata, mama y enfermedades coronarias.

El presente estudio forma parte de un proyecto de la Universidad Austral de Chile en apoyo del sistema de alimentación de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), el cual es un organismo de la Administración del Estado, responsable de administrar los recursos estatales destinados a proporcionar beneficios como alimentación, becas, entre otros, a niños, niñas y jóvenes chilenos en condición de vulnerabilidad, para que tengan éxito en el Sistema Educativo.

El Programa de Alimentación Escolar (PAE), es uno de los más importantes y se caracteriza por entregar una alimentación de calidad, complementaria y diferenciada según las necesidades de los escolares a nivel nacional.

La presente investigación plantea como hipótesis que existe diferencia entre los tipos de carnes en cuanto a la composición de ácidos grasos.

En base a los estudios y antecedentes anteriormente expuestos el objetivo general de este estudio es investigar la composición en ácidos grasos de los diferentes tipos de carnes que se entregan en el programa de alimentación escolar de la JUNAEB.

Los objetivos específicos de este estudio son:

- Identificar los tipos de ácidos grasos presentes en las diferentes carnes proporcionadas en la alimentación de los escolares.
- Analizar los niveles totales y la relación de los ácidos grasos omega 3 y omega 6 en cada tipo de carne analizada.
- Cuantificar el nivel específico de EPA y DHA presentes en las carnes.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importancia de los alimentos en la nutrición humana

La frase “somos lo que comemos” se utiliza con frecuencia para indicar que la composición de nuestros cuerpos depende en gran parte de lo que hemos consumido. Los alimentos sirven sobre todo para el desarrollo, la energía y la reparación corporal, el mantenimiento y la protección. También dan satisfacción y estímulo, pues el comer y beber se encuentran entre los placeres de la vida (LATHAM, 2002).

BARRETO (2003), señala que la nutrición es la base de la propia existencia y que todos los sistemas vivos necesitan de los alimentos y sus nutrientes contenidos para poder garantizar funciones vitales. La alimentación, la nutrición y el metabolismo representan los pilares de una vida sana.

Los alimentos proporcionan la energía para todas las funciones corporales y los elementos estructurales precisos para su crecimiento y funcionamiento. Los adultos necesitan energía y reconstruir los componentes corporales que deben ser reemplazados (POTTER, 1999).

Los nutrientes de los alimentos, necesarios en cantidades equilibradas para mantener un estado de salud óptimo, pertenecen a los siguientes grupos: carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas y minerales. El agua, que generalmente no se clasifica como nutriente, debe tenerse en consideración ya que su falta, incluso durante un corto período de tiempo, constituye una amenaza para la vida (POTTER, 1999).

Los alimentos de origen animal no son esenciales para una dieta adecuada, pero son un complemento útil para la mayoría de las dietas, en especial las de países en desarrollo que dependen sobre todo de un alimento básico rico en carbohidratos, como los cereales o raíces tuberosas (LATHAM, 2002).

2.2 La carne como alimento

La carne es generalmente definida como la parte blanda entre piel, huesos y vísceras de animales y aves. La carne algunas veces se subdivide en carne roja (vacunos, cabras, ovejas, cerdos, etc.) y carne blanca (en especial, aves de corral) (LATHAM, 2002).

El ser humano es omnívoro y consume alimentos tanto de origen animal, como de origen vegetal desde que históricamente puede recordarse. No obstante, los animales terrestres, las aves y el pescado antes que puedan proporcionarnos su carne, huevos o leche, tienen que satisfacer sus necesidades energéticas para realizar sus funciones fisiológicas y de síntesis (POTTER, 1999).

De acuerdo al Reglamento Sanitario de los Alimentos (2006), Título XI, Párrafo I, Artículo 268, se entiende con la denominación de carne a la parte comestible de los músculos de los animales de abasto como bovinos, ovinos, porcinos, equinos, caprinos, camélidos, y de otras especies aptas para el consumo humano. El Artículo 269, señala que la carne comprende todos los tejidos blandos que rodean el esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, huesos propios de cada corte cuando estén adheridos a la masa muscular correspondiente y todos los tejidos no separados durante la faena, excepto los músculos de sostén del aparato hioideo y el esófago.

Con respecto a la carne de ave el Reglamento Sanitario de los Alimentos (2006), Título XI, Párrafo II, Artículos 281 y 282 señala; Ave faenada es el producto de cualquiera de las especies de aves criadas en cautividad que hayan sido sacrificadas en mataderos de aves, a las que se les ha extraído la sangre, las plumas, las patas, la cabeza, el buche, la tráquea, el esófago, las vísceras, los pulmones y los órganos genitales. Carne de ave es la parte muscular de las especies de aves a que se refiere el presente reglamento, constituida por todos los tejidos blandos que rodean la estructura del esqueleto. Incluye la piel, cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos que no se separan durante el faenamamiento.

Por otro lado FRANKIE (2001), señala que los diferentes tipos de carnes y sus productos derivados, son fuentes de importantes nutrientes tales como: ácidos grasos, proteínas de alto valor biológico, vitaminas y minerales, pero han sido objeto de análisis principalmente por el contenido y composición de su grasa, en particular por el contenido de ácidos grasos saturados.

En cuanto a la carne de pescado FENNEMA (1985), señala que es uno de los alimentos más completos por la calidad y cantidad de nutrientes que aporta: una ración promedio de 100 gramos cubre más del 50% de la ingesta diaria de proteínas recomendada por la FAO.

Al pescado se le atribuyen una serie de beneficios para la salud, llegando a recomendarse su inclusión como parte de una dieta balanceada. Estudios realizados en diversos países como Japón, Holanda y Alaska han sugerido una relación inversa entre el consumo de pescado y el desarrollo de enfermedades trombóticas (IZQUIERDO, 2000).

2.2.1 Composición de la carne. La carne está constituida mayoritariamente por agua (65 – 80%), proteínas (16- 22%) y grasa (2 a 13%), aunque también posee pequeñas cantidades de otras sustancias como, nitrógeno no proteico (aminoácidos libres, péptidos, nucleótidos, creatina, entre otros), carbohidratos, ácido láctico, minerales, vitaminas, entre otros. La composición de la carne depende de la especie y dentro de la misma especie puede variar ampliamente dependiendo de diversos factores como sexo, alimentación y zona anatómica estudiada (HERNÁNDEZ *et al.* 1999).

La cantidad de grasa depende del animal y del tipo de corte. El valor energético de la carne aumenta con el contenido de grasa, además éste aumenta con el contenido de ácidos grasos saturados y el colesterol (LATHAM, 2002).

En el CUADRO 1, se presenta la composición proximal de diferentes tipos de carne.

CUADRO 1 Composición de diferentes tipos de carnes.

Animal	Pieza	Agua (g)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Sales Minerales (g)
Vacuno	Promedio	70,4	20,8	7,8	1,2
	Filete	75,1	19,2	4,4	1,1
	Lomo	73,6	21,6	3,8	1,2
Cerdo	Filete	69,4	20,4	8,9	1,0
Cerdo	Costilla	69,3	20,4	9,1	1,0
Pavo	Adulto promedio	63,5	20,2	15,0	1,0
	Joven promedio	69,7	22,4	6,8	1,0
	Pechuga	73,7	24,1	1,0	1,2
	Muslos	74,7	20,5	3,6	1,1
Gallina	Para caldo	60,0	18,5	20,3	0,9
	Pechuga	75,0	22,8	1,0	1,2
	Muslos	74,7	20,6	2,4	1,1
Jurel		75,3	19,8	3,9	1,4
Merluza		80,8	17,2	0,9	1,1
Caballa		68,0	18,7	11,9	1,4
Salmón		65,5	19,9	13,6	1,0

FUENTE: Elaboración propia a partir de Tablas de Composición de los Alimentos, el Pequeño "Souci-Fachmann-Kraut" (1999).

2.2.2 Consumo de carnes en Chile. De acuerdo a información entregada por la OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA, 2006), el consumo de carne en Chile experimentó una tasa de crecimiento del 5% anual en el período 1990-2004, registrándose un consumo el año 2004 de 76,9 kilos por habitante. En este contexto destaca el consumo per cápita de carne de aves que creció un 8,9% anual, llegando a 31,8 kilos por habitante en el mismo año. En cuanto a la carne porcina fue de 19 kilos por habitante, más del doble que en 1990. En el caso de la carne bovina, cuyo consumo en el año 1990 era el más importante entre las carnes, se ubica hoy en un segundo lugar con 25,1 kilos y una tasa de crecimiento anual de 2,1%.¹

2.3 Lípidos

De acuerdo a BADUI (1999), es un grupo de compuestos generalmente constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, que integran cadenas hidrocarbonadas alifáticas y aromáticas, aunque en ocasiones también contienen fósforo y nitrógeno.

Constituyen un grupo heterogéneo que agrupa sustancias de estructura química diferente pero con una característica en común, que es la insolubilidad en agua y la solubilidad en solventes orgánicos (HERNÁNDEZ et al. 1999).

¹ http://www.agroeconomico.cl/noticias_detalle.php?idnoticia=4451 (15. Marzo. 2007).

Las grasas y aceites son los principales lípidos que se encuentran en los alimentos contribuyendo a la textura y en general a las propiedades sensoriales del producto. Las principales fuentes son los tejidos animales y las semillas oleaginosas, ya que las frutas y las hortalizas presentan normalmente muy bajas concentraciones, con algunas excepciones como el aguacate, las aceitunas y algunos tipos de nueces (BADUI, 1999).

Por su parte LAWSON (1999), señala que los aceites y grasas constituyen una de las tres principales clases de productos alimentarios. Las otras dos son las proteínas y los carbohidratos. Los aceites y grasas son nutrientes esenciales de la dieta humana siendo una fuente de energía concentrada, proporcionando alrededor de 9 Kcal/g, frente a alrededor de 4 Kcal/g de las proteínas y carbohidratos.

De acuerdo a FENNEMA (2000), los lípidos constituyen un grupo diverso de compuestos, generalmente solubles en disolventes orgánicos pero con escasa solubilidad en agua. Son los componentes principales del tejido adiposo junto con las proteínas y los carbohidratos, constituyendo los principales componentes estructurales de las células vivas. Los ésteres de glicerol y los ácidos grasos, que dan cuenta del 99% de los lípidos de origen vegetal o animal, han sido tradicionalmente denominados grasas y aceites.

2.3.1 Importancia nutricional de los lípidos. La importancia de los lípidos en la nutrición y el desarrollo humano es reconocida desde hace décadas. Los lípidos son constituyentes importantes de la estructura de las membranas celulares, cumplen funciones energéticas, de reserva metabólica y forman la estructura básica de algunas hormonas y de las sales biliares (SASTRY, 1985).

De acuerdo a TAGLE (1980), los lípidos contenidos en la dieta desempeñan diversas funciones, tales como: ser combustibles, es decir, son los nutrientes con la más alta concentración energética; aportan los ácidos grasos esenciales; vehiculizan las vitaminas liposolubles (A, D, E y K); son importantes en la formación de moléculas fundamentales, tales como fosfolípidos, glucolípidos, lipoproteínas y colesterol, por lo anterior participan en las funciones de estructura, funciones de membrana y actividad enzimática; influyen sobre el nivel de lípidos sanguíneos; contribuyen a la sensación de saciedad y al retardo en la aparición de sensación de hambre; palatabilidad y textura.

Por su parte MASSON *et al.* (1985), señala que materias grasas en general cumplen una serie de roles en nuestra dieta, además de ser la principal fuente de energía, son constituyentes normales de la estructura celular y de funciones de la membrana. Son fuente de ácidos grasos esenciales para el organismo animal, donde cabe destacar su papel en la síntesis de las prostaglandinas. Regulan el nivel de lípidos sanguíneos, son vehículo de vitaminas liposolubles y aportan otros componentes importantes como pigmentos carotenoides y esteroides, entre otros.

Los lípidos de la dieta juegan un importante papel en la nutrición, suministran calorías, ácidos grasos esenciales, vehiculizan vitaminas y mejoran la sensación bucal de los

alimentos, pero durante décadas han sido objeto de controversia con respecto a su contribución a la obesidad y al riesgo a sufrir ciertas enfermedades (FENNEMA, 2000).

Además, algunos lípidos tienen el carácter de esenciales debido a que no pueden ser sintetizados a partir de estructuras precursoras (SPECTOR, 1999).

FENNEMA (2000), además señala que los lípidos de los alimentos exhiben propiedades físicas y químicas singulares, su composición, su estructura cristalina, sus propiedades de fusión y su capacidad de asociarse con el agua y otras moléculas no lipídicas ofrecen especial importancia en relación con sus propiedades funcionales en numerosos alimentos.

2.3.2 Estructura y composición de los lípidos. Comúnmente los lípidos se dividen en tres grandes grupos en función de su estructura química; lípidos simples, compuestos y compuestos asociados. Los simples abarcan las grasas y aceites, por lo tanto, resultan ser los más abundantes e importantes. Los lípidos compuestos son aquellos que están integrados por un parte lipídica y la otra que no lo es, unidas covalentemente; destacándose los fosfolípidos y los glucolípidos, en ocasiones también se incluyen las lipoproteínas. Finalmente, los lípidos derivados o asociados son todos aquellos que no se ubican en ninguna de las subdivisiones anteriores, en esta categoría están los ácidos grasos libres, los carotenoides, las vitaminas liposolubles y el colesterol, entre otros (BADUI, 1999).

Dentro de la gran diversidad estructural que caracteriza a los lípidos, los ácidos grasos son quizás las estructuras de mayor relevancia (BRENNER *et al.* 1969).

2.4 Ácidos grasos

De acuerdo a ADRIAN *et al.* (1999), son los constituyentes mayoritarios de las grasas donde se presentan usualmente en forma de triglicéridos. Los ácidos grasos son moléculas que se componen habitualmente de una cadena carbonada lineal de longitud variable, con un grupo carboxilo en un extremo y un grupo metilo en el otro.

En la FIGURA 1, se muestra el esquema general de los ácidos grasos.

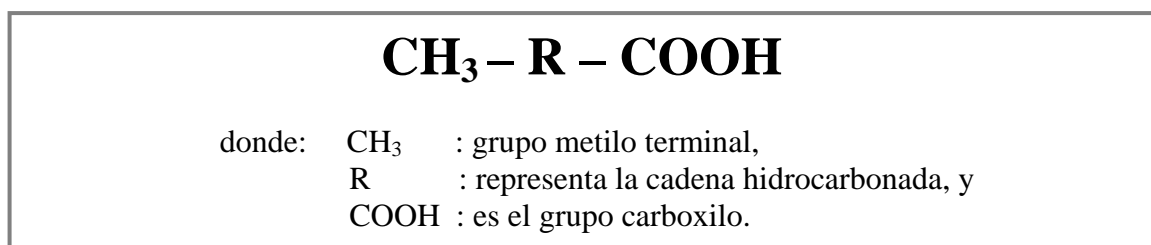


FIGURA 1 Esquema general de los ácidos grasos.

FUENTE: ADRIAN *et al.* (1999).

Con este término se conoce cualquier ácido monocarboxílico alifático que pueda liberarse por hidrólisis de las grasas naturales (FENNEMA, 2000).

En cambio BADUI (1999), indica que tradicionalmente los ácidos grasos se definieron como ácidos monocarboxílicos de cadena alifática con número par de átomos de carbono, que podrían ser saturados o insaturados, sin embargo, en la medida que las técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo mejoraron, se identificaron muchos otros con estructuras diferentes tales como ácidos cíclicos, ramificados, hidroxilados, de tal manera que en la actualidad se conocen más de 400 que se localizan en los tejidos animal y vegetal así como en ciertos microorganismos.

TAGLE (1985), indica que el ácido graso es la parte fundamental de la molécula lipídica, los más comunes en la naturaleza son de cadena recta, monocarboxílicos, saturados y no saturados que contienen un número par de átomos de carbono.

La composición de ácidos grasos de algunos productos de origen animal varía con diversos factores; por ejemplo, la yema de huevo incrementa su proporción de ácido linoleico a medida que la dieta de las aves sea más rica en ácidos grasos poliinsaturados; sin embargo, la concentración del ácido palmítico y del ácido esteárico no cambia con la alimentación. En el caso de la leche ocurre algo similar se puede incrementar su contenido de ácidos linoleico y linolénico cuando a la vaca se le suministran ácidos grasos poliinsaturados protegidos con una proteína, de esta manera atraviesan el rúmen sin ser alterados y se incorporan a la síntesis de triacilglicéridos. En los peces se puede llegar a reducir los ácidos altamente insaturados (> a C22:6) mediante una dieta pobre en AGPI, con lo cual se aumenta la estabilidad de los aceites a la oxidación (BADUI, 1999).

Los ácidos grasos presentes en la alimentación humana se dividen en saturados y no saturados. El grupo de los no saturados incluye ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. Los ácidos grasos saturados tienen el mayor número de átomos de hidrógeno que su estructura química permite. Todas las grasas y aceites que consumen los seres humanos son una mezcla de ácidos grasos saturados y no saturados. En general, las grasas de animales terrestres (grasa de carne, mantequilla y suero) contienen más ácidos grasos saturados que de los de origen vegetal. Las grasas de productos vegetales y hasta cierto punto las del pescado tienen más ácidos grasos no saturados, particularmente los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) (LATHAM, 2002).

Respecto a la carne de pescado, IZQUIERDO (2000), indica que su grasa tiene elevados niveles de ácidos grasos poliinsaturados de la serie omega-3 y omega-6, destacando el ácido eicosapentaenoico, 20:5 ω 3 y el ácido docosahexaenoico, 22:6 ω 3 que se encuentra ausente en vegetales superiores.

2.4.1 Clasificación de los ácidos grasos. Los ácidos grasos se dividen en dos grandes grupos según sus características estructurales: ácidos grasos saturados (AGS) y ácidos grasos insaturados (AGI). Estos últimos, dependiendo del grado de insaturación que posean se pueden clasificar como ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Ahora bien, dependiendo de la posición del doble enlace, contabilizando desde el carbono extremo al grupo funcional carboxílico, los AGMI y los AGPI pueden clasificarse en tres series principales: ácidos grasos omega-9 (primer doble enlace en el carbono 9), ácidos grasos omega-6 (primer

doble enlace en el carbono 6) y ácidos grasos omega-3 (primer doble enlace en el carbono 3) (BRENNER *et al.* 1969).²

Los ácidos grasos se pueden clasificar de acuerdo con la longitud de la cadena, el número, posición y configuración de los dobles enlaces, así como por la existencia adicional de otros grupos funcionales. Otra característica para su división es la distribución de los ácidos grasos en los alimentos (BELITZ, 1997).

Sobre la longitud de la cadena de carbonos VALENZUELA *et al.* (1999a), señala que los ácidos grasos se clasifican en ácidos grasos de cadena corta (menos de 8 carbonos); ácidos grasos cadena media (de 8 a 11 carbonos); de cadena intermedia (de 12 a 15 carbonos) y de cadena larga (igual o mayor de 16 carbonos).

Los ácidos grasos presentes en los aceites y grasas comestibles se clasifican por su grado de saturación en: ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados (ZILLER, 1996).

En el CUADRO 2, se muestran los ácidos grasos más importantes presentes en los alimentos.

CUADRO 2 Ácidos grasos más importantes en alimentos.

Nombre común	Nombre sistemático	Estructura
Butírico	Butanoico	C4:0
Caproico	Hexanoico	C6:0
Caprílico	Octanoico	C8:0
Cáprico	Decanoico	C10:0
Laúrico	Dodecanoico	C12:0
Mirístico	Tetradecanoico	C14:0
Palmítico	Hexadecanoico	C16:0
Esteárico	Octadecanoico	C18:0
Araquídico	Eicosanoico	C20:0
Behénico	Docosanoico	C22:0
Palmitoleico	Cis-9-hexadecenoico	C16:1, ω - 7
Oleico	Cis-9-octadecenoico	C18:1, ω - 9
Linoleico	Cis-cis-9,12-octadecadienoico	C18:2, ω - 6
Linolénico	Cis-9,12,15-octadecatrienoico	C18:3, ω - 3
Araquidónico	Cis-5,8,11,14-eicosatetraenoico (ÁA)	C20:4, ω - 6
Eicosapentaenoico	Cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico (EPA)	C20:5, ω - 3
Docosahexaenoico	Cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico (DHA)	C22:6, ω - 3

FUENTE: HERNÁNDEZ *et al.* (1999).

² Nomenclatura usada para los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados puede ser omega (ω) o n-imo (n-m), empleado para designar los sitios de especificidad enzimático (ZILLER, 1996).

2.4.1.1 Ácidos grasos saturados. Generalmente son de cadena recta, principalmente con un número par de átomos de carbono, aunque también se han detectado impares e incluso algunos ramificados en materias grasas comestibles de origen animal y marino, encontrándose estos últimos en general en proporciones pequeñas del orden del 1% (MASSON *et al.* 1985).

Contienen solamente enlaces carbono-carbono simples, que se denominan saturados y son los menos reactivos químicamente (ZILLER, 1996).

Este tipo de ácidos grasos forma parte importante de las materias grasas sólidas, debido a sus elevados puntos de fusión, relacionados con su estructura en el espacio (MASSON *et al.* 1985).

Los ácidos grasos saturados son sintetizados en el organismo y los más comunes son: palmítico (C: 16), esteárico (C: 18), araquídico (C: 20), entre otros (RUZ *et al.* 1996).

De acuerdo a BADUI (1999), este grupo de compuestos está constituido principalmente por ácidos de cuatro a 24 átomos de carbono, su temperatura o punto de fusión aumenta con el peso molecular o tamaño de la molécula, así, los de C4 a C8 son líquidos a 25°C, mientras que los de C10 en adelante son sólidos, su solubilidad es inversamente proporcional al peso molecular.

El mismo autor indica que los ácidos grasos saturados son mucho más estables a los diversos mecanismos oxidativos de deterioro de las grasas que los insaturados, sin embargo, en condiciones de temperatura muy alta (más de 200°C), como llega a suceder en la fritura y en presencia de oxígeno pueden sufrir reacciones de oxidación.

2.4.1.2 Ácidos grasos insaturados. Se caracterizan porque en la cadena hidrocarbonada aparece una doble unión C=C, lo cual, fuera de introducir una rigidez en la molécula, automáticamente complica la química de los ácidos grasos al aparecer dos tipos de isomerismos: de posición y geométrico *cis*, *trans* que confieren a su vez propiedades diferentes a los ácidos grasos. La presencia del doble enlace y su configuración en el espacio tiene un efecto notable en el punto de fusión de los ácidos grasos (MASSON *et al.* 1985).

Por la posición de los dobles enlaces, los ácidos grasos insaturados son más reactivos químicamente que los saturados. Esta reactividad aumenta con el número de dobles enlaces. Aunque los dobles enlaces normalmente se presentan en una posición no conjugada, también pueden hacerlo en posiciones conjugadas (alternados por un enlace sencillo) (ZILLER, 1996).

Por su parte, BADUI (1999), menciona que debido a la presencia de insaturaciones, estos compuestos tienen una gran reactividad química ya que están propensos a transformaciones oxidativas y de isomerización.

2.4.1.3 Ácidos grasos poliinsaturados. De todos ellos, los más interesantes son los ácidos linoleico, linolénico, araquidónico (ÁA), eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), que contienen respectivamente 2, 3, 4, 5 y 6 dobles enlaces. Los aceites de origen vegetal son las principales fuentes de ácidos linoleico y linolénico. El ácido ÁA está presente en pequeñas cantidades en la manteca de cerdo, que contiene además cerca de un 10% de ácido linoleico. Los aceites procedentes del pescado contienen grandes cantidades de una gran variedad de ácidos grasos de cadena larga con tres o más enlaces dobles, entre los que se incluyen el EPA y DHA (ZILLER, 1996).

Los AGPI de cadena larga ω -6 (ÁA) y ω -3 (DHA) son fundamentales en la formación de la estructura, en la funcionalidad del sistema nervioso y visual de los humanos. Ambos ácidos grasos constituyen más del 30% de la estructura lipídica del cerebro, de los conos y bastoncitos de la retina. Se estima que la función de estos ácidos grasos es aportar un alto grado de fluidez a las membranas celulares, permitiendo el movimiento de proteínas en su superficie y dentro de la bicapa lipídica. Estos ácidos grasos se forman a partir de precursores de cadenas de menor tamaño: el ácido linoleico da origen al ácido araquidónico y el ácido α -linolénico al DHA (VALENZUELA et al. 2003).

2.4.2 Familia de ácidos grasos. MASSON et al. (1985), señalan que la presencia del doble enlace origina familias de ácidos grasos que tienen una misma estructura terminal que les confieren propiedades y roles biológicos diferentes.

Designando con la letra omega " ω " el grupo metilo terminal de la cadena del ácido graso y desde esa posición se cuentan los carbonos hasta llegar al primer doble enlace, generándose las siguientes familias:

- Familia del ácido oleico C18:1 ω 9
- Familia del ácido linoleico C18:2 ω 6
- Familia del ácido linolénico C18:3 ω 3
- Familia del ácido cetoleico C22:1 ω 11

Otro tipo de nomenclatura que también se utiliza para designar a estas mismas familias es la notación n-m, en que m es la posición del primer doble enlace a contar del grupo metilo terminal, en este caso la familia del ácido oleico se designa por C18:1, n-9, la del linoleico por C18:2, n-6, la del linolénico C18:3, n-3 y la del cetoleico C22:1, n-11 (MASSON et al. 1985).

En la FIGURA 2, se pueden observar las principales familias de ácidos grasos y sus productos de formación.

Omega-3	Omega-6	Omega-9
Ácido alfa linolénico	Ácido linoleico	Acido octadecaenoico
C18:3 <i>n</i> -3	C18:2 <i>n</i> -6	C18:1 <i>n</i> -9
↓	↓	↓
Ácido octadecatetraenoico	Acido gama linolénico	Acido octadecadienoico
C18:4 <i>n</i> -3	C18:3 <i>n</i> -6	C18:2 <i>n</i> -9
↓	↓	↓
Acido eicosatetraenoico	Acido dihomogamalinolénico	Acido eicosadienoico
C20:4 <i>n</i> -3	C20:3 <i>n</i> -6	C20:2 <i>n</i> -9
↓	↓	↓
Acido eicosapentaenoico	Acido araquidónico	Acido eicosatrienoico
C20:5 <i>n</i> -3	C20:4 <i>n</i> -6	C20:3 <i>n</i> -9
↓	↓	↓
Acido docosapentaenoico	Acido docosatetraenoico	Acido docosatrienoico
C22:5 <i>n</i> -3	C22:4 <i>n</i> -6	C22:3 <i>n</i> -9
↓	↓	
Acido docosahexaenoico	Acido docosapentaenoico	
C22:6 <i>n</i> -3	C22:5 <i>n</i> -6	

FIGURA 2 Principales familias de ácidos grasos y sus productos de formación.
FUENTE: MASSON y MELLA (1985).

2.4.3 Ácidos grasos esenciales (AGE). De acuerdo a MASSON *et al.* (1985), bajo este nombre se puede considerar a dos ácidos grasos: el ácido linoleico C18:2, n-6 y al ácido α - linolénico C18:3, n-3. Esta designación se debe a que su ausencia produce un síndrome de deficiencia, ya que el organismo animal no puede introducir dobles enlaces entre el grupo metilo terminal y el primer doble enlace que aparece en la cadena hidrocarbonada del respectivo ácido graso. Lo que sólo puede hacer el organismo animal es alargar la cadena e introducir nuevos dobles enlaces a continuación de los originales y en dirección del grupo carboxílico de la molécula.

De acuerdo a TAGLE (1980), los animales, incluyendo el hombre, no son capaces de insertar enlaces dobles en las posiciones (n-6) y (n-3), por lo tanto, no pueden sintetizar ácido linoleico (C18:2, n-6), ni ácido α - linolénico (C18:3, n-3). Como ambos ácidos grasos son necesarios para el crecimiento y las funciones de los organismos nutricionalmente se les considera esenciales y deben ser aportados por la dieta.

BADUI (1999), recomienda que la cantidad de ácido linoleico represente de 1 a 2% de los lípidos totales ingeridos diariamente. Además forma parte constitutiva de la membrana de diferentes tejidos celulares, que se requieren para darle rigidez a la mitocondria de las células y se utiliza en la síntesis de las hormonas prostaglandinas. Además es precursor del ácido araquidónico (C20:4, n-6) que también es considerado indispensable.

LATHAM (2002), en sus estudios menciona que se han demostrado también los beneficios de otros ácidos grasos de cadena más larga, en el crecimiento y desarrollo

de los niños de corta edad. Los ácidos AÁ y DHA se deben considerar esenciales durante el desarrollo de los primeros años. Ciertos experimentos en animales y varios estudios en seres humanos han demostrado cambios definidos en la piel y el crecimiento, así como función vascular y neural anormales en ausencia de estos ácidos grasos. No hay duda que son esenciales para la nutrición de las células del individuo y los tejidos corporales.

2.5 Análisis por Cromatografía

De acuerdo a la INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC) (1997), se define cromatografía como un método físico de separación en el cual los componentes a ser separados son distribuidos entre dos fases, una de las cuales constituye la fase estacionaria y la otra es un fluido (fase móvil) que pasa a través o a lo largo de la fase estacionaria en una dirección definida.

En tanto, MASSON (1974), define esta técnica como la separación de los componentes de una muestra entre dos fases no miscibles: móvil y estacionaria.

2.5.1 Clasificación de las técnicas cromatográficas. QUATTROCCHI et al. (1992), establecen que existen diferentes modalidades cromatográficas en función de los parámetros que se señalan a continuación:

- La naturaleza de la fase móvil: Si la fase móvil es un gas, se denomina gaseosa (GC) y si es un líquido, cromatografía líquida (LC). A este último grupo pertenecen las cromatografías en capa delgada (TLC), líquida en columna abierta y la cromatografía líquida de alta precisión (HPLC).
- La naturaleza de la fase estacionaria: Si la fase estacionaria es un sólido y la fase móvil un líquido se denomina cromatografía líquido-sólido (LSC). Análogamente existirá una cromatografía líquido-líquido (LLC), gas-líquido (GLC) y gas-sólido (GC).
- El fenómeno que ocurre dentro de la columna: La cromatografía puede clasificarse en modalidades de afinidad y por el tamaño molecular. En las modalidades de afinidad el analito interactúa directa e indirectamente a través del solvente con la fase estacionaria, mientras que en las separaciones por tamaño molecular no existe (al menos teóricamente) ninguna interacción con la fase estacionaria.

2.5.2 Cromatografía Gaseosa (CG). Es una técnica analítica utilizada en la separación, identificación y medida de los componentes de una mezcla realizada en un equipo llamado cromatógrafo de gases. Se basa en la diferencia de velocidades de migración de sus componentes al ser arrastrado por un gas inerte a través de una columna (STAMBUK, 1970).

En la FIGURA 3, se muestra un esquema básico de un cromatógrafo de gases, primero la muestra es introducida a la columna que contiene la fase estacionaria a través del sistema de inyección. Luego temperaturas apropiadas en estos sitios volatilizan los componentes de la muestra, los cuales de acuerdo con sus propiedades

y las de la fase estacionaria (columna) son retenidos y llegan al final de la columna en tiempos variables. Un detector adecuado a la salida de la columna, permite la detección y cuantificación de los componentes de la muestra (SHARAPIN, 2000).

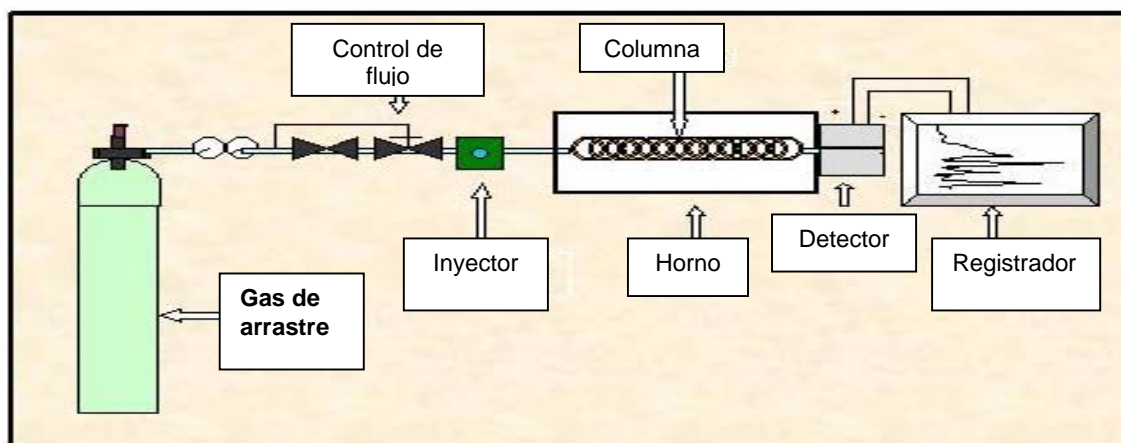


FIGURA 3 Funcionamiento de cromatógrafo de gases.

FUENTE: VERGARA (2006).

2.6 Espectrometría de masa (MS)

La espectrometría de masa (MS), da nombre a un conjunto de técnicas utilizadas para la medida de los iones y su abundancia en la fase gaseosa de la muestra (RUBINSON y RUBINSON, 2001). Por su parte, MATTER (1997), señala que esta técnica consiste en la generación de iones de manera apropiada, separándolos según su masa/carga en un sistema de separación, para finalmente registrar la abundancia de los iones en forma de un espectro de masas.

La Espectrometría de Masas es una técnica analítica instrumental de alta sensibilidad capaz de identificar cualitativamente y cuantitativamente de forma inequívoca cualquier tipo de mezclas de sustancias. Asimismo esta técnica permite también determinar la masa molecular de un compuesto, así como de los diversos fragmentos que resultan de la rotura controlada del mismo, dando estos una información muy valiosa sobre la estructura de la molécula.³

Un espectrómetro de masas siempre contiene las siguientes partes: un sistema de introducción del compuesto o mezcla de compuestos que se van a analizar, una fuente para ionizar estos compuestos, uno o varios analizadores de masas para separar los iones producidos, un detector o contador de iones y finalmente un sistema de procesamiento de datos que reproduce el espectro de masas.³

El resultado de esta técnica es un espectro, como el que se muestra en la FIGURA 4.

³ http://www.ua.es/es/investigacion/sti/espectrometria_masas.html (13.Julio.2006).

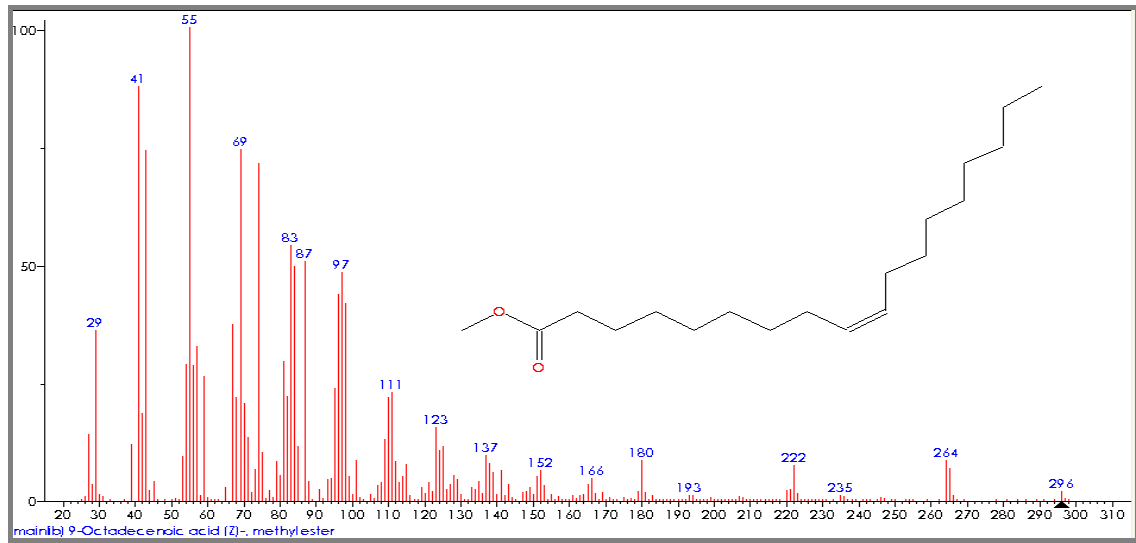


FIGURA 4 Espectro característico para el metil éster del ácido oleico.

FUENTE: Laboratorio de Fitoquímica, Universidad Austral de Chile. Base de datos: NIST/02 Mass Spectral Library.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Lugar del ensayo

La recepción de las muestras, preparación, extracción de la materia grasa y determinación del perfil lipídico se realizó en las dependencias del Laboratorio de Fitoquímica, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, y Laboratorio de Nutrición Animal, Instituto de Producción Animal; ambos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, Valdivia, XIV Región.

3.2 Muestras de carne

Se analizaron 60 muestras (11 de Jurel en Conserva, 8 de Lomito de Merluza Reconstituido, 9 de Pollo, 4 de Pavo, 12 de Vacuno en Cubo, 12 Vacuno Molido y 4 de Posta de Vacuno), las cuales fueron enviadas por las empresas concesionarias de la JUNAEB al laboratorio. Estas muestras fueron seleccionadas de acuerdo al sistema de muestreo de la JUNAEB.⁴

3.3 Material

A continuación se indica el tipo de material necesario para las distintas etapas de este estudio.

3.3.1 Toma de muestras de carne. Etapa realizada por las empresas concesionarias, basándose en el protocolo de muestreo para el convenio JUNAEB (CHILE, UACH, 2003).

3.3.2 Procesamiento en laboratorio de las muestras de carne. Los materiales, reactivos y equipos utilizados se detallan a continuación:

- Material de laboratorio de vidrio y de plástico.
- Cuchillos.
- Balanza, sensibilidad 1 g.
- Picadora.
- Liofilizador.

3.3.3 Determinación de materia seca. Los materiales, reactivos y equipos requeridos se detallan a continuación de acuerdo a la metodología implementada por el laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Austral de Chile (CHILE, UACH, 2002a):

- Balanza analítica, sensibilidad de 0,0001 g.
- Estufa de secado, rango 50 a 150°C.
- Placas Petri.
- Espátulas.
- Desecador.

⁴ Muestra de Jurel en Conserva es diferente a todas las demás que se analizan en estado crudo.

3.3.4 Extracción de los lípidos. Los materiales, reactivos y equipos requeridos se detallan a continuación de acuerdo a la metodología implementada por el laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Austral de Chile (CHILE. UACH, 2002b):

- Balanza analítica, sensibilidad de 0,0001g
- Equipo Soxhlet.
- Equipo de destilación simple.
- Manta calefactora.
- Éter de petróleo.
- Material de vidrio.
- Papel filtro.

3.3.5 Preparación de los metil éster de ácidos grasos y cromatografía de gases. De acuerdo a la metodología basada en LEPAGE *et al.* (1984) y modificada por PALMA *et al.* (1994), los equipos e instrumentos, reactivos y materiales utilizados son los siguientes:

3.3.5.1 Equipos e instrumentos. Los equipos e instrumentos utilizados se indican a continuación.

- Cromatógrafo de gases modelo CP-3800 acoplado a espectrómetro de masas modelo Saturn 2200 GC/MS/MS, con inyector automático modelo CP-8410, y columna capilar VF-23ms (longitud: 60 metros; diámetro interno: 0,25mm; y film: 0,25 μ m), todos ellos de marca Varian.
- Refrigerador, con rango entre 10 °C y - 8°C y grado de precisión de 1°C.
- Freezer, hasta -20°C y grado de precisión de 1°C.
- Agitador.
- Baño termostático, con temperatura de trabajo hasta 100°C.
- Centrífuga.
- Termómetros.

3.3.5.2 Reactivos.

- Metanol.
- Benceno.
- Cloruro de acetilo.
- Hexano.
- Agua destilada.
- Estándar analítico:

PUFA-3 Cat. N°47085-U, Marca Supelco (C14:0, C16:0, C16:1 ω 7, C16:2 ω 4, C16:4 ω 1, C18:0, C18:1 ω 9, C18:1 ω 7, C18:2 ω 6, C18:2 ω 4, C18:3 ω 4, C18:3 ω 3, C18:4 ω 3, C20:1 ω 9, C20:4 ω 6, C20:4 ω 3, C20:5 ω 3, C22:5 ω 3 y C22:6 ω 3) (CUADRO 3).

CUADRO 3 Estándares individuales utilizados para la identificación de los metil éster de ácidos grasos.

Nombre	Marca	Nº. Catálogo
Octadecanoic acid methyl ester	Alltech	623180
Cis-9-Hexadecenoic acid methyl ester	Alltech	6231610
Hexadecenoic acid methyl ester	Alltech	623160
Trans-9-Octadecenoic acid methyl ester	Alltech	6231811
7,10,13,16,19-Docosapentaenoic acid methyl ester	Alltech	6232250
Cis-9-Octadecenoic acid methyl ester	Alltech	6231810
All cis-5,8,11,14-Eicosatetraenoic acid methyl ester	Alltech	623204
Trans-trans-9,12,-Octadecadienoic acid methyl ester	Alltech	6231821
Cis-Cis-9,12-Octadecadienoic acid methyl ester	Alltech	6231820
5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid methyl ester	Alltech	623205
All cis-6,9,12-Octadecatrienoic acid methyl ester	Alltech	62311831
All cis-9,12,15-Octadecatrienoic acid methyl ester	Alltech	6231830
Lauric acid methyl ester	Supelco	234591
Myristoleic acid methyl ester	Supelco	M3650
Pentadecanoate acid methyl ester	Sigma	P6250
Heptadecanoate acid methyl ester	Sigma	H4515
cis-10-Heptadecenoate acid methyl ester	Sigma	H9021
cis -11-Eicosenoate methyl ester	Sigma	E6885
cis-11,14-Eicosadienoic acid methyl ester	Sigma	E7877
cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid methyl ester	Sigma	E3511
cis-13,16-Docosadienoic acid methyl ester	Supelco	D4034
Palmitelaidate acid methyl ester	Sigma	P0203
Trans-vaccenate acid methyl ester	Sigma	V1381
Heneicosanoate acid methyl ester	Supelco	H3265
cis-9,12-Octadecadienoic acid methyl ester	Supelco	46950
trans-9,12-Octadecadienoic acid methyl ester	Supelco	46951-U
cis-6-Petroselinic acid methyl ester	Supelco	47198
trans-6-Petroselaidic acid methyl ester	Supelco	47199
Behenate acid methyl ester	Sigma	B3271
Tetracosanoate acid methyl ester	Sigma	L6766
cis-7,10,13,16-Docosatetraenoic acid methyl ester	Sigma	D3534
Arachidate acid methyl ester	Sigma	A3881

FUENTE: Elaboración propia a partir de certificados de estándares individuales.

3.3.5.3 Materiales.

A continuación se indican los materiales utilizados.

- Viales de 2 mL para cromatografía.
- Frascos de 5 mL color ámbar con doble tapa de seguridad.
- Matraces de 5 mL.
- Pipetas totales y graduadas de 1, 2, 5, y 10 mL.
- Pipetas automáticas, rango de capacidad 100 – 1000 µL.
- Tubos centrífugos de 10 mL.

3.4 Metodología

En el ANEXO 1, se muestra el esquema general del estudio realizado, y el cual también se detalla a continuación.

3.4.1 Obtención de las muestras en terreno. Cada empresa concesionaria realiza el muestreo y envía de cada tipo de carne entre 500 y 1000 g aproximadamente.

3.4.2 Preparación de las muestras en laboratorio. Este procedimiento se muestra en el ANEXO 2.

3.4.3 Determinación de materia seca. Este procedimiento se realizó por método termogravimétrico, de acuerdo a los protocolos de análisis de Laboratorio de Fitoquímica, implementado para la determinación de materia seca en muestras de ración servida, administrado por JUNAEB (CHILE. JUNAEB, 2002a).

3.4.4 Extracción de materia grasa. Este procedimiento se realizó por el método SOXHLET, de acuerdo a los protocolos de análisis del Laboratorio de Fitoquímica, implementado para la extracción de los lípidos en muestras de ración servida, administrado por JUNAEB (CHILE. UACH, 2002b), el cual se muestra en el ANEXO 3.

3.4.5 Preparación de los metil éster de ácidos grasos. Para obtener los metil éster de ácidos grasos, se utilizó un método basado en LEPAGE *et al.* (1984) y modificado por PALMA *et al.* (1994), que consiste en una transesterificación directa y se esquematiza en el ANEXO 4.

3.4.6 Determinación y cuantificación de los metil éster de ácidos grasos. El análisis para la determinación y cuantificación de metil éster ácidos grasos en los distintos tipos de carnes, se realizó por cromatografía de gases según lo descrito en la Norma Chilena 2550c para grasas y aceites animales y vegetales (CHILE. INN. 2000), además para la cuantificación se utilizó el software del equipo MS Workstation (VARIAN) versión 6.5 (SP1), la librería NITS 02 (Mass Spectral Library) y la librería creada con los estándares adquiridos para el estudio.

De acuerdo al método cromatográfico, las condiciones de operación para la cuantificación de los ácidos grasos fueron las siguientes:

- Columna capilar: VF-23ms (alta modificación en cianopropil) (FAMEs y disolventes), marca: VARIAN; longitud: 60 m; diámetro interno: 0,25mm; y film: 0,25 μ m
- Gas de arrastre: Helio (flujo del gas: 0.8mL/min).
- Volumen de inyección: 0,5 μ L.
- Temperatura de inyector: 250°C.
- Temperaturas del horno de la columna: como se indica en el CUADRO 4.
- Modo de inyección: Automática con Autosampler CP 8410, marca VARIAN, con fraccionamiento de la muestra en modo split que se muestra en el CUADRO 5.
- Detector: Espectrómetro de masa con trampa de iones, Saturn 2200 GC/MS/MS, marca VARIAN. Las condiciones se detallan a continuación en el CUADRO 6.
- Temperaturas del detector: Son las siguientes: línea de transferencia a 250°C, manifold a 80°C y la trampa de iones a 170°C.

CUADRO 4 Temperaturas del horno de la columna.

Temperatura (°C)	Aumento (°C/min.)	Mantención (min.)	Total (min.)
160	-	8,0	8,0
190	4,0	25,00	40,50
210	4,0	2,00	47,50
220	4,0	2,00	52,00

CUADRO 5 Fraccionamiento de la muestra en modo split.

Tiempo (min)	Estado del split	Razón de split
Inicial	Encendido	20
0,10	Encendido	100
3,00	Encendido	20

CUADRO 6 Condiciones para espectrómetro de masas.

Descripción del segmento	Inicio (min.)	Fin (min.)	Masas bajas (m/z)	Masas altas (m/z)	Modo de ionización	Preparación del ión
Encendido del filamento		5				
Ácidos grasos	5	52	50	400	El Auto	Sin preparación

De acuerdo con los resultados de la validación del método cromatográfico acoplado a espectrometría de masa, fue posible trabajar con 34 ácidos grasos, siendo éste método confirmativo por el hecho de obtener el espectro característico para cada ácido graso.

3.4.7 Cálculos y análisis estadísticos. Los resultados obtenidos se expresan en porcentaje de metil éster de ácidos grasos identificándose el contenido de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, dando mayor énfasis al total de ácidos grasos poliinsaturados *omega* 3, *omega* 6 y a los ácidos grasos EPA y DHA.

Para probar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los tipos de carne analizadas se utilizó la metodología estadística de Análisis de Varianza Simple, para el caso de existir diferencia estadísticamente significativa se realizó Test de Tukey al 95% de confianza o la alternativa no paramétrica de Kruskal-Wallis para el caso que se presenten valores atípicos. Se realizaron estos análisis para el total de ácidos grasos saturados, ácidos grasos monoinsaturados y ácido grasos poliinsaturados.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presentación y discusión de los resultados se divide en tres partes. La primera corresponde a la identificación de los ácidos grasos presentes en cada carne analizada. La segunda parte muestra los resultados obtenidos en porcentaje y la tercera a una comparación entre los tipos de carnes respecto a las variables ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, además se analiza la proporción de los ácidos grasos Omega 6 y Omega 3.

El hecho de trabajar con estándares individuales y usar la técnica de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas permite la identificación certera de un determinado compuesto, el cual es confirmado con el espectro que es específico para cada uno de ellos.

4.1 Ácidos grasos identificados

Los ácidos grasos identificados en las muestras de carnes analizadas por CG/MS en este estudio se presentan en el CUADRO 7.

CUADRO 7 Ácidos grasos presentes en las muestras analizadas.

Ácido Graso	Tipo de carne						
	Jurel en Conserva	Lomito de Merluza Reconstituido	Pollo	Pavo	Vacuno en Cubo	Vacuno Molido	Posta de Vacuno
C14:0	*	*	*	*	*	*	*
C15:0	*	*	*	*	*	*	*
C16:0	*	*	*	*	*	*	*
C17:0	*	*	*	*	*	*	*
C18:0	*	*	*	*	*	*	*
C20:0	*	*	*	—	*	*	*
C14:1	—	*	*	*	*	*	*
C16:1 Trans	—	—	—	*	*	*	*
C16:1	*	*	*	*	*	*	*
C17:1	*	*	*	*	*	*	*
C18:1 Trans	—	—	—	—	*	*	*
C18:1 ω 9	*	*	*	*	*	*	*
C18:1	*	*	*	*	*	*	*
C20:1	*	*	*	*	*	*	*
C22:1	—	*	—	—	—	—	—
C16:2	*	*	—	—	—	—	—
C18:2 ω 6	*	*	*	*	*	*	*
C18:3 ω 6	—	—	*	—	—	—	—
C18:3 ω 3	*	*	*	*	*	*	*
C20:2	*	—	*	—	—	*	—
C20:3 ω 6	—	—	*	—	*	*	*
C20:4 ω 6	*	*	*	*	*	—	*
C20:5 ω 3	*	*	—	—	*	—	—
C22:5 ω 3	—	*	—	—	—	—	—
C22:6 ω 3	*	*	—	—	—	—	—

* indica los ácidos grasos identificados en cada tipo de carne analizada.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en el estudio.

4.2 Perfil de ácidos grasos por tipo de carne

A continuación se presenta el perfil de ácidos grasos promedio obtenido para cada tipo de carne analizada.

4.2.1 Jurel en Conserva. Para las muestras de Jurel en Conserva, se determinó una composición promedio en AGS, AGMI y AGPI de 65,49%, 33,23% y 1,28% respectivamente (ANEXO 7), además el contenido promedio de materia grasa (Método Soxhlet) por 100 g de carne fue de 12,53 g (ANEXO 8).

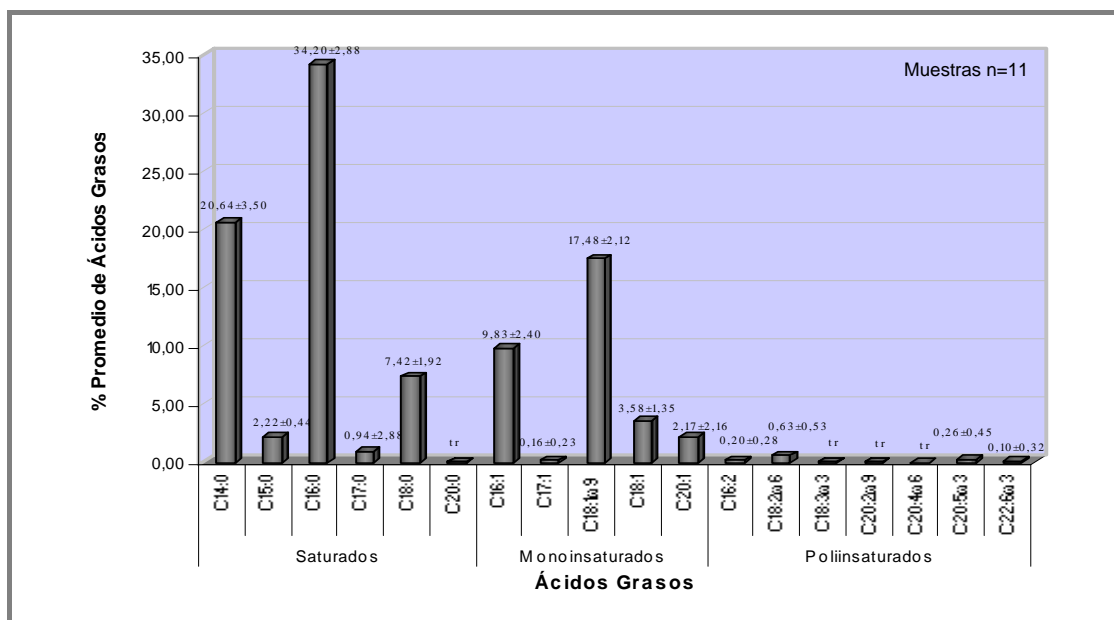


FIGURA 5 Composición promedio en ácidos grasos para Jurel en Conserva (como porcentaje de ésteres metílicos).⁵

En la FIGURA 5, se presenta el perfil de ácidos grasos promedio para Jurel en Conserva, en la cual se observa que en cuanto a los AGS el principal constituyente es el ácido palmítico (C16:0) con un 34,20%, seguido del ácido mirístico (C14:0) con un 20,64%, también presenta un porcentaje importante el ácido esteárico (C18:0) con un 7,42%.

Con respecto a los AGMI el ácido graso que se presenta en mayor porcentaje es el ácido oleico (C18:1 ω9) con un 17,48%, seguido por el ácido palmitoleico (C16:1) con un 9,83%.

En cuanto a los AGPI se presentan en baja proporción, destacándose el ácido eicosapentaenoico (C20:5 ω3) con solo un 0,26% y el ácido docosahexaenoico (C22:6 ω3) con un 0,1%, muy por debajo de lo que se esperaba encontrar en base a lo indicado en los estudios referidos al tema, como es el caso del estudio realizado por MASSON *et al.* (1985), donde se indica que con respecto al aceite de Jurel un 33,7% de AGS, en los que destaca el ácido palmítico y el esteárico con un 21,4% y 8,2%

⁵ Esta muestra es sometida a un proceso de cocción y esterilización, a diferencia de las otras carnes que se analizaron es su estado crudo.

respectivamente. En el mismo estudio para los AGMI cuantificaron un 22,7%, destacándose en estos el ácido oleico y el miristoleico con un 15,3% y 4,4% respectivamente, y para los AGPI cuantificaron un 43,2%, destacándose en estos el DHA (C22:6 ω -3) y el EPA (C20:5 ω -3) con un 25,1% y 9,4% respectivamente.

En tanto en QUIMICA INDUSTRIAL SPES (2001), se señala para Jurel un 17,55% del ácido graso DHA (C22:6 ω -3), y un 10,74% para el ácido graso EPA (C20:5 ω -3). Por su parte CASTRO *et al.* (2004), en Jurel crudo identificaron un 33,5% de AGS, un 23,5% de AGMI y un 43,02% de AGPI. Esta diferencia se puede deber a que CASTRO *et al.* (2004), realizaron su estudio en Jurel crudo en cambio en el presente estudio se utilizó Jurel en Conserva y una de las etapas del proceso de elaboración de la conserva de Jurel es el proceso de drenado donde se elimina el líquido de cocción arrastrando con ello parte de los lípidos del pescado.

4.2.2 Lomito de Merluza Reconstituido. Las 8 muestras analizadas arrojaron una composición promedio en AGS, AGMI y AGPI de 40,23%, 39,23% y 20,55% respectivamente (ANEXO 7), respecto al contenido de materia grasa promedio esta carne tiene 6,15 g por cada 100 g de carne (ANEXO 8).

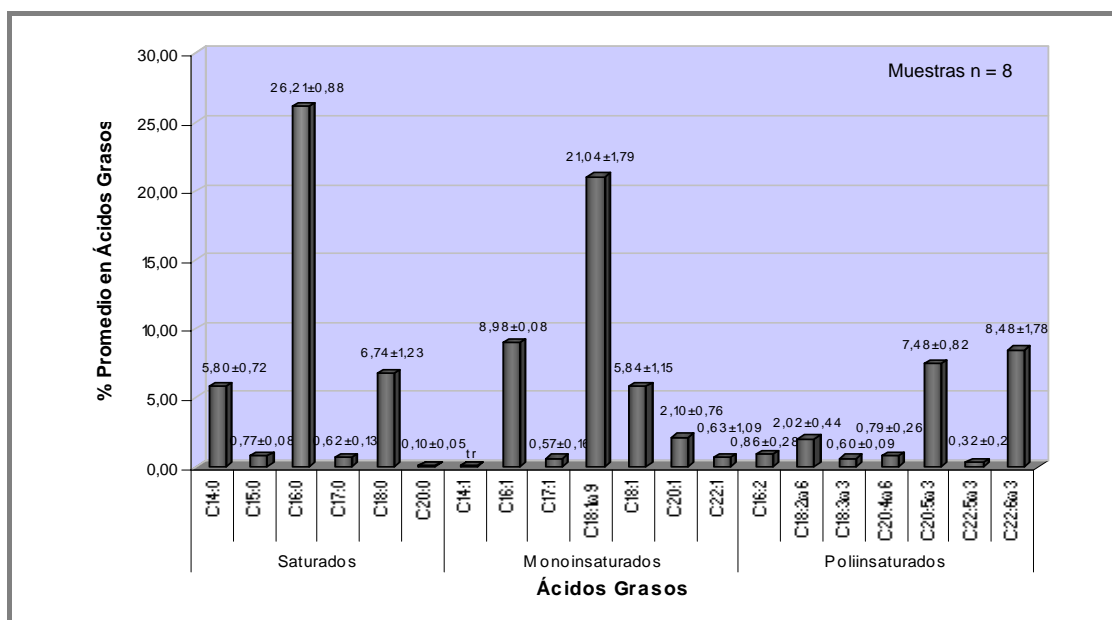


FIGURA 6 Composición promedio en ácidos grasos para Lomito de Merluza Reconstituido (como porcentaje de ésteres metílicos).

La FIGURA 6, presenta el perfil de ácidos grasos promedio en la cual se observa que en cuanto a los AGS el principal constituyente es el ácido palmítico (C16:0) con un 26,21%, seguido por el ácido esteárico (C18:0) con un 6,74% y el ácido mirístico (C14:0) con un 5,8%. Para los AGMI el ácido graso que se encuentra en mayor proporción es el ácido oleico (C18:1 ω 9) con un 21,04%, seguido por el ácido palmitoleico con un 8,98% y el ácido vaccénico (C18:1 ω 7) con un 5,84%. En cuanto a

los AGPI los ácidos grasos que se encuentran en mayor proporción son el ácido docosahexaenoico (C20:6 ω 3) con un 8,48% y el ácido eicosapentaenoico (C20:5 ω 3) con un 7,48%.

IZQUIERDO *et al.* (2000), en su estudio encontraron en Merluza un 51,7% de AGS, destacándose el ácido palmítico con un 47,5%. Un 29,5% de AGMI destacándose el ácido palmitoleico con un 17,6%, el ácido oleico con un 11,9% y un 18,6% de AGPI destacándose solamente el ácido eicosapentaenoico (C20:5 ω 3) con un 18,6%.

Cabe señalar que uno de los factores importantes en el análisis de los ácidos grasos es la naturaleza de la muestra, como es el caso de los resultados obtenidos por el autor anterior que analizó merluza sin mencionar si se trata de muestra cruda o sometida a algún tratamiento térmico y en ésta investigación se analizó una pulpa reconstituida, lo que contribuye a la diferencia entre una muestra y otra.

Sin embargo, los resultados coinciden en que el ácido graso que se encuentra en mayor proporción es el ácido palmítico con un 47,5% según IZQUIERDO *et al.* (2004) y un 26,1% en el caso de Lomito de Merluza Reconstituida. Para los AGMI se encontraron diferencia, siendo el ácido palmitoleico el que se encuentra en mayor proporción (29,5%) para Merluza y en el caso de Lomito de Merluza Reconstituida es el ácido oleico con un 21,04%.

4.2.3 Carne de Pollo. En las 9 muestras de carne de Pollo analizadas la composición promedio determinada en AGS, AGMI y AGPI fue de 30,61%, 37,69% y 31,70% respectivamente (ANEXO 7) y el contenido promedio materia de grasa por 100 g de carne fue 5,45 g (ANEXO 8).

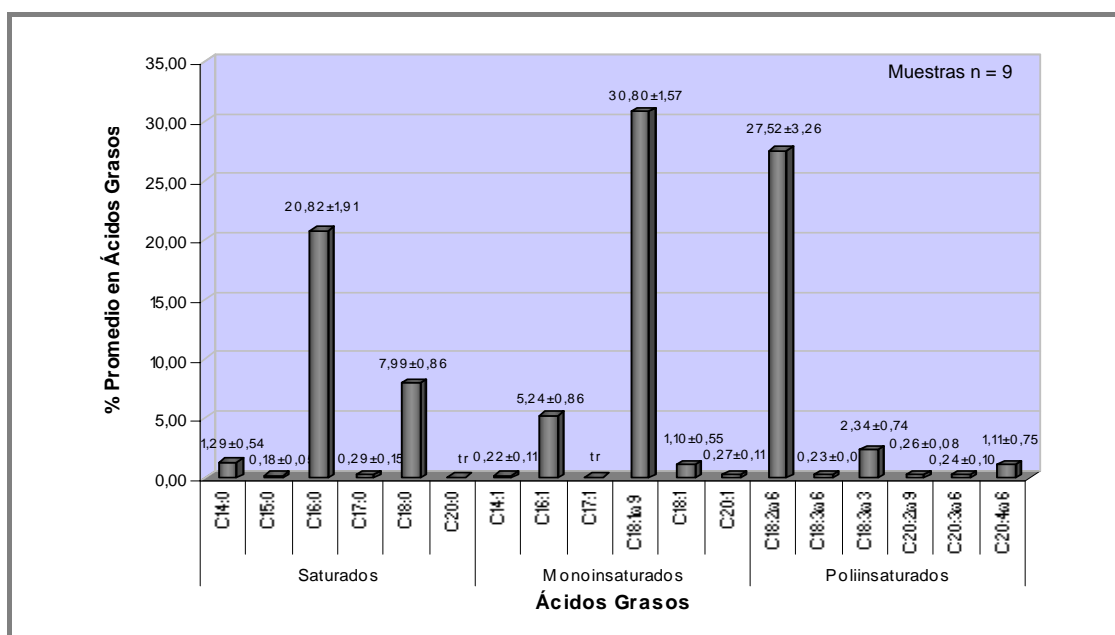


FIGURA 7 Composición promedio en ácidos grasos para carne de Pollo (como porcentaje de ésteres metílicos).

En la FIGURA 7, se observa que en cuanto a los ácidos grasos saturados el principal constituyente es el ácido palmítico con un 20,82% junto con el ácido esteárico con un 7,99%. En los ácidos grasos monoinsaturados los que se encuentran en mayor proporción son el ácido oleico y ácido palmitoleico con un 30,80% y 5,24% respectivamente. En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados el que se encuentra en mayor proporción es el ácido linoleico con un 27,52%.

Estos resultados se asemejan a los obtenidos por MASSON *et al.* (1985), que analizaron grasa de pollo con dieta de maíz y encontraron en cuanto a los AGS un 30,4%, destacando en estos el ácido palmítico con un 21,0% y el ácido esteárico con un 8,2%. De los AGMI encontraron 47,5%, en los que destacan el ácido oleico con un 40,5% y el palmitoleico con un 6,6%. En cuanto a los AGPI encontraron un 21,8%, destacándose el ácido linoleico con un 21,0%, este alto nivel podría estar asociado a la dieta.

Por su parte en QUÍMICA INDUSTRIAL SPES (2001), señalan para el ácido linoleico (C18:2 ω -6) un 25,29%.

4.2.4 Carne de Pavo. Las 4 muestras analizadas presentaron una composición promedio en AGS, AGMI y AGPI es 32,82%, 34,75% y 32,44% respectivamente (ANEXO 7) y el contenido promedio de materia grasa por 100 g de carne es 16,06 g (ANEXO 8).

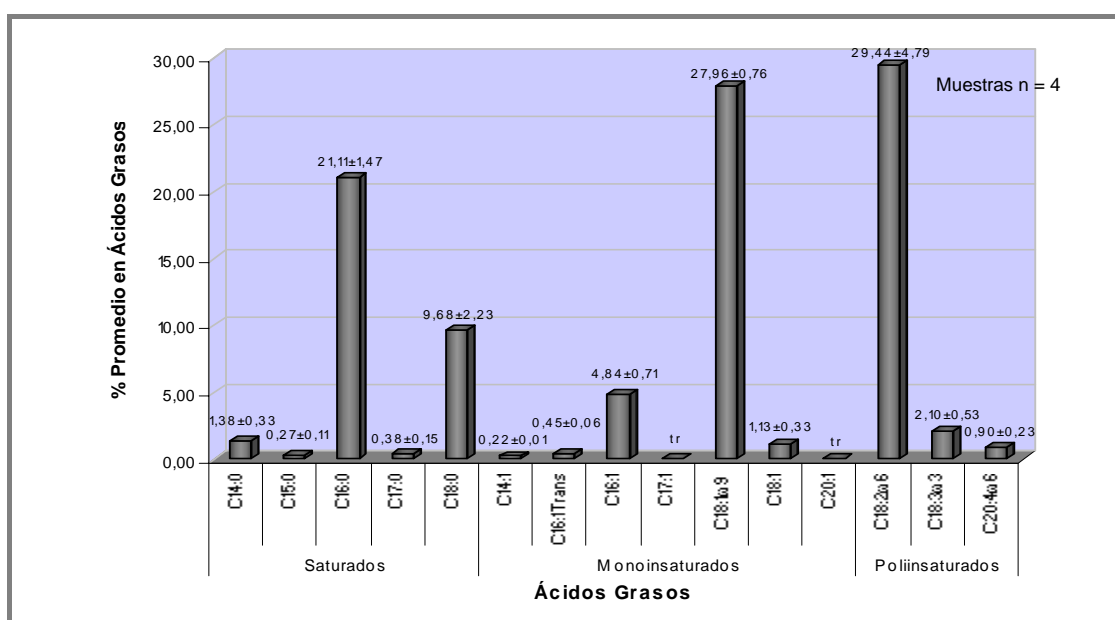


FIGURA 8 Composición promedio en ácidos grasos para carne de Pavo (como porcentaje de ésteres metílicos).

En la FIGURA 8, se presenta el perfil promedio de ácidos grasos para la carne de pavo, en la cual se observa que en cuanto a los AGS los que se encuentran en mayor proporción es el ácido palmítico (C16:0) con un 21,11% junto con el ácido esteárico

(C18:0) con un 9,68%. Respecto de los AGMI destacan el ácido oleico (C18:1 ω 9) con un 27,98% y el ácido palmitoleico (C16:1 ω 7) con un 4,84%. En cuanto a los AGPI el ácido graso que se encuentra en mayor proporción es el ácido linoleico (C18:2 ω 6) con un 29,44%.

Ya en 1929 BURR **et al.** documentaron la existencia del ácido linoleico como esencial, señalando que en ausencia de este nutriente se desarrollan síntomas que afectan la salud de la piel, retención de agua, fertilidad y crecimiento. Además este ácido graso es precursor del ácido araquidónico.

4.2.5 Carne de Vacuno molido. La composición promedio para las 12 muestras analizadas en AGS, AGMI y AGPI es de 46,66%, 49,10% y 4,23% respectivamente (ANEXO 7) y el contenido promedio de materia grasa por cada 100 g de carne es 13,13 g (ANEXO 8).

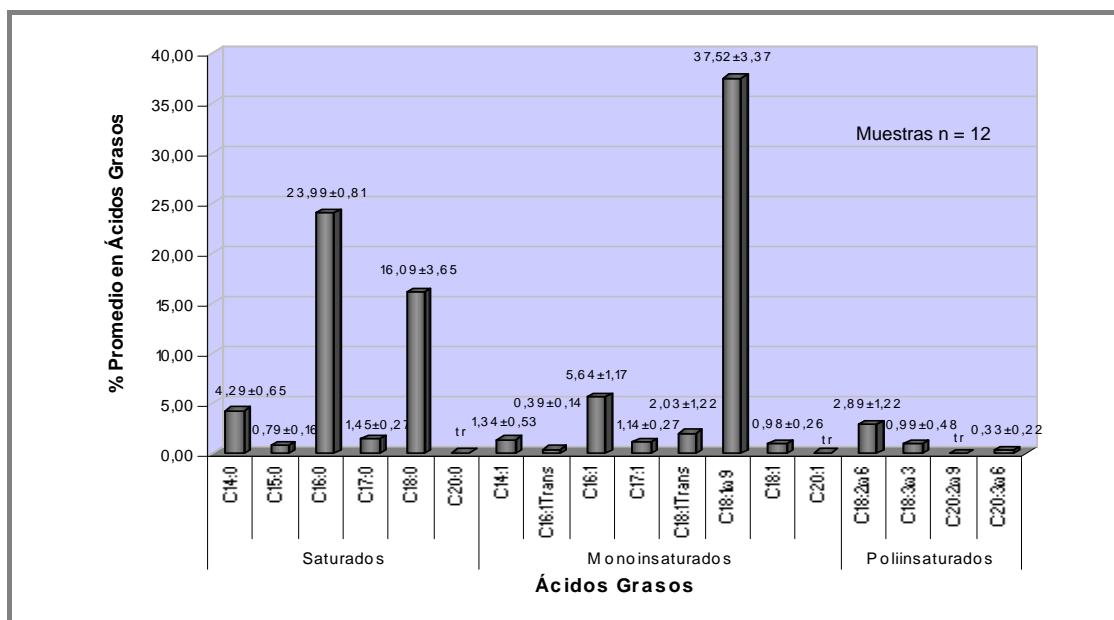


FIGURA 9 Composición promedio en ácidos grasos para carne de Vacuno Molido (como % de ésteres metílicos).

En la FIGURA 9, se presenta el perfil promedio en ácidos grasos y respecto a los AGS se encuentran en mayor porcentaje el ácido palmítico (C16:0) 23,99%, el ácido esteárico (C18:0) con un 16,9% y con solo un 4,29% el ácido mirístico (C14:0). En los AGMI destaca el ácido oleico (C18:1 ω 9) con un 37,52% y en mucha menor proporción el ácido palmitoleico (C16:1 ω 7) con un 5,64%. Referente a los AGPI destaca con solo un 2,89% el ácido linoleico (C18:2 ω 6).

Por su parte, también es importante señalar la presencia de ácidos grasos *trans*; el ácido palmiteláidico (C16:1 t-7) con un 0,39% y el ácido *trans*-vaccénico (C18:1 t-11) con un 2,03%. Los ácidos grasos *trans* de la carne de la carne de vacuno se forman de manera natural por la acción de bacterias anaerobias en el rúmen de los animales poli gástricos, en los vacunos el principal es el ácido *trans*-vaccénico que es producto

de la biohidrogenación del ácido linoleico (BEORLEGUÍ, 2004). BELLIDO *et al.* (2006), señalan para carne de vacuno un contenido promedio de ácidos grasos *trans* de 0,4 a 1,8 %.

GRIGUOL *et al.* (2007) indica que el consumo de ácidos grasos *trans* tiene efectos negativos sobre la salud, porque entre otras implicancias provocan disminución de las propiedades funcionales de los ácidos grasos esenciales, debido a que compiten con estos e inhiben la actividad de la enzima Δ -6 desaturasa.

Por otro lado el panel de científicos sobre productos dietéticos, nutrición y alergias, de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (AESA) luego de diversos estudios llegaron a la conclusión de que los efectos de los ácidos grasos *trans* sobre la salud cardiovascular son tan negativos como los de los ácidos grasos saturados (AESA, 2004).

4.2.6 Carne de Vacuno en Cubo. Para la carne de Vacuno en Cubo se analizaron 12 muestras cuya composición promedio en AGS, AGMI y AGPI es 49,32%, 45,31% y 5,36% respectivamente (ANEXO 7), además el contenido promedio de grasa por cada 100 g de carne es 11,35 g (ANEXO 8).

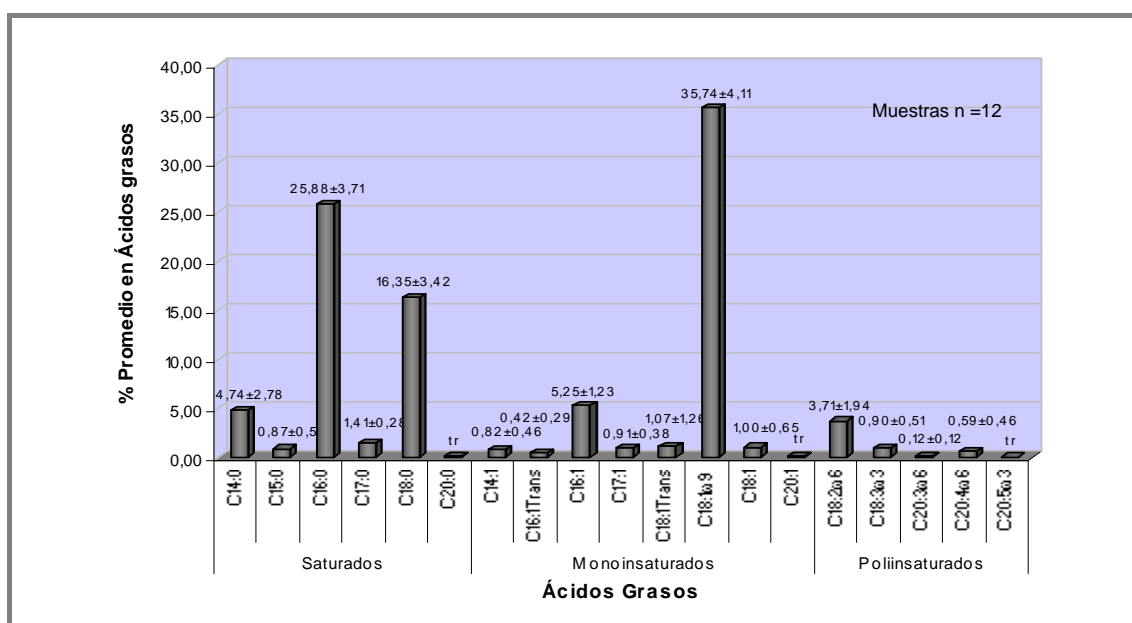


FIGURA 10 Composición promedio en ácidos grasos para carne de Vacuno en Cubo (como porcentaje de ésteres metílicos).

En la FIGURA 10, se presenta el perfil promedio de ácidos grasos y en cuanto a los AGS los que se encuentran en mayor proporción son el ácido palmítico (C16:0) con un 25,88% y el ácido esteárico (C18:0) con un 16,35%. Respecto a los AGMI destaca el ácido oleico (C18:1 ω 9) con un 35,74% y el ácido palmitoleico (C16:1 ω 7) con un

5,25%. En los AGPI destaca solamente con un bajo porcentaje el ácido linoleico (C18:2 ω 6) con un 3,71%.

También se detectaron ácidos grasos *trans*, encontrándose un 0,42% del ácido palmiteláidico (C16:1 t-7) y un 1,07% del ácido *trans*-Vaccénico (C18:1 t-11).

Estos resultados coinciden con lo reportado por MASSON *et al.* (1985) en la grasa de Vacuno, los que encontraron un 53,7% de AGS, un 41,6% de AGMI y 4,2% de AGPI. En los AGS destaca el ácido palmítico con un 25,1% y el ácido esteárico con un 22,6%, para los AGMI el principal es el ácido oleico con un 36,8%. En los AGPI destaca el ácido linoleico con un 4,2%, al igual que lo indicado en QUIMICA INDUSTRIAL SPES (2001), que señala para los AGPI solamente el ácido linoleico con un 4,2%.

Por su parte, SOUCI *et al.*, (1998), indica para carne de vacuno respecto a los AGS un 46,28% (ácido palmítico: 31,22% y ácido esteárico: 15,06%), AGMI un 48,65% que corresponde al ácido oleico y en cuanto a los AGPI un 5,07% (ácido linoleico: 2,38%, ácido linolénico: 1,58% y el ácido araquidónico: 1,10%).

4.2.7 Carne Posta de Vacuno. Para la carne Posta de Vacuno se analizaron 4 muestras cuya composición promedio en AGS, AGMI y AGPI 50,48%, 43,42% y 6,10% respectivamente (ANEXO 7) y el contenido promedio de materia grasa por cada 100 g de carne es 10,29 g (ANEXO 8).

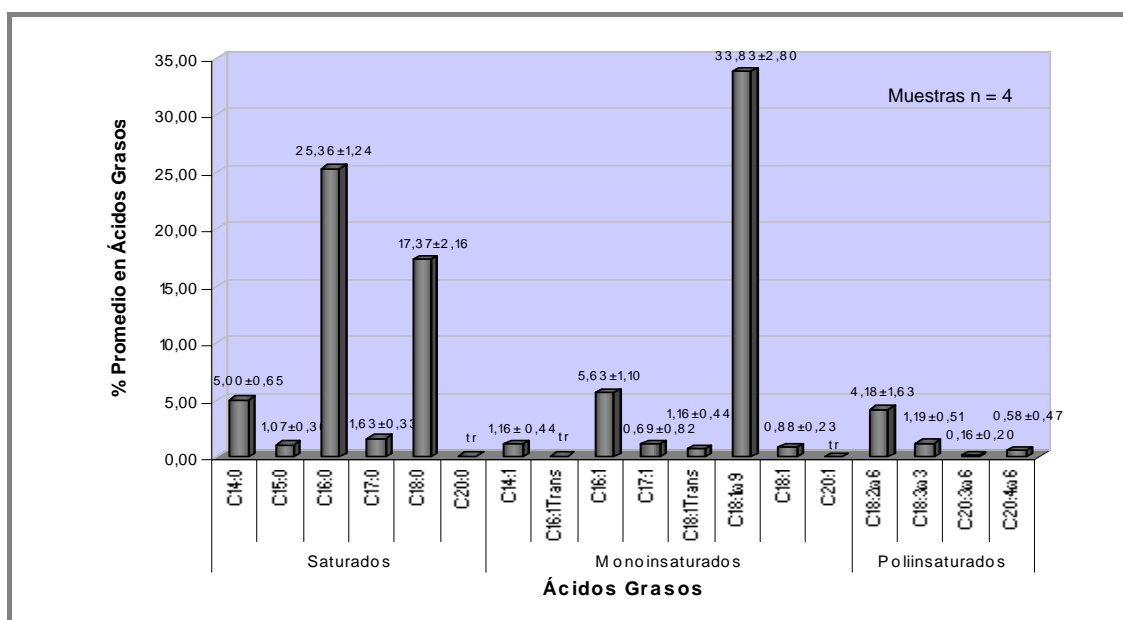


FIGURA 11 Composición promedio en ácidos grasos para Posta de Vacuno (como % de ésteres metílicos).

En la FIGURA 11, se presenta el perfil promedio de ácidos grasos, respecto a los AGS los que se encuentran en mayor proporción son el ácido palmítico (C16:0) con un 25,36%, el ácido esteárico (C18:0) con un 17,37% y el ácido mirístico (C14:0) con solo un 5,00%. Respecto a los AGMI destaca el ácido oleico (C18:1 ω 9) con un 33,83% y en mucho menor proporción el ácido palmitoleico (C16:1 ω 7) con solo un 5,63%. En los AGPI destaca el ácido linoleico (C18:2 ω 6) con un 4,18%.

Respecto a los ácidos grasos *trans* esta carne presenta menos porcentaje que la carne de Vacuno molido y el Vacuno en cubo, determinándose para el ácido palmiteláidico (C16:1 t-7) niveles trazas y del ácido *trans*-vaccénico (C18:1 t-11) un 0,69%. Esta diferencia entre un tipo de carne y otra aún siendo de la misma especie se puede deber a la naturaleza de la muestras (carne molida, en cubo y posta), respecto a los anterior WOLFF (1995), señala que la mayor cantidad de ácidos grasos *trans*, principalmente el ácido *trans*-vaccénico se encuentran el tejido adiposo y en menor proporción en el músculo. El fenómeno anterior se explicaría porque los músculos contienen fosfolípidos en mayor proporción que el tejido adiposo, y el ácido C18:1_{t-11} es menor en los fosfolípidos que en los triacilgliceroles, por lo que los lípidos totales del músculo tienen menor contenido de éste isómero que en el tejido adiposo (WOLFF et al. (1998).

4.2.8 Proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentes las carnes analizadas. En la siguiente figura se muestran las proporciones de los AGS-AGMI-AGPI obtenidas en el estudio.

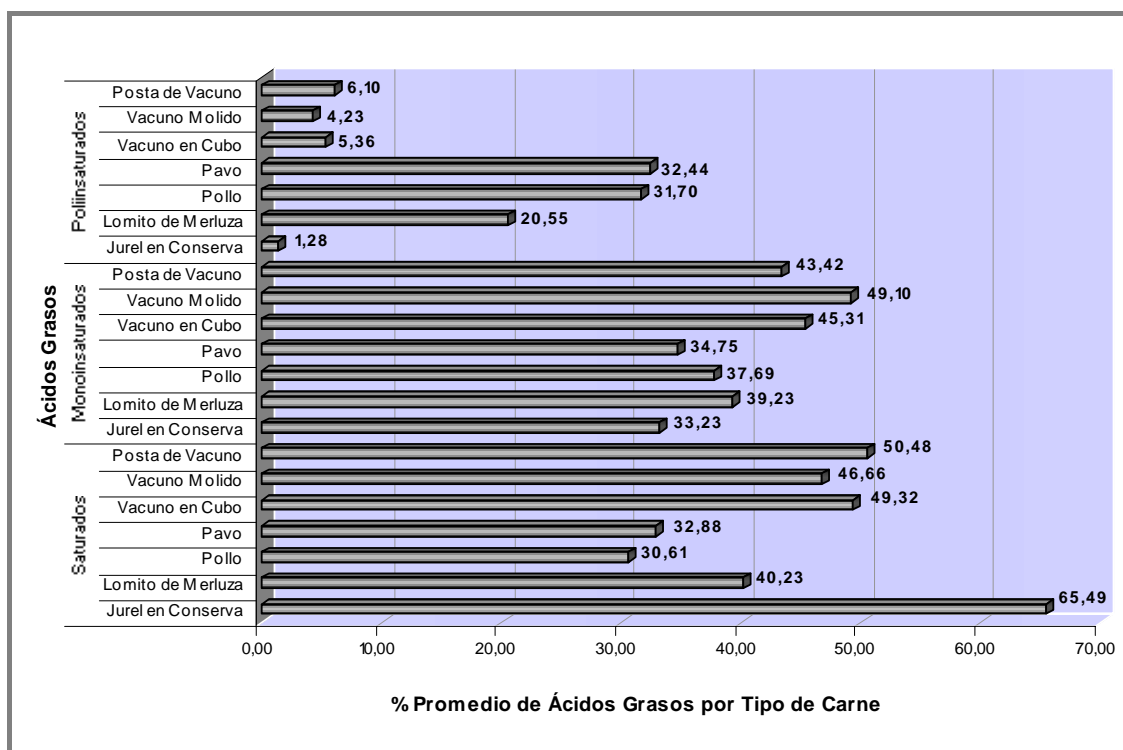


FIGURA 12 Proporción de AGS, AGMI y AGPI para las carnes analizadas (como porcentaje de ésteres metílicos).

De acuerdo a los resultados que se muestran en la FIGURA 12, las carnes que se encuentran cercanas al equilibrio recomendado por RUZ *et al.* (1996) de 1:1:1 entre los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, son el Pavo y el Pollo. El resto de las carnes no cumplen con ésta recomendación, resaltando el alto porcentaje de AGS que presenta el Jurel en Conserva (65,49%) y el de las carnes de Vacuno, Posta de Vacuno (50,48%), Vacuno en Cubo (49,32%) y Vacuno Molido (46,66%), según FAO (1994), la carne de vacuno tiene un 52,3% de AGS. También es importante señalar las muestras con menos contenido de AGS y corresponden a las carnes de Pollo y Pavo con un 30,61% y 32,88% respectivamente.

Referente a los AGMI, el estudio arrojó que las carnes que presentan mayor contenido son las de vacuno; Vacuno Molido, Vacuno en Cubo y Posta de Vacuno con un 49,10%, 45,31% y 43,42% respectivamente, por su parte, FAO (1994), indica en cuanto a AGMI para carne de vacuno un 40,7%. CARNOVALE *et al.* (2000), en su estudio encontró en carne de vacuno magra AGS 35,42%, AGMI 35,49% y AGPI 23,02%. Para carne de pollo, la FAO (1994) indica un promedio de 32,9% de AGMI y en carne de Pavo un 27,6%.

En cuanto a los AGPI las carnes que presentan mayor contenido son las de Pavo y Pollo con un 32,44% y 31,70% respectivamente, pero cabe señalar que el principal ácido graso en estos dos tipos de carne es el ácido linoleico (C18:2 ω 6) con un 29,44% y un 27,5% en Pavo y Pollo respectivamente, la presencia de este ácido graso en mayor proporción podría estar directamente relacionado al tipo de dieta de estas aves (a base de maíz). El otro tipo de carne que también tiene un porcentaje importante de AGPI es el Lomito de Merluza Reconstituido con un 20,55%, en este tipo de carne es destacable que los AGPI que se encuentran son el EPA (C20:5 ω 3) con un 7,48% y el DHA (C22:6 ω 3) con 8,48%, considerados ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (> a C18); respecto a estos ácidos grasos diversos estudios han demostrado su importancia para la salud.

La carne Conserva de Jurel es la que presenta menor contenido de AGPI con tan solo un promedio de 1,28%, lo cual se podría deber a la oxidación, exudado y lipólisis por calentamiento que sufren las grasas en el proceso de cocción, generando ácidos grasos que posteriormente son arrastrados durante el proceso de drenado del producto, además se debe considerar la desnaturalización que podrían sufrir luego en el proceso de esterilizado.

4.3 Comparación de ácidos grasos

A continuación se presenta una comparación entre los tipos de carne para las variables AGS, AGMI y AGPI.

4.3.1 Ácidos Grasos Saturados. El Análisis estadístico que se presenta en el CUADRO 8, demuestra que para la variable AGS no existe diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95% entre el tipo de carne de Pollo y Pavo, por su parte tampoco existe diferencia estadísticamente significativa entre el Lomito de Merluza Reconstituido y el Pavo pero sí entre Lomito de Merluza Reconstituido y Pollo. Los tipos de muestra Vacuno Molido, Vacuno en Cubo, Posta de Vacuno y Jurel en Conserva son estadísticamente diferentes a un nivel de confianza del 95%.

CUADRO 8 Test de Tukey para la variable AGS.

Muestra	Cantidad	Media	Grupos homogéneos
Pollo	9	30,6133	a
Pavo	4	32,8175	ab
Lomito de Merluza Reconstituido	8	39,4863	b
Vacuno Molido	12	46,6650	c
Vacuno en Cubo	12	49,3242	d
Posta de Vacuno	4	50,4775	e
Jurel en Conserva	11	65,4882	f

Letras diferentes indica diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) según Test de Tukey.

4.3.2 Ácidos Grasos Monoinsaturados. El análisis estadístico para la variable AGMI mostrado en el CUADRO 9, indica que no existe diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza del 95% entre el Jurel en Conserva, el Pavo, entre el Pavo y Pollo, sin embargo se observa diferencia entre la carne de Jurel en Conserva y el Pollo.

CUADRO 9 Test de Tukey para la variable AGMI.

Muestra	Cantidad	Media	Grupos homogéneos
Jurel en Conserva	11	33,2282	a
Pavo	4	34,7450	ab
Pollo	9	37,6889	bc
Lomito de Merluza Reconstituido	8	40,1075	cd
Posta de Vacuno	4	43,4225	cde
Vacuno en Cubo	12	45,3125	ef
Vacuno Molido	12	49,1017	g

Letras diferentes indica diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) según Test de Tukey.

Entre el Jurel en Conserva y el Lomito de Merluza Reconstituido si existe diferencia, por otra parte no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el Lomito de Merluza Reconstituido, la Posta de Vacuno y el Vacuno en Cubo. Si se encontró diferencia estadísticamente significativa entre el Lomito de Merluza y el Vacuno Molido.

Entre las muestras de carne de vacuno no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la Posta y el Vacuno en Cubo, pero ambas son diferentes al Vacuno Molido, esta diferencia se debería a que en esta última la grasa era visiblemente notoria.

4.3.3 Ácidos Grasos Poliinsaturados. Para la variable AGPI el Gráfico de Cajas y Bigotes que se muestra en la FIGURA 13, indica que la carne Jurel en Conserva y Lomito de Merluza Reconstituido son estadísticamente diferente entre ellas y a los demás tipos de carne analizada. A su vez no existe diferencia estadísticamente significativa respecto a la variable analizada entre las carnes de vacuno (Posta de vacuno, Vacuno en Cubo y Vacuno Molido); lo mismo ocurre entre las carne de Pavo y Pollo.

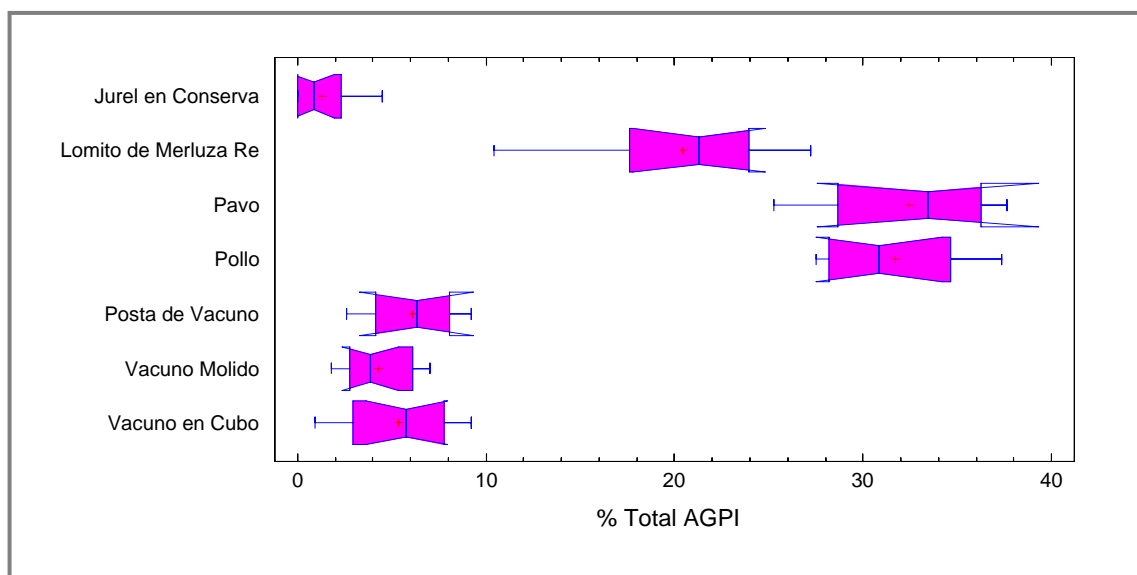


FIGURA 13 Gráfico de Cajas y Bigotes para ácidos grasos poliinsaturados.

4.4 Contenido en Ácidos Grasos Omega 6 y Omega 3

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (1993), recomienda una relación en la dieta diaria de ácidos grasos omega 6 y omega 3 de entre 3:1 a 4:1.

CUADRO 10 Contenido de ácidos grasos ω -6 y ω -3 de las carnes analizadas.

Tipo de Carne	ω -6 (%)	ω -3 (%)
Jurel en Conserva	0,65	0,39
Lomito de Merluza reconstituido	2,81	16,87
Pollo	29,10	2,34
Vacuno en Cubo	4,43	0,94
Vacuno Molido	3,23	-
Posta de Vacuno	4,92	1,07
Pavo	30,34	2,10

El CUADRO 10 muestra claramente que el único tipo de carne que aporta un nivel alto de ácidos grasos ω -3 es el Lomito de Merluza Reconstituido (16,87%), en cambio el otro pescado analizado, Jurel en Conserva contiene un bajo nivel de ácidos grasos tanto en ω -3 como en ω -6 (0,39% y 0,65%). Respecto al aporte de ácidos grasos ω -6 tanto el Pollo como el Pavo aportan contenidos interesantes de ácidos grasos ω -6 con un 29,10% y 30,34% respectivamente.

La mayor proporción de ácidos grasos ω -3 es importante, de acuerdo a los estudios que indican que estos ácidos grasos reducen los niveles de triglicéridos y colesterol plasmático (NAVARRO, 1991). Además por el efecto antitrombótico del ácido eicosapentaenoico (EPA), por estas razones se recomienda su consumo

especialmente en personas con compromiso cardiovascular (VALENZUELA *et al.* 1994).

FERNANDEZ *et al.* (2007), señalan que los ácidos grasos poliinsaturados de la serie ω -3 son conocidos por su capacidad de prevenir las enfermedades coronarias a través de diferentes acciones: son antiarrítmicos, poseen propiedades antiinflamatorias, inhiben la síntesis de citocinas y mitógenos, son antitrombóticos, tienen propiedades hipolipemiantes e inhibe la aterosclerosis.

La Organización Mundial de la Salud (1995), en su informe sobre grasas y aceites en la nutrición humana ha recomendado una relación ω -6/ ω -3 en la dieta de 5-10/1 como aconsejable para prevenir cuadros de aterosclerosis y riesgo cardiovascular.

Por su parte SIMOPOULOS (2000), señala que hasta esa fecha no existen datos suficientes para determinar el consumo óptimo de ácidos grasos ω -3 y ω -6, sin embargo, se pueden dar ciertas recomendaciones: para adultos con una dieta de 2000 kcal se sugieren los siguientes consumos en g/día; ácido linoleico (4,4), linolénico (6,67), DHA+EPA (0,65). Durante los estados fisiológicos de embarazo y lactancia la mujer debe ingerir al menos 300 mg de DHA/día.

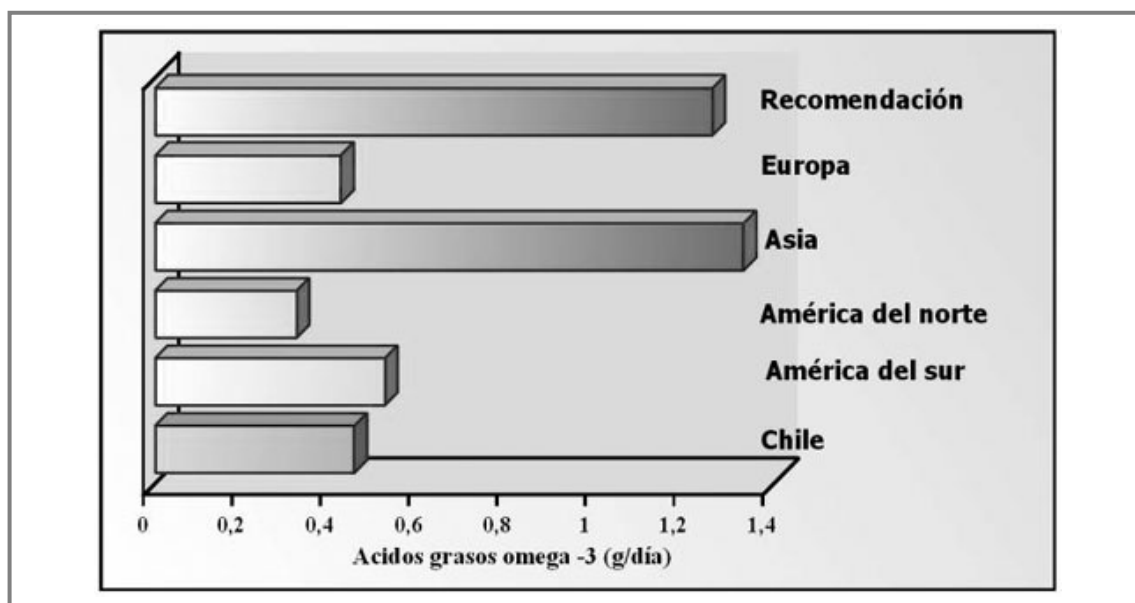


FIGURA 14 Consumo de ácidos grasos ω -3 en la población mundial y en Chile.
FUENTE: FAO Food and Nutrition (1994).

De acuerdo a la información que se presenta en la FIGURA 14, respecto al consumo de ácidos grasos omega 3, Chile tiene un consumo aproximado de 0,45 g/día lo que esta lejos de la recomendación de la FAO/OMS que es de 1,2 g/día.

En el informe sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas La Organización para la Agricultura y Alimentación y la Organización Mundial de la Salud

(2003), recomiendan una ingesta de grasas saturadas menor al 10% y de grasa monoinsaturada del 15 al 20% de la energía total. Además indica que los ácidos grasos poliinsaturados totales han de representar un 6-10% y los ácidos grasos ω -3 en particular un 1-2% de la energía total.

SALFATE (2006) en su estudio, donde se analizaron las minutas tanto de desayunos, almuerzos y onces entregadas por la JUNAEB a lo beneficiarios del programa PAE, señala una proporción media de ω -6: ω -3 de 1,027:1, lo cual no se acerca a las recomendaciones de 4:1 de la OMS (1993). En cuanto a los ácidos graso EPA y DHA el mismo autor indica que en los desayunos no se alcanza el nivel medio recomendado, en cambio en los almuerzos se supera encontrándose un nivel medio de 1,139 g superando la recomendación diaria de 1,0 g. De acuerdo a estudios anteriores realizados por la JUNAEB y para cumplir con las recomendaciones internacionales se ha concluido que deben ser en base a una combinación de alimentos y deben ser proporcionados principalmente en los almuerzos, siendo las minutas que incluyen carne de ave, vacuno, pescados y mariscos en sus preparaciones de guisos.

5. CONCLUSIONES

- Se acepta la hipótesis, porque existe diferencia entre los tipos de carne en cuanto a la composición de ácidos grasos.
- Para el Jurel en Conserva se encontró un alto nivel de ácidos grasos saturados (65,49%). Respecto a los ácidos grasos de la familia omega 3; EPA y DHA en esta carne se detecta un 0,26% y 0,1% respectivamente, muy por debajo a lo indicado en literatura (9,4% EPA y 25,1% de DHA), pero es importante señalar que los estudios referenciales son trabajados sobre muestras en crudo a diferencia de este estudio que fue realizado en una muestra procesada.
- En Lomito de Merluza Reconstituido (pescado crudo) los ácidos grasos que se encontraron en mayor porcentaje fueron el palmítico y oleico con un 26,21% y 21,04% respectivamente. Además se encuentran en porcentajes importante EPA y DHA con un 7,48% y 8,48% respectivamente.
- En carne de Pollo y Pavo (carne cruda) se destaca el alto nivel del ácido linoleico de la familia omega 6, con un 27,52 % y 29,44% respectivamente.
- Para la carne de Vacuno (carne cruda en cubo, molida y posta) la suma de los ácidos grasos saturados, palmítico y esteárico, se encuentra en un nivel mayor al 40%.
- El aporte más importante de ácidos grasos ω -3 está dado por el Lomito de Merluza Reconstituido (16,87%) y el mayor aporte de ácidos grasos ω -6 corresponde a las carnes de Pollo (29,10%) y de Pavo (30,34%).

5.1 Recomendaciones derivadas de éste trabajo de tesis

- Respecto al Jurel en Conserva se sugiere reemplazarlo por su similar en fresco, por el bajo contenido de ácidos grasos omega 3 en la conserva.
- Se sugiere elaborar tablas de composición de alimentos procesados para que sean tomados como referencias en estudios de dietas.

6. RESUMEN

En el presente estudio se identificó y analizó el perfil de ácidos grasos para las carnes proporcionadas por la JUNAEB a los beneficiarios del programa de alimentación PAE. Las carnes analizadas fueron Jurel en Conserva, Lomito de Merluza Reconstituido, Pavo, Pollo, Vacuno en Cubo, Molido y Posta.

La metodología utilizada fue Cromatografía de Gases Acoplada a Espectrometría de Masas (GC/MS). Con esta metodología se lograron identificar 34 ácidos grasos de los cuales 25 fueron identificados en las carnes analizadas.

Se analizaron en total 60 muestras; 12 de Jurel en Conserva, 8 para Lomito de Merluza Reconstituido, 9 para la carne de Pollo, 4 para carne de Pavo, 12 para carne de Vacuno en cubo, 12 para carne de Vacuno Molida y 4 para Posta de Vacuno.

Los resultados indican que la carne de Jurel en Conserva es la que tiene un mayor contenido de ácidos grasos saturados (AGS), seguido por las carnes de Vacuno. Las carnes de Vacuno son las que tienen un mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), seguido por el Lomito de Merluza Reconstituido. En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) las carnes que los presentan en mayor proporción son las de Pavo, Pollo y Lomito de Merluza Reconstituido.

Referente a la proporción de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados la carne de Pavo y Pollo son las que se encuentran cercanas a la proporción recomendada en diferentes estudios de 1:1:1.

En relación al contenido de ácidos grasos ω -3 encontrados en cada una de las carnes destaca claramente el lomito de merluza con un valor de 16.87 %, en cambio el jurel en conserva presenta un bajo valor. Respecto al contenido de ácidos grasos ω -6 solamente las carnes de pollo y pavo poseen valores suficientemente altos como para realizar un aporte significativo. Por lo tanto estas carnes pueden realizar adecuadamente el aporte de ω -3 y ω -6 a la dieta para alcanzar la relación recomendada de ω -6/ ω -3 de 4:1.

En cuanto al aporte de EPA y DHA en la carne de Lomito de Merluza Reconstituido se encuentran en un porcentaje importante, en cambio en la carne de Jurel en Conserva se presentan en bajo porcentaje, contrario a lo que se señala en literatura, lo que podría explicarse por un efecto del procesamiento del producto.

SUMMARY

In this study, the fatty acids profiles were identified on meats used in meals distributed by JUNAEB-Chile by the Scholar Food National Program (PAE). The analyzed meats were canned Jack Mackerel, reconstituted Hake pulp, Turkey, Chicken and diced, minced and sliced beefs.

The utilized methodology was Gas Chromatography coupled with Mass Spectrometry (GS/MS). This method is able to identify 34 fatty acids and 25 of them were identified in the analyzed meats.

A total of 60 samples were analyzed: 12 of canned Jack Mackerel, 8 of reconstituted Hake pulp, 9 of Chicken, 4 of Turkey, 12 of diced beef, 12 of minced beef and 4 of sliced beef.

The results indicate that the canned Jack Mackerel had the higher content of saturated fatty acids (SFA), followed by beef. All the beefs samples had the higher content of monounsaturated fatty acids (MUFA), followed by reconstituted Hake pulp. As for Turkey, Chicken and reconstituted Hake pulp, had the highest content of polyunsaturated fatty acids (PUFA).

In respect to the proportion between saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, meats of Turkey and Chicken showed the closest proximity to the recommended relation 1:1:1 proposed by different studies.

In respect to the w-3 fatty acids found in the meats, the reconstituted Hake pulp showed an outstanding 16.87 %, however in the conserved Jack Mackerel a very low value. For w-6 fatty acids only chicken and turkey meats showed high values of these components. These 3 kind of meats can contribute importantly to the recommended 4:1 proportion between w-6/w-3 for the scholar food diets.

As for both EPA and DHA a high percentage can be found in reconstituted Hake pulp, however a low content is found in conserved Jack Mackerel, contrary to what is found in the literature for the fresh fish, which can be explained as an effect of the high heating process.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ADRIAN, J. y FRANGNE, R. 1999. La ciencia de los alimentos de la A a la Z. Editorial Acribia, Zaragoza. España, 330 p.
- AUTORIDAD EUROPEA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA (AESA). 2004. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on Trans fatty acids in foods and the effect on human health of the consumption of *trans* fatty acids.
<www.efsa.eu.int> (23 mar. 2008).
- BADUI, S. 1999. Química de los alimentos. Addison Wesley Longman de México. México D.F., México. 300 p.
- BARRETO, J., SANTANA, S., MARTÍNEZ, C., ESPINOSA, B., ZAMORA, R., y GONZALEZ, M. 2003. Alimentación, nutrición y metabolismo en el proceso salud-enfermedad. Acta médica. 11 (1): 26-37.
- BELITZ, G. 1997. Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1087 p.
- BELLIDO, D., y DE LUIS, D. 2006. Manual de nutrición y metabolismo. Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Ediciones Díaz de Santos. España. 625 p.
- BRENNER, R., y PELUFFO, R. 1969. Regulation of unsaturated fatty acid biosynthesis. Effect of unsaturated fatty acid of 18 carbons on the microsomal desaturation of linoleic acid into gamma-linolenic acid. Biochimica et Biophysica Acta. 176 (3): 471-479.
- BURR, G., y BURR M. 1929. A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. J Biol Chem. 82: 345-346.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN). 2000. Norma Chilena 2550c. Grasas y aceites animales y vegetales – Análisis de ésteres metílicos de ácidos grasos por cromatografía de gases. Copyright, Santiago, Chile. 16 p.
- CHILE. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH). 2003. Protocolo de muestreo para el convenio JUANEB. Dirección de Asuntos Estudiantiles. Valdivia, Chile. 73 p.
- CHILE. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH). 2002a. Procedimiento para determinar la humedad de diversos alimentos administrados por JUNAEB. Laboratorio de Fitoquímica. Valdivia, Chile. P29: 4 p.

- CHILE. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH). 2002b. Procedimiento para determinar lípidos por soxhlet, en muestras de ración servida, administrado por JUNAEB. Laboratorio de Fitoquímica. Valdivia, Chile. P32: 4 p.
- CARNOVALE, E. y NICOLI, S. 2000. Changes in fatty acid compositions in beef in Italy. *Journal And Food Compositions and Analysis*. 13: 505-510.
- CASTRO, M., OJEDA, A., SILENCIO, J., CASSIS, L., LEDESMA, H., y PÉREZ, F. 2004. Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutracéuticos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 54(3): 134-140.
- DE BLAS, C. 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico conjugado. XX Curso de Especialización FEDNA. 22 p.
<http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/04CAP_5.pdf> (30 abr. 2008).
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, y WORLD HEALTH ORGANIZATION. FAO/WHO. 2003. Prevention of cronic diaseases. Technical Report. Ginebra. 916 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION, y WORLD HEALTH ORGANIZATION. FAO/WHO. 1995. Fast and oils in human nutrition: report of a joint expert Consultation. 57. 1-147.
- FEDRIGO, M., PIVATO, D., y TRALDI, P. 1999. Quanlitative and quantitative analysis of lipid extracts from rabbit meat by Chromatography/Mass Spectrometry. *Rapid Communications in Mass Specrometry*. 13, 2216 – 2222.
- FENNEMA, O. 1985. Introducción a la ciencia de los alimentos. Editorial Reverté. Barcelona, España. 445 p.
- FENNEMA, O. 2000. Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1258 p.
- FERNANDEZ I., PALLARO A., y SLOBODIANIK N. 2007. Estudio comparativo entre dos fuentes alimentarias aportadoras de ácidos grasos n-3 y su efecto sobre el timo y el perfil lipídico de ratas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 57 (2): 146-154.
- FRANKIE, R. 2001. The nutritional contribution of meat to the british diet: recent trends and analyses. *Nutrition Bulletin*. 26. 283-293.
- GRIGUOL, V. CAMACHO, L., y VICARIO, I. 2007. Revisión de los ácidos *trans* encontrados en diferentes tipos de alimentos. *Grasas y Aceites*. 58 (1). 87-98.
- HERNÁNDEZ, M. y SASTRE, A. 1999. Tratado de nutrición. Editorial Díaz de Santos, España. 1476 p.

- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). 1997. Compendium of Analytical Nomenclature. <http://www.iupac.org/publications/analytical_compendium/> (12 jul. 2006).
- IZQUIERDO, P., TORRES, G., BARBOZA, Y., MÁRQUEZ, E., y ALLARA, M. 2000. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 50 (2): 187 – 194.
- LATHAM, M. 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. FAO, Roma, Italia. 531 p.
- LAWSON, H. 1999. Aceites y grasas alimentarios. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 333 p.
- LEPAGE, G. y ROY, G. 1984. Improved recovery of fatty acids through direct transesterification without prior extraction or purification. Journal of Lipid Research. 25: 1391-1936.
- MASSON, L. y MELLA, M. 1985. Materia grasa de consumo habitual y potencial en Chile. Composición de los ácidos grasos. Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 31 p.
- MASSON, L. 1974. Cromatografía. Apuntes de clases. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 12 p.
- MATTER, L. (1997). Food and environmental análisis by capillary gas chromatography. Germany. Hüthing. 178p.
- NAVARRO, M. 1991. Valor Nutritivo del Pescado. Pescado Fresco. Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 31 (1): 330-342.
- PALMA, H. y CRISTI, E. 1994. Composición ácido graso de larvas intracapsulares maduras cultivadas y naturales, y adultos de *Concholepas concholepas* (Bruguère, 1789). Medio ambiente. 12 (1): 76 – 81
- POTTER, N. Y HOTCHKISS, J. 1999. Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 667 p.
- QUATTROCCHI, O., ABELAIRA, S. y LABA, R. 1992. Introducción a la HPLC. Buenos Aires. Argentina. Artes Gráficas Farro S.A. 407 p.
- REPUBLICA DE CHILE, MINISTERIO DE SALUD. 2006. Reglamento sanitario de los alimentos. 164 p.
- RUBINSON, K. y RUBINSON J. 2001. Análisis instrumental. Madrid. España. Pearson Education S.A. 847p.

- RUZ, M., ARAYA, H., ATALA, E. y SOTO, D. 1996. Nutrición y salud, Departamento de nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 454 p.
- SALFATE, T. 2006. Ácidos grasos omega 3 y omega 6 en las raciones alimenticias del programa de alimentación escolar de la JUNAEB. Tesis Lic. Cs. Alim. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 116 p.
- SASTRY, P. 1985. Lipids of nervous tissue: composition and metabolism. *Progress in Lipid Research*. 24: 69-176.
- SENER, F., SELRUZ, H. y MÜNCHEN, G. 1999. Tablas de composición de los alimentos, El pequeño "Souci – Farchmann – Kraut". Editorial Acribia. Zaragoza, España. 430 p.
- SIMOPOULOS, AP. 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n-2 pufa. *Poultry Science*, 79: 961-970.
- SHARAPIN, N. 2000. Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Santa Fé de Bogotá. Colombia. 247 p.
- SPECTOR, A. 1999. Essentiality of fatty acids. *Lipids*. 34: 1-3.
- STAMBUK, J. 1970. Manual práctico de cromatografía de gases. Perkin-Elmer Corporation. Norwalk. Estados Unidos. 40p.
- TAGLE, M. 1980. Nutrición. Editorial Andrés Bello, Santiago. 231 p.
- VALENZUELA, A., MANZINI, J., TOUSSANINT, G., UAUY, R. y PINEDA, J. 1999a. Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Departamento de Nutrición y Salud Humana. División de vitaminas Roche México. Nº1. 8 p.
- VALENZUELA, A. y NIETO, S. 2003. Ácido grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición peri natal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista Chilena de Pediatría*. 74(2): 149-157.
- VALENZUELA, A. y NIETO, S. 1994. Innovación tecnológica aplicable a los aceites marinos ricos en ácidos grasos w 3 para permitir su uso nutricional y farmacológico: un desafío de la presente década. *Archivos Latinoamericanos Nutrición*. 44 (4): 223- 231.
- VERGARA, A. 2005. Caracterización del aceite esencial de lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.) por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masa, en distintas localidades de la Décima Región de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 94 p.
- WOLFF, L. 1995. Content and distribution of *trans*-18:1 acids in ruminant milk and meat

fats. Their importance in European diets and their effect on human milk. *Journal American Oil Chemists' Society*. 72. 259-272.

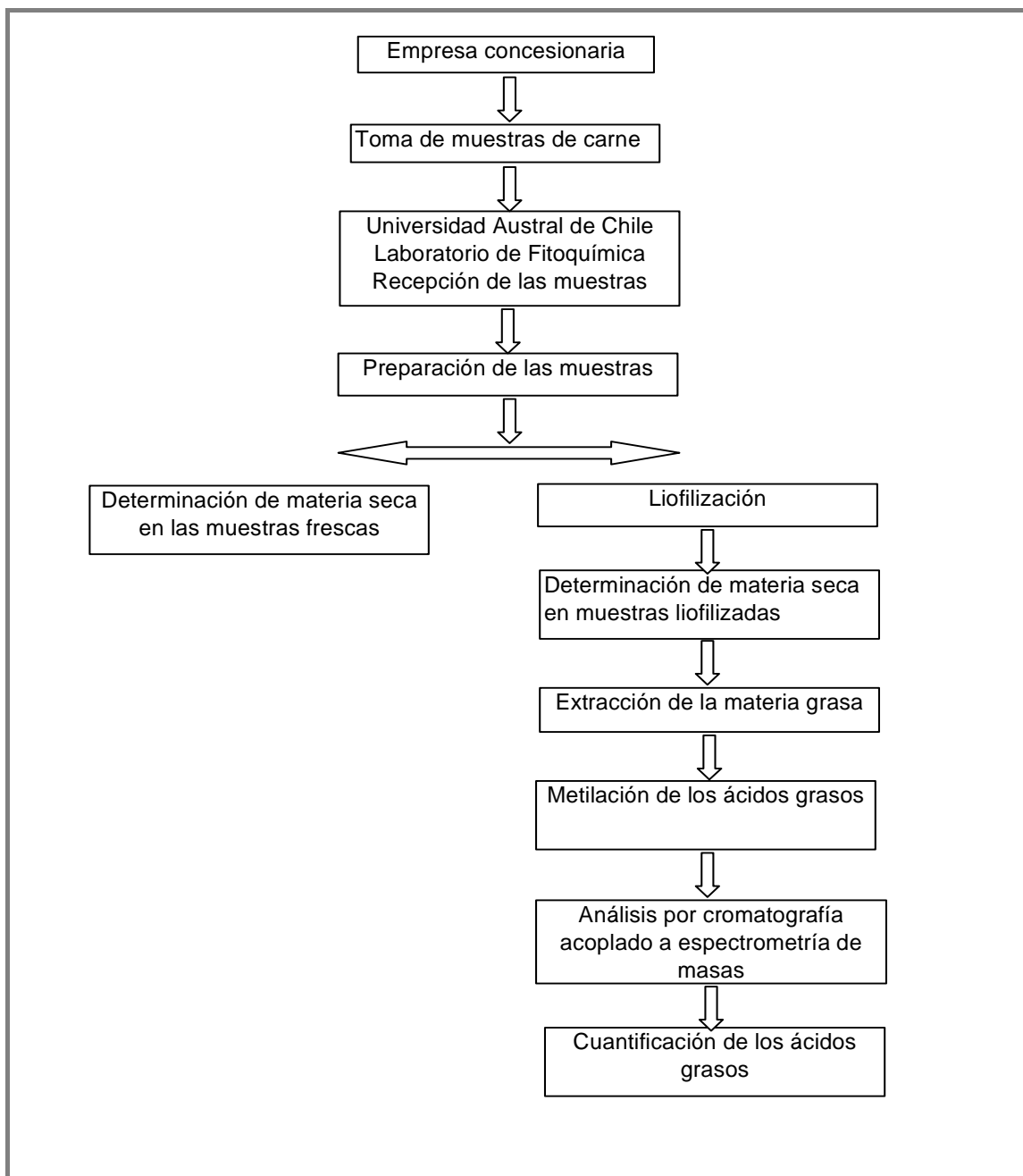
WOLLF, L., PRECHT, D., y MOLKENTIN, J. 1998. Occurrence and distribution profiles of *trans* 18:1 acids in edible fats of natural origin en *trans* fatty acids in human nutrition. The Oily Press, Dundee. 1-34.

ZILLER, S. 1996. *Grasas y aceites alimentarios*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 71 p.

¹ http://www.agroeconomico.cl/noticias_detalle.php?idnoticia=4451 Consultado (15 mar. 2007)

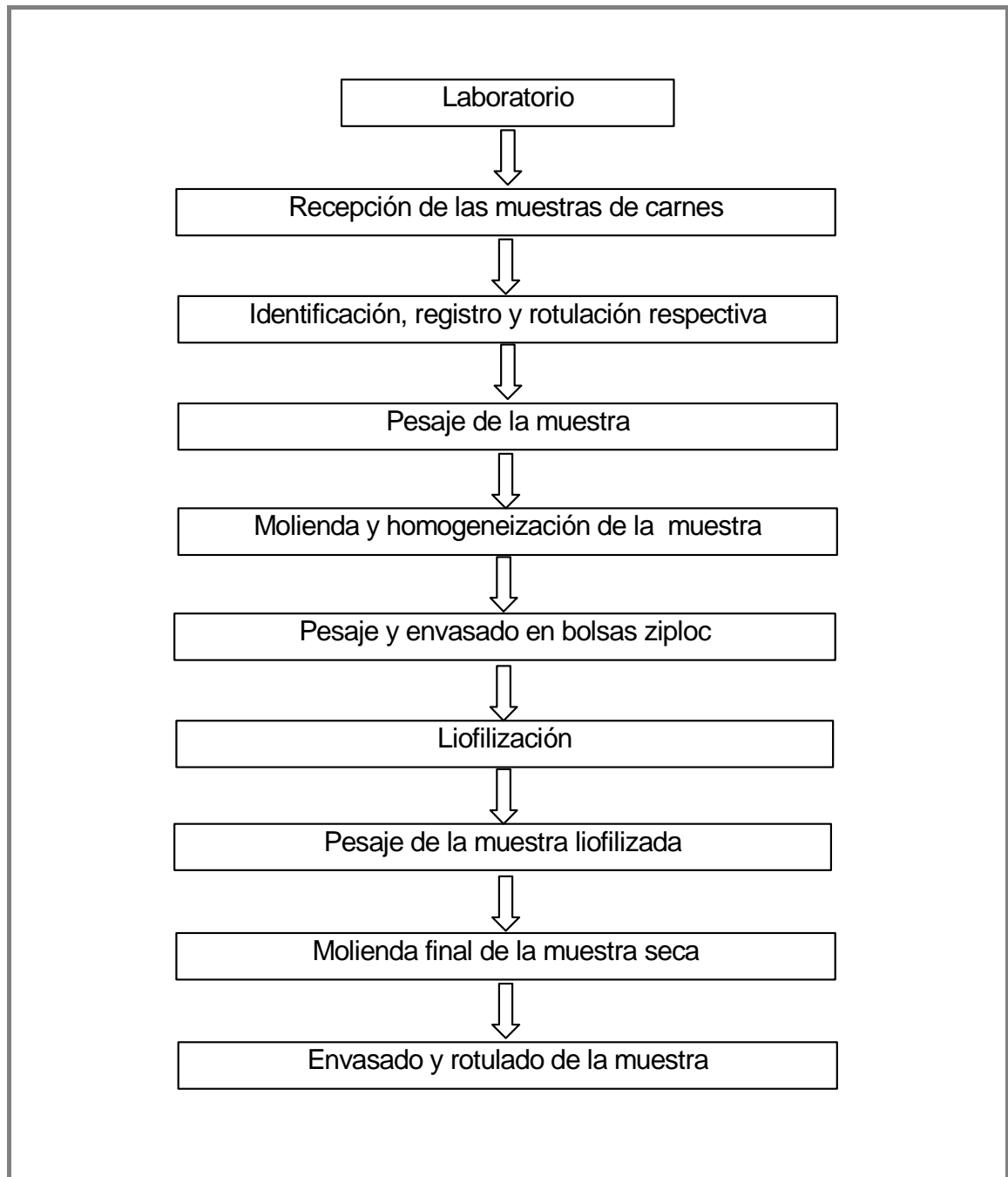
ANEXOS

ANEXO 1



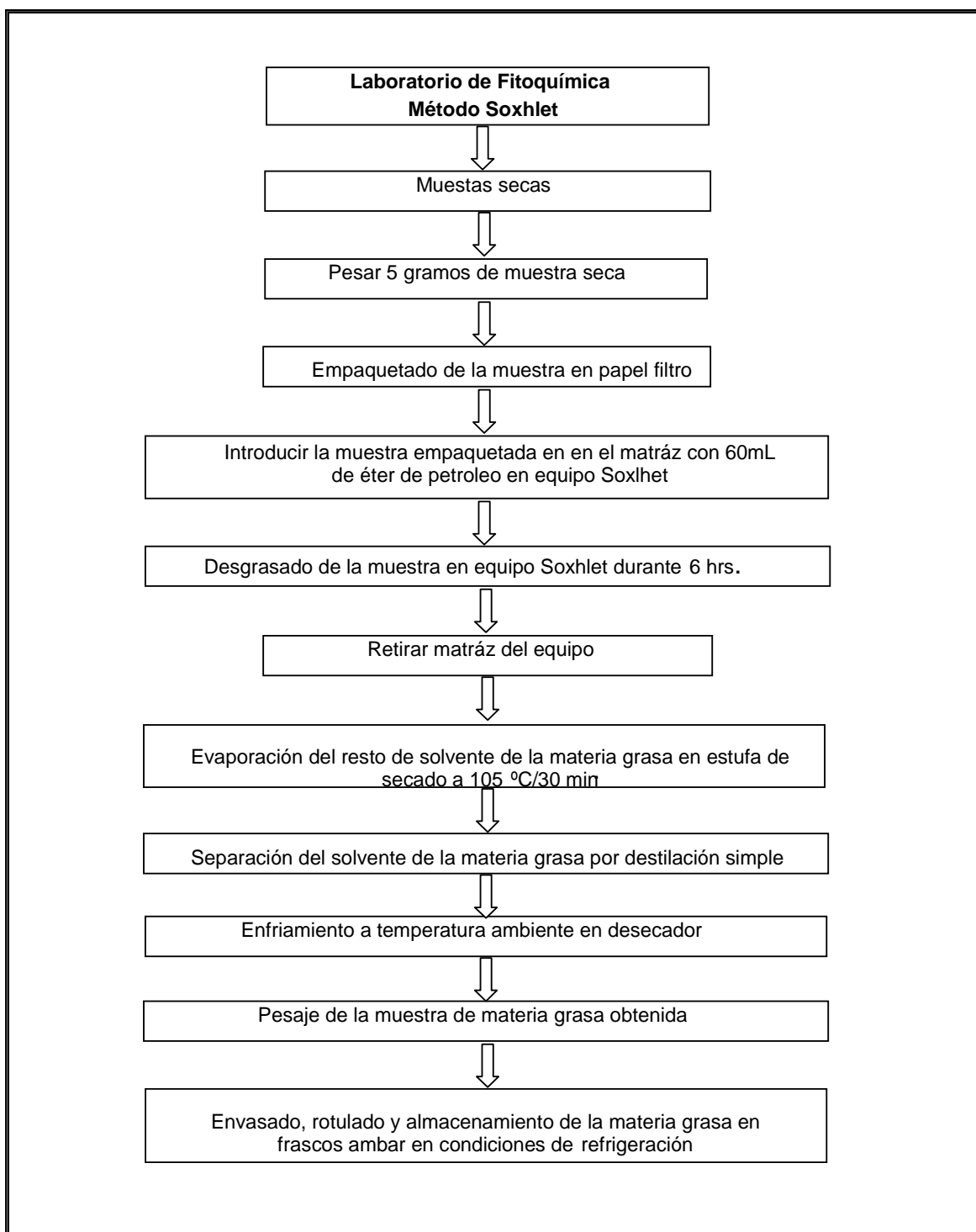
Esquema general para el desarrollo del estudio de los ácidos grasos poliinsaturados en los diferentes tipos de carnes entregados en el programa de alimentación escolar de la JUNAEB.

ANEXO 2



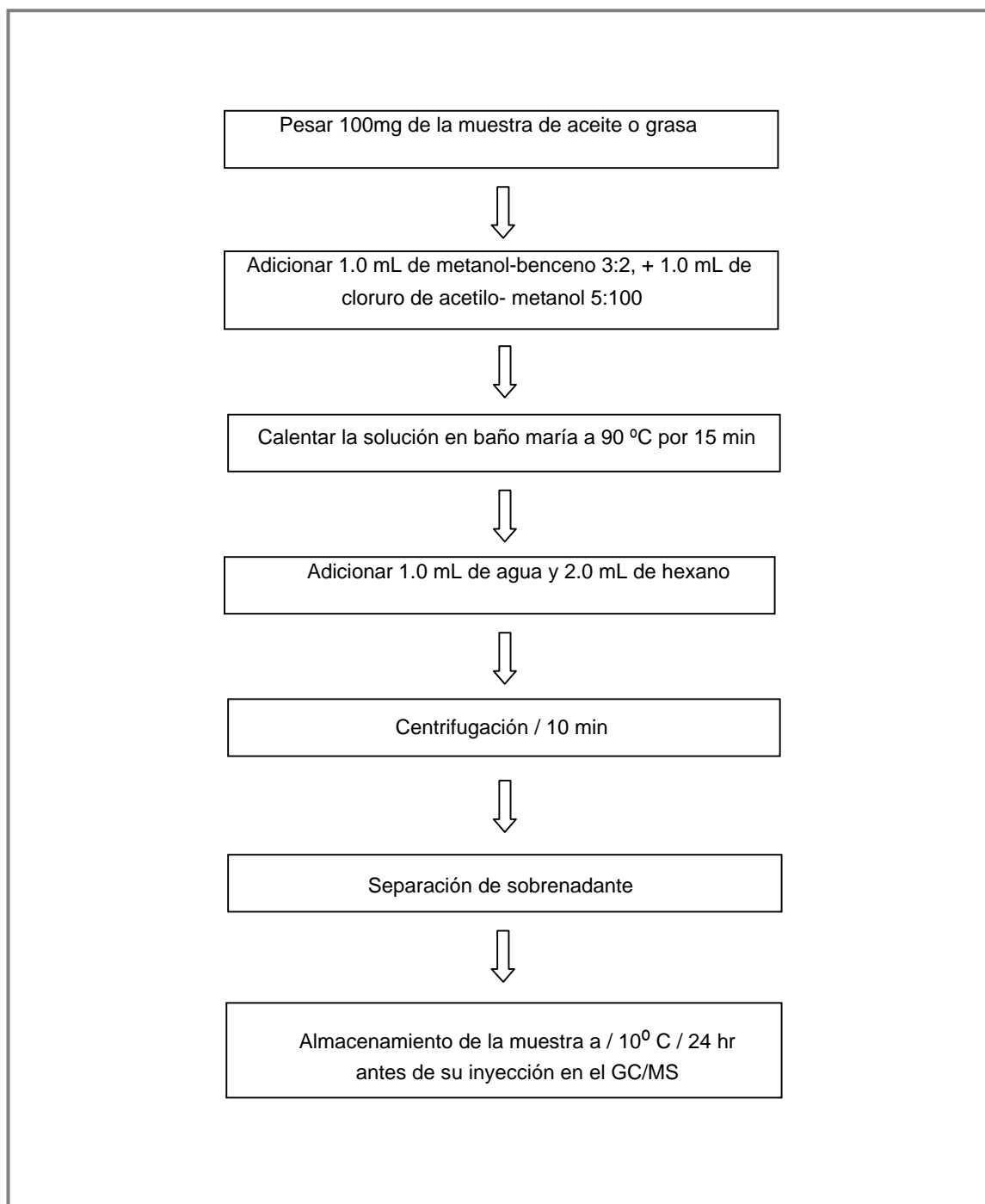
Esquema de preparación de las muestras una vez que llega al laboratorio.

ANEXO 3



Esquema para la extracción de los lípidos.

ANEXO 4



Procedimiento de preparación de los metil éster de ácidos grasos.

ANEXO 5

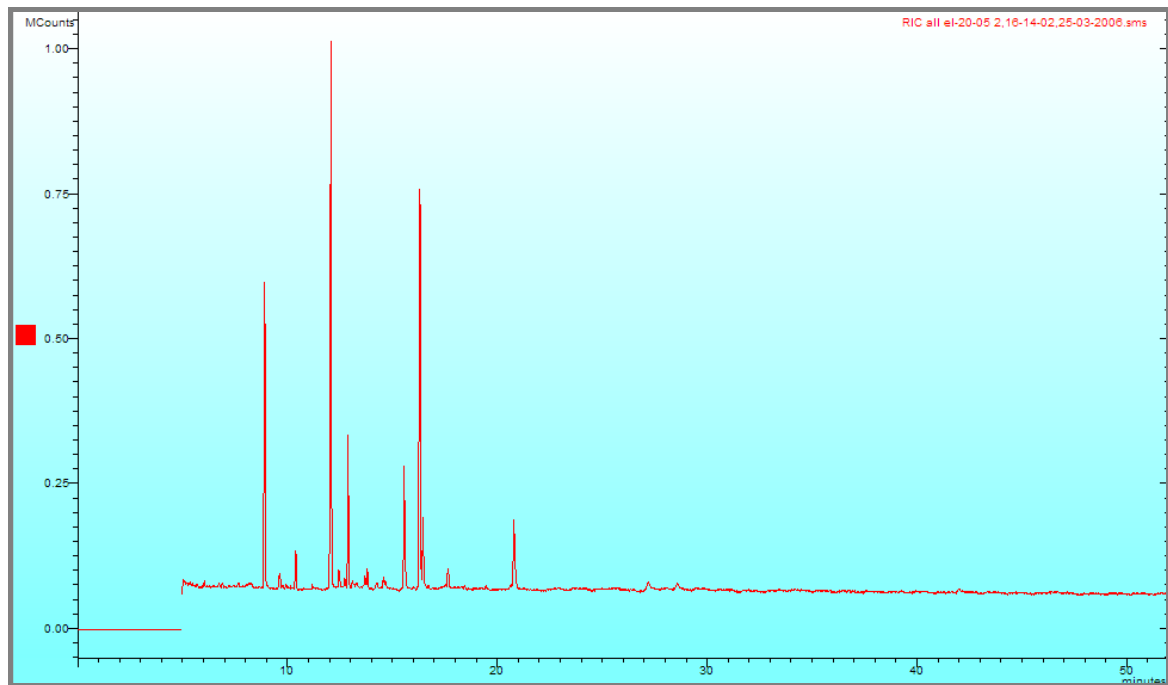
Identificación de los metil éster de ácidos grasos a través de estándares por GC/MS.

Nº	MEA Graso	Fórmula general	Fórmula MEA	PM	Tr (min)	Modo de identificación	Concentración (ppm)	Iones característicos con TIC	CAS #
1	Laúrico	C12:0	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	214	6,7	E.I	5.000	215+216+214+55+213+59+101+143	111-82-0
2	Mirístico	C14:0	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	242	8,9	PUFA 1	20.000	74+87+143+55+192+242+243+101+157	124-10-7
3	Miristoleico	C14:1	C ₁₅ H ₂₈ O ₂	240	9,8	E.I	5.000	241+55+209+81+96+95+83+208+67+69	56219-06-8
4	Pentadecanoico	C15:0	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	10,4	E.I	5.000	257+55+74+256+143+87+213+101+157	7132-64-1
5	Palmitico	C16:0	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270	12,1	E.I	5.000	271+270+74+55+143+87+227+171+101	112-39-0
6	Palmitelaidico	C16:1n7t	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	268	12,6	E.I	5.000	55+83+67+81+96+69+97+236+95+98	10030-74-7
7	Palmitoleico	C16:1n7	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	268	13,04	E.I	5.000	55+67+69+83+96+81+97+98+236+95+237	1120-25-8
8	Heptadecanoico	C17:0	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	13,8	E.I	5.000	74+284+87+55+143+285+241+185+199+101	1731-92-6
9	Hexadecadienoico	C16:2n4	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	268	14,3	PUFA 3	20.000	67+81+79+95+55+82+68+96+150+109	-
10	Cis-10-heptadecenoico	C17:1n7	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282	14,6	E.I	5.000	55+69+83+81+96+67+97+95+98+250	75190-82-8
11	Esteárico	C18:0	C ₁₉ H ₃₈ O ₂	298	15,8	E.I	5.000	299+298+74+55+255+143+87+199+101	112-61-8
12	Trans- Vaccénico	C18:1n11t	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296	16,16	E.I	5.000	55+69+83+67+96+97+81+264+95+98+265	6198-58-9
13	Elaidico	C18:1n9t	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296	16,2	E.I	5.000	55+83+67+69+97+81+98+264+95+110	1937-62-8
14	Cis-6-Petroselinico	C18:1n12	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296	16,3	E.I	5.000	297+264+81+55+95+265+96+67+123+110	2777-58-4
15	Oleico	C18:1n9	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296	16,4	E.I	5.000	55+67+83+69+81+96+97+98+95+264	112-62-9
16	Vaccénico	C18:1n7	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	296	16,5	PUFA 1	20.000	55+69+83+67+97+96+264+81+98+95	506-17-2
17	Linoleaidico	C18:2n6t	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	294	17,1	E.I	5.000	67+81+95+79+55+82+96+109+68+121	2566-97-4
18	Linoleico	C18:2n6	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	294	17,8	E.I	5.000	67+81+95+79+55+82+96+109+135+68+69	112-63-0
19	γ-Linolénico	C18:3n6	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	292	18,8	E.I	5.000	79+67+91+81+93+80+77+95+94+55	16326-32-2
20	α-Linolénico	C18:3n3	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	292	19,7	E.I	5.000	79+67+93+95+81+91+55+77+80+107	301-00-8
21	Araquídico	C20:0	C ₂₁ H ₄₂ O ₂	326	19,8	E.I	5.000	326+74+87+55+143+283+75+227+199+327	1120-28-1
22	Cis-11-eicosaenoico	C20:1n9	C ₂₁ H ₄₀ O ₂	324	20,8	E.I	5.000	55+69+83+292+97+67+96+81+98+293	2390-09-2
23	Heneicosanoico	C21:0	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	340	22,5	E.I	5.000	340+74+87+55+143+297+199+69+241	6064-90-0
24	Cis-11,14-eicosadienoico	C20:2n6	C ₂₁ H ₃₈ O ₂	322	22,8	E.I	5.000	67+81+95+55+82+79+96+109+69	2463-02-7
25	Dihomo-g-linolénico	C20:3n6	C ₂₁ H ₃₆ O ₂	320	24,3	E.I	5.000	79+67+81+93+94+80+55+121+91	21061-10-9
26	Araquidónico	C20:4n6	C ₂₁ H ₃₄ O ₂	318	25,7	E.I	5.000	79+91+67+77+93+105+80+119+133	2566-89-4
27	Behénico	C22:0	C ₂₃ H ₄₆ O ₂	354	25,9	E.I	5.000	354+74+87+55+143+311+199+255+355	929-77-1
28	Erúxico	C22:1n9	C ₂₃ H ₄₄ O ₂	352	27,3	PUFA 1	20.000	55+320+67+69+83+79+95+97+81	1120-34-9
29	Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoico	C20:5n3	C ₂₁ H ₃₂ O ₂	316	29,0	E.I	5.000	79+91+105+67+119+93+77+106+133+117	2734-47-6
30	Cis-13,16-Docosadienoico	C22:2n6	C ₂₃ H ₄₂ O ₂	350	30,5	E.I	5.000	67+81+95+96+82+55+79+109+68	61012-47-3
31	Cis-7,10,13,16-Docosatetraenoico	C22:4n6	C ₂₃ H ₃₈ O ₂	346	35,1	E.I	5.000	79+91+67+93+80+119+77+81+69+94+105	13487-42-8
32	Lignocérico	C24:0	C ₂₅ H ₅₀ O ₂	382	35,5	E.I	5.000	382+74+87+143+55+383+339+69+75	2442-49-1
33	Cis-7,10,13,16,19-Docosapentaenoico	C22:5n3	C ₂₃ H ₃₆ O ₂	344	41,1	E.I	5.000	79+91+67+93+119+105+77+55+81+133+80	108698-02-8
34	Cis- 4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoico	C22:6n3	C ₂₃ H ₃₄ O ₂	342	42,2	PUFA 3	5.000	79+91+77+67+105+93+117+119+65+131+75	2566-90-7

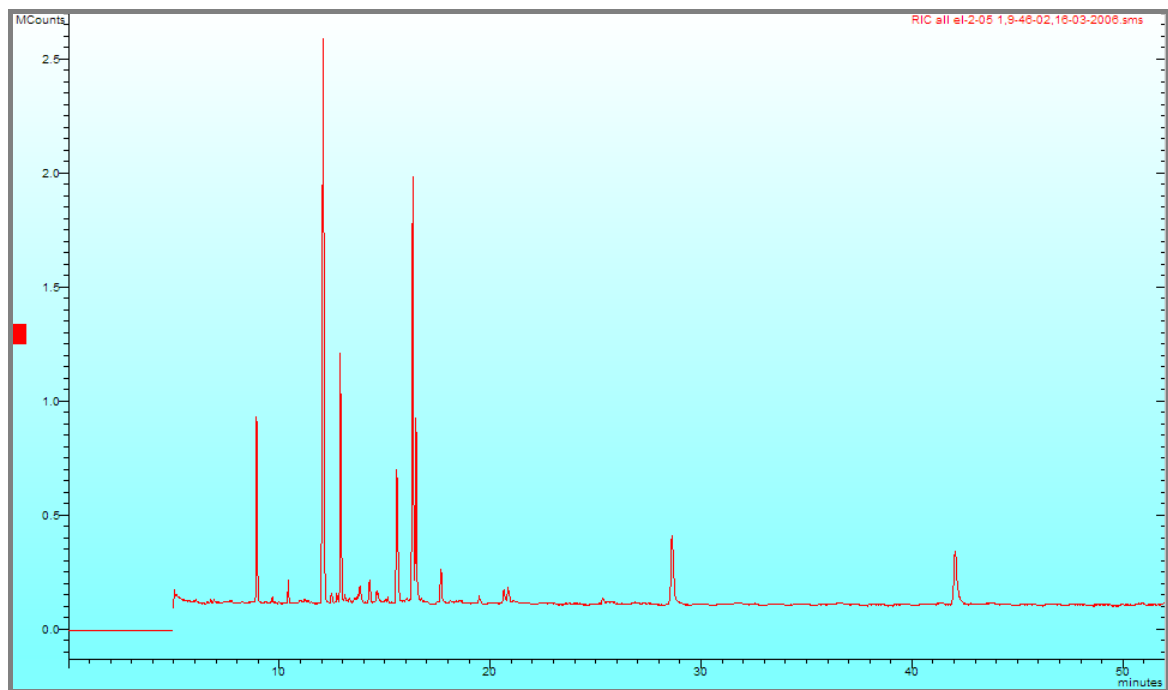
NOTA: MEA Graso = Metil éster del ácido graso correspondiente; PM = Peso molecular; Tr = Tiempo de retención; E.I = Estándar Individual; TIC = Total ion count.

ANEXO 6

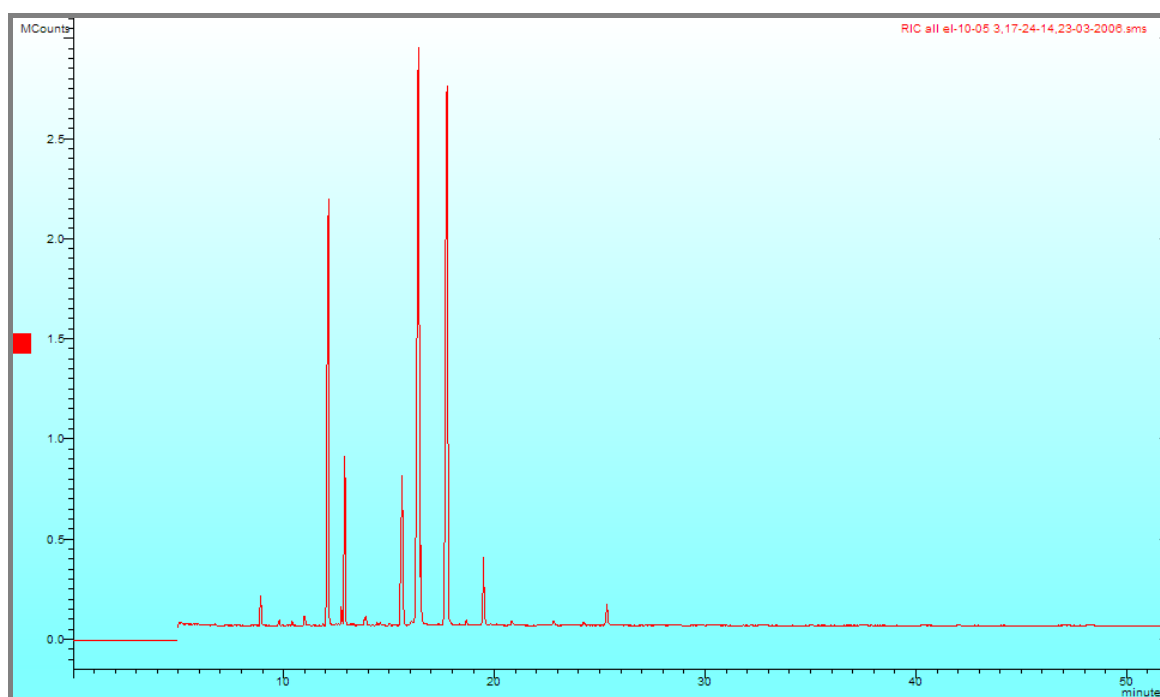
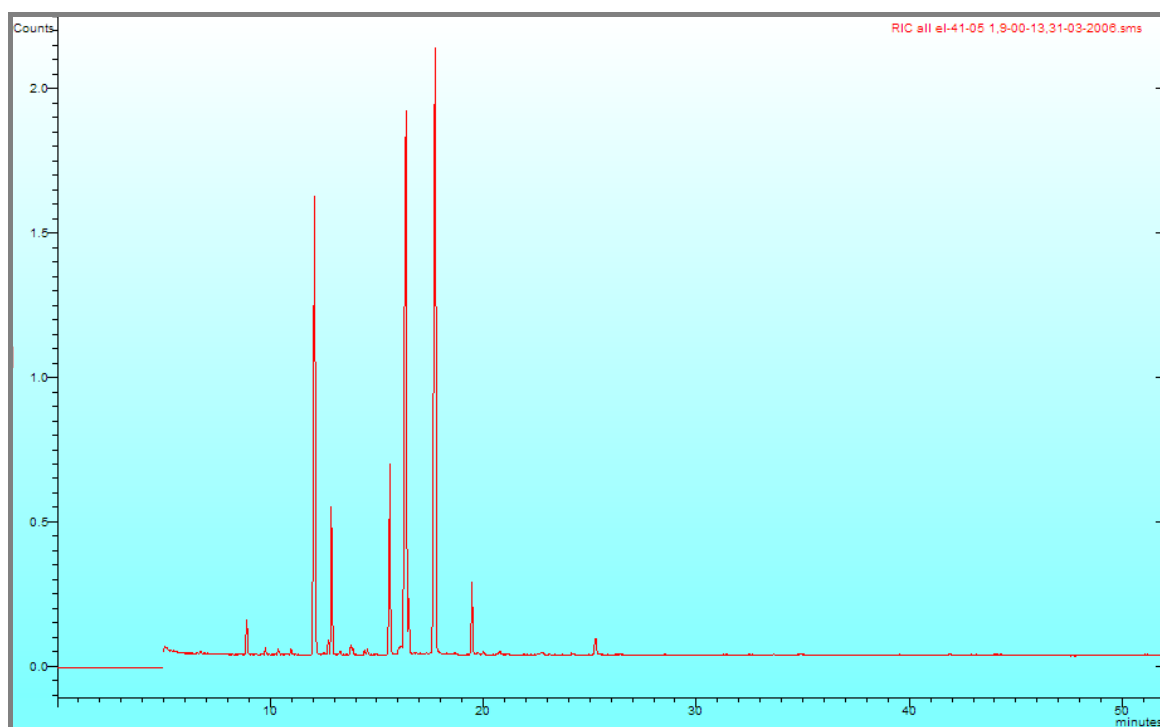
Cromatogramas característicos por tipo de carne

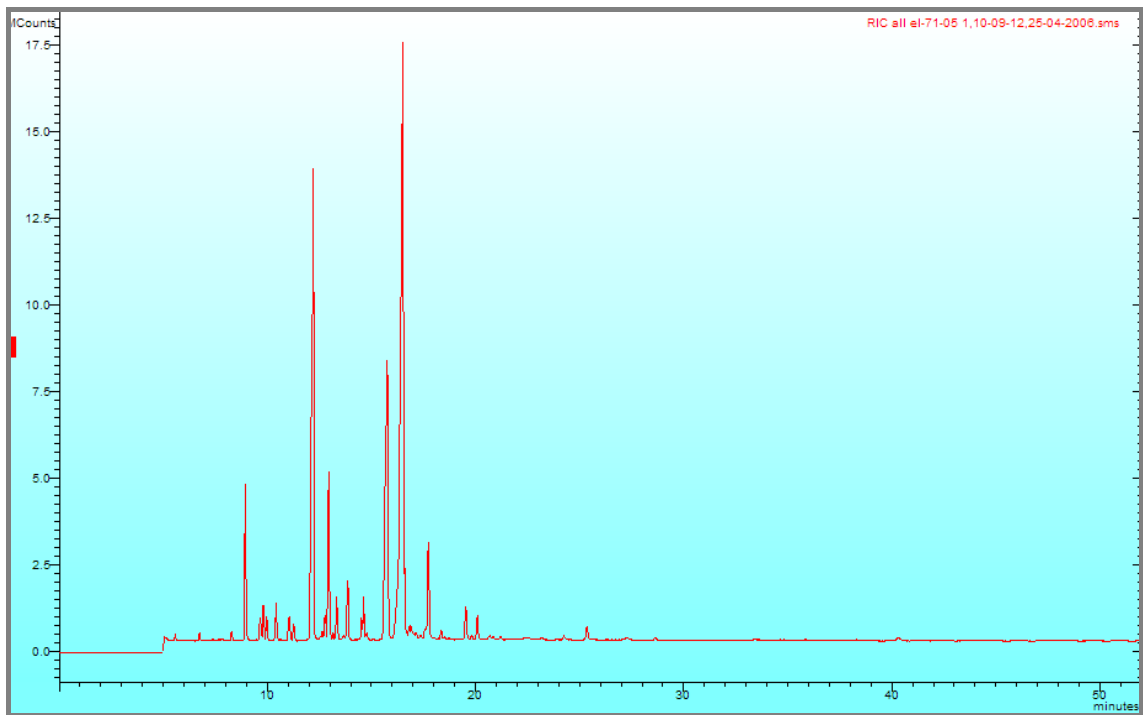


Cromatograma característico Jurel en Conserva.

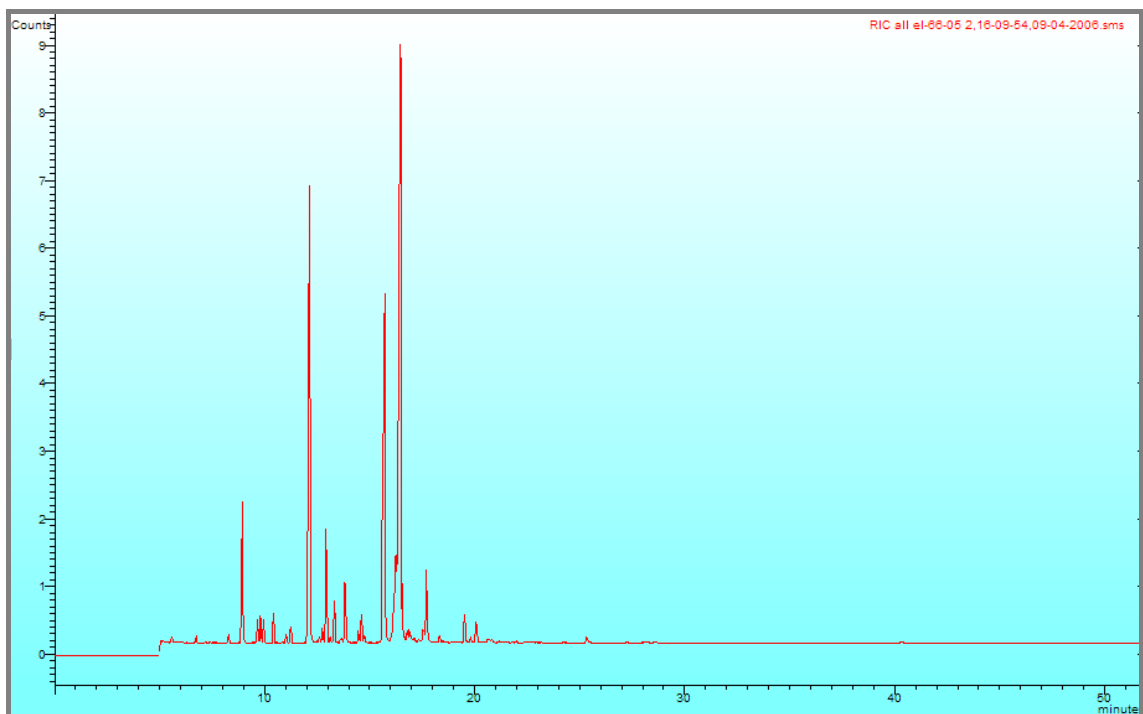


Cromatograma característico Lomito de Merluza

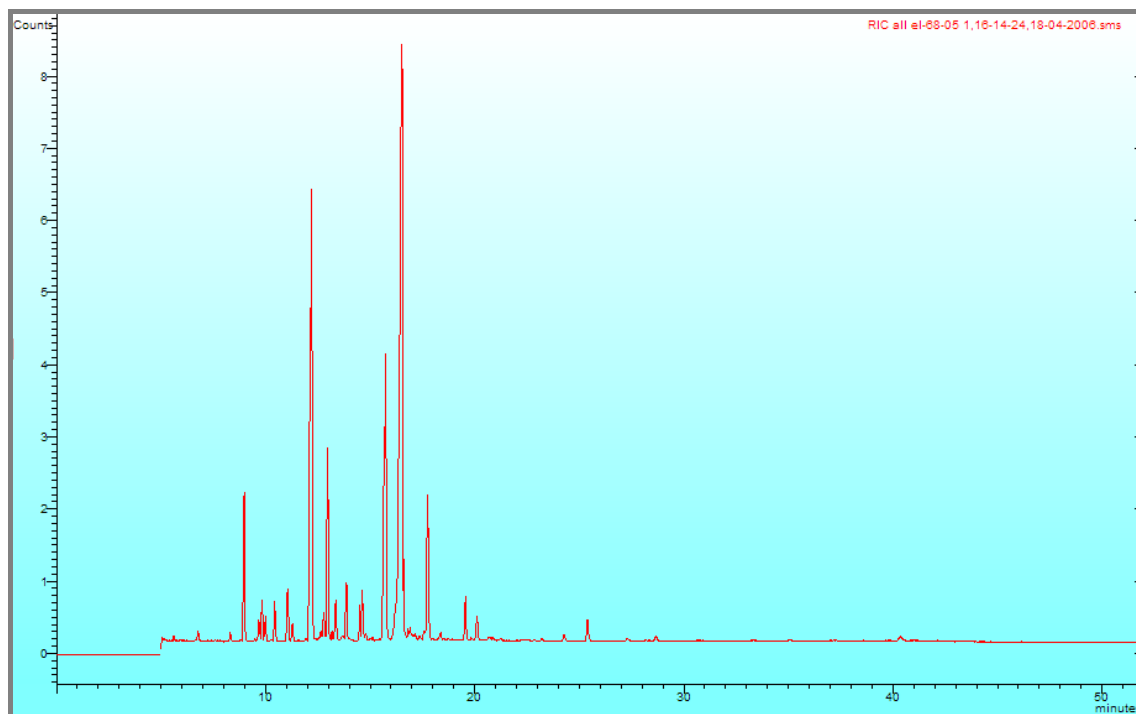
(Continuación ANEXO 6)**Cromatograma característico para carne de Pollo.****Cromatograma característico para carne de Pavo.
(Continuación ANEXO 6)**



Cromatograma característico para carne de Vacuno en Cubo.



**Cromatograma característico para carne de Vacuno Molido.
(Continuación ANEXO 6)**



Cromatograma característico para carne Posta de Vacuno.

ANEXO 7**Contenido de materia grasa por cada 100 g de carne (Método Soxhlet).**

Tipo de carne	Contenido promedio de materia grasa g /100 g carne
Jurel en Conserva	12,53
Lomito de Merluza Reconstituido	6,15
Pollo	5,45
Vacuno en Cubo	11,35
Vacuno Molido	13,13
Posta de Vacuno	10,29
Pavo	16,06

ANEXO 8

Porcentaje Promedio de ácidos grasos en las carnes analizadas.

Porcentaje promedio de ácidos grasos en muestras Jurel en Conserva.

Ácido Graso	Jurel en Conserva (n=11) *												±	D. E
	1	20	22	23	28	29	30	31	60	61	62	Prom.		
C14:0	23.09	18.03	27.13	22.23	21.75	19.03	20.02	22.84	20.29	13.30	19.32	20.64	±	3.50
C15:0	2.83	2.03	2.66	2.69	2.53	1.46	2.31	2.19	1.74	1.78	2.24	2.22	±	0.44
C16:0	37.93	33.06	35.02	38.08	37.14	31.87	34.89	35.42	30.84	29.52	32.45	34.20	±	2.88
C17:0	0.70	0.74	1.04	0.88	1.06	0.83	0.98	0.76	0.85	1.42	1.13	0.94	±	0.21
C18:0	5.16	6.95	4.86	5.83	7.34	8.46	8.12	7.22	7.22	11.81	8.67	7.42	±	1.92
C20:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.27	0.22	0.06	±	0.10
C16:1	7.13	7.91	6.41	6.50	10.96	12.31	11.88	10.93	12.74	10.09	11.31	9.83	±	2.40
C17:1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.33	0.55	0.53	0.16	±	0.23
C18:1ω9	17.72	21.64	15.29	17.86	14.40	18.73	16.46	15.94	18.28	19.87	16.07	17.48	±	2.12
C18:1	2.01	2.94	1.73	1.78	4.26	4.13	3.92	3.48	4.41	5.89	4.85	3.58	±	1.35
C20:1	3.45	5.60	5.86	4.14	0.56	0.48	0.56	0.44	0.92	1.02	0.89	2.17	±	2.16
C16:2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00	0.58	0.50	0.54	0.20	±	0.28
C18:2ω6	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	0.89	0.85	0.78	0.74	1.44	1.13	0.63	±	0.53
C18:3ω3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.13	0.04	±	0.08
C20:2ω9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.05	±	0.15
C20:4ω6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.02	±	0.06
C20:5ω3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	0.94	1.03	0.00	0.26	±	0.45
C22:6ω3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	0.00	0.10	±	0.32
Saturados	69.70	60.82	70.71	69.72	69.82	61.64	66.32	68.43	61.07	58.10	64.04	65.49	±	4.51
Monoinsaturados	30.30	38.09	29.29	30.28	30.18	35.99	32.83	30.79	36.68	37.43	33.65	33.23	±	3.30
Poliinsaturados	0.00	1.09	0.00	0.00	0.00	2.36	0.85	0.78	2.26	4.47	2.31	1.28	±	1.43

* Resultados en %, obtenido de dos lecturas por muestra. Prom: Promedio y D.E: Desviación estándar.

<0,1% del total de los ácidos grasos identificados se considera trazas

Porcentaje promedio de ácidos grasos en muestras de Lomito de Merluza Reconstituido.

Ácido Graso	Lomito de Merluza Reconstituido (n=8) *									±	D.E
	2	3	7	8	57	58	73	74	Prom.		
C14:0	6.35	6.69	5.66	5.84	4.69	5.37	5.19	6.63	5.80	±	0.72
C15:0	0.82	0.85	0.66	0.70	0.71	0.71	0.89	0.84	0.77	±	0.08
C16:0	27.02	27.46	25.29	26.92	25.06	26.37	25.47	26.10	26.21	±	0.88
C17:0	0.57	0.68	0.41	0.44	0.68	0.76	0.73	0.70	0.62	±	0.13
C18:0	7.19	7.44	5.00	4.95	6.08	7.44	7.94	7.87	6.74	±	1.23
C20:0	0.06	0.06	0.08	0.07	0.15	0.10	0.09	0.20	0.10	±	0.05
C14:1	0.00	0.00	0.11	0.09	0.15	0.17	0.00	0.00	0.07	±	0.07
C16:1	9.20	8.47	8.26	8.75	8.44	8.44	10.58	9.68	8.98	±	0.80
C17:1	0.52	0.49	0.86	0.80	0.37	0.34	0.67	0.55	0.57	±	0.19
C18:1ω9	18.65	18.92	22.13	21.20	22.87	19.55	21.79	23.23	21.04	±	1.79
C18:1	7.20	6.90	4.25	4.06	5.81	6.43	6.37	5.71	5.84	±	1.15
C20:1	1.70	2.31	3.32	3.00	1.40	1.11	1.89	2.12	2.10	±	0.76
C22:1	0.00	0.00	2.16	2.60	0.32	0.00	0.00	0.00	0.63	±	1.09
C16:2	0.87	0.80	0.64	0.69	1.21	1.38	0.58	0.74	0.86	±	0.28
C18:2ω6	1.77	1.79	1.58	1.59	2.23	1.97	2.35	2.87	2.02	±	0.44
C18:3ω3	0.64	0.57	0.47	0.51	0.69	0.70	0.67	0.61	0.60	±	0.09
C20:4ω6	0.57	0.62	0.96	1.02	1.05	1.08	0.39	0.67	0.79	±	0.26
C20:5ω3	7.63	6.26	7.98	8.15	7.85	7.92	7.95	6.10	7.48	±	0.82
C22:5ω3	0.00	0.00	0.56	0.65	0.59	0.46	0.00	0.29	0.32	±	0.28
C22:6ω3	9.29	9.75	9.66	8.04	9.70	9.75	6.50	5.13	8.48	±	1.78
Saturados	41.99	43.17	37.09	38.92	37.36	40.73	40.30	42.33	40.23	±	2.28
Monoinsaturados	37.26	37.08	41.08	40.48	39.35	36.03	41.29	41.29	39.23	±	2.15
Poliinsaturados	20.76	19.78	21.84	20.63	23.30	23.25	18.42	16.40	20.55	±	2.36

* Resultados en %, obtenido de dos lecturas por muestra. Prom: Promedio y D.E: Desviación estándar.

<0,1% del total de los ácidos grasos identificados se considera trazas

(Continuación ANEXO 8) Porcentaje promedio de ácidos grasos en muestras Pollo.

Ácido Graso	Pollo (n=9) *										
	9	10	11	12	32	69	70	63	64	Prom.	D.E
C14:0	2.54	0.94	1.43	1.48	0.79	0.95	0.86	1.23	1.37	1.29	± 0.54
C15:0	0.23	0.14	0.21	0.23	0.11	0.15	0.14	0.20	0.22	0.18	± 0.05
C16:0	24.84	19.36	20.44	20.05	21.57	17.80	21.27	21.25	20.78	20.82	± 1.91
C17:0	0.16	0.17	0.35	0.32	0.20	0.66	0.20	0.27	0.28	0.29	± 0.15
C18:0	6.95	7.50	8.97	7.74	9.33	7.56	6.92	8.35	8.58	7.99	± 0.86
C20:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.19	0.05	0.06	0.05	± 0.07
C14:1	0.38	0.19	0.27	0.27	0.10	0.22	0.00	0.26	0.30	0.22	± 0.11
C16:1	5.73	4.92	5.28	5.58	3.52	5.02	4.63	6.02	6.45	5.24	± 0.86
C17:1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.08	0.16	0.16	0.06	± 0.07
C18:1 ω 9	30.23	30.61	32.24	32.86	29.01	29.29	28.81	32.45	31.70	30.80	± 1.57
C18:1	1.24	1.32	0.54	0.39	1.62	0.41	1.01	1.82	1.59	1.10	± 0.55
C20:1	0.20	0.21	0.21	0.23	0.14	0.32	0.52	0.30	0.31	0.27	± 0.11
C18:2 ω 6	24.83	30.31	26.44	27.30	28.19	32.41	31.11	23.44	23.66	27.52	± 3.26
C18:3 ω 6	0.21	0.21	0.19	0.20	0.13	0.34	0.30	0.23	0.26	0.23	± 0.06
C18:3 ω 3	1.44	2.54	2.03	2.04	1.90	3.80	3.26	2.00	2.10	2.34	± 0.74
C20:2 ω 9	0.21	0.24	0.19	0.23	0.30	0.24	0.16	0.37	0.38	0.26	± 0.08
C20:3 ω 6	0.20	0.20	0.20	0.19	0.25	0.18	0.14	0.38	0.43	0.24	± 0.10
C20:4 ω 6	0.63	1.15	1.03	0.90	2.86	0.40	0.39	1.24	1.38	1.11	± 0.75
Saturados	34.72	28.11	31.39	29.82	31.99	27.24	29.60	31.35	31.30	30.61	± 2.23
Monoinsaturados	37.77	37.25	38.53	39.32	34.38	35.40	35.04	41.00	40.51	37.69	± 2.39
Poliinsaturados	27.51	34.64	30.08	30.86	33.63	37.37	35.36	27.66	28.20	31.70	± 3.66

* Resultados en %, obtenido de dos lecturas por muestra. Prom: Promedio y D.E: Desviación estándar.
<0,1% del total de los ácidos grasos identificados se considera trazas

Porcentaje promedio de ácidos grasos en muestras de Pavo.

Ácido Graso	Pavo (n=4) *					Prom.	D.E
	40	41	46	47			
C14:0	1.20	1.15	1.87	1.29	1.38	±	0.33
C15:0	0.22	0.20	0.44	0.24	0.27	±	0.11
C16:0	20.61	19.38	22.86	21.58	21.11	±	1.47
C17:0	0.26	0.29	0.58	0.37	0.38	±	0.15
C18:0	9.27	7.51	12.80	9.14	9.68	±	2.23
C14:1	0.22	0.23	0.22	0.21	0.22	±	0.01
C16:1Trans	0.44	0.40	0.53	0.44	0.45	±	0.06
C16:1	4.52	4.41	5.91	4.54	4.84	±	0.71
C17:1	0.13	0.15	0.00	0.00	0.07	±	0.08
C18:1 ω 9	27.28	27.60	27.95	29.03	27.96	±	0.76
C18:1	0.86	0.97	1.60	1.09	1.13	±	0.33
C20:1	0.14	0.07	0.00	0.05	0.06	±	0.06
C18:2 ω 6	31.18	34.27	22.94	29.36	29.44	±	4.79
C18:3 ω 3	2.44	2.64	1.49	1.84	2.10	±	0.53
C20:4 ω 6	1.24	0.72	0.82	0.82	0.90	±	0.23
Saturados	31.56	28.54	38.54	32.63	32.82	±	4.19
Monoinsaturados	33.58	33.83	36.21	35.36	34.75	±	1.26
Poliinsaturados	34.86	37.63	25.25	32.02	32.44	±	5.31

* Resultados en %, obtenido de dos lecturas por muestra. Prom: Promedio y D.E: Desviación estándar.
<0,1% del total de los ácidos grasos identificados se considera trazas

(Continuación ANEXO 8) Porcentaje promedio de ácidos grasos en muestras de Vacuno en Cubo.

Ácido Graso	Vacuno en Cubo (n=12) *												Prom.	D.E
	5	6	13	15	36	37	48	49	50	51	71	72		
C14:0	3.99	4.64	3.14	3.43	4.41	4.28	3.02	3.22	3.75	13.23	5.70	4.06	4.74 ± 2.78	
C15:0	0.85	1.07	0.54	0.47	0.83	0.80	0.38	0.41	0.48	2.27	1.35	0.99	0.87 ± 0.53	
C16:0	24.02	23.89	21.87	22.72	24.56	24.56	26.29	25.79	28.35	36.25	25.91	26.40	25.88 ± 3.71	
C17:0	1.34	1.70	1.60	1.55	1.39	1.30	1.10	1.08	1.15	1.17	1.97	1.56	1.41 ± 0.28	
C18:0	18.60	18.97	17.45	17.60	14.00	12.94	18.83	18.86	17.60	7.40	18.00	15.90	16.35 ± 3.42	
C20:0	0.00	0.00	0.37	0.07	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.07 ± 0.14	
C14:1	0.84	1.13	0.70	0.70	1.46	1.58	0.40	0.42	0.53	0.00	1.16	0.96	0.82 ± 0.46	
C16:1Trans	0.51	0.48	0.43	0.45	0.52	0.61	0.42	0.36	0.00	1.07	0.00	0.16	0.42 ± 0.29	
C16:1	5.19	5.33	4.05	4.05	5.80	6.22	3.99	4.24	4.72	8.33	5.64	5.47	5.25 ± 1.23	
C17:1	0.85	1.04	0.95	0.94	1.25	1.29	0.55	0.84	0.69	0.00	1.32	1.24	0.91 ± 0.38	
C18:1Trans	2.75	3.56	0.00	0.00	1.91	1.35	1.24	0.00	0.00	0.00	1.99	1.07	1.07 ± 1.26	
C18:1ω9	35.64	34.82	38.97	39.01	40.67	40.37	36.53	36.15	35.75	25.94	32.84	32.21	35.74 ± 4.11	
C18:1	0.60	0.49	0.59	0.72	1.08	1.29	0.92	0.83	0.77	2.85	0.59	1.35	1.00 ± 0.65	
C20:1	0.00	0.00	0.17	0.17	0.10	0.07	0.00	0.00	0.00	0.55	0.07	0.00	0.09 ± 0.16	
C18:2ω6	3.37	1.96	7.17	6.76	1.43	2.20	4.13	4.39	4.09	0.94	3.36	4.72	3.71 ± 1.94	
C18:3ω3	1.08	0.84	0.56	0.33	0.50	0.58	1.40	1.66	1.28	0.00	1.19	1.40	0.90 ± 0.51	
C20:3ω6	0.00	0.00	0.27	0.22	0.00	0.00	0.15	0.30	0.19	0.00	0.18	0.18	0.12 ± 0.12	
C20:4ω6	0.40	0.09	1.18	0.82	0.08	0.21	0.65	1.05	0.64	0.00	0.57	1.42	0.59 ± 0.46	
C20:5ω3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.05	0.00	0.04 ± 0.11	
Saturados	48.78	50.27	44.97	45.84	45.19	44.25	49.62	49.37	51.33	60.32	53.04	48.91	49.32 ± 4.41	
Monoinsaturados	46.37	46.84	45.84	46.03	52.80	52.78	44.05	42.84	42.47	38.74	41.61	43.38	45.31 ± 4.18	
Poliinsaturados	4.85	2.89	9.19	8.13	2.01	2.98	6.33	7.80	6.20	0.94	5.36	7.71	5.36 ± 2.67	

* Resultados en %, obtenido de dos lecturas por muestra. Prom: Promedio y D.E: Desviación estándar.

<0,1% del total de los ácidos grasos identificados se considera trazas

Porcentaje promedio de ácidos grasos en muestras de Vacuno Molido.

Ácido Graso	Vacuno Molido (n=12) *												Prom.	D.E
	16	17	18	19	38	39	42	43	44	45	65	66		
C14:0	4.73	4.71	4.57	4.69	4.40	4.01	3.70	3.44	3.31	3.67	5.45	4.81	4.29 ± 0.65	
C15:0	0.83	0.75	0.75	0.71	0.81	0.78	0.71	0.66	0.58	0.69	1.16	1.02	0.79 ± 0.16	
C16:0	25.13	23.94	24.31	24.59	23.84	23.31	23.95	22.26	23.36	23.65	25.11	24.40	23.99 ± 0.81	
C17:0	1.37	1.38	1.30	1.19	1.55	1.55	1.32	1.28	1.19	1.31	1.98	1.98	1.45 ± 0.27	
C18:0	14.34	13.44	13.39	10.85	17.69	16.98	14.82	15.77	14.92	15.03	23.01	22.86	16.09 ± 3.65	
C20:0	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.17	0.06 ± 0.11	
C14:1	1.83	2.14	2.08	2.07	1.15	1.27	1.02	0.86	0.83	0.97	0.91	0.91	1.34 ± 0.53	
C16:1Trans	0.36	0.40	0.40	0.45	0.54	0.52	0.41	0.43	0.39	0.52	0.13	0.11	0.39 ± 0.14	
C16:1	6.67	7.07	7.09	7.61	4.96	5.10	5.49	4.83	5.04	5.41	4.15	4.24	5.64 ± 1.17	
C17:1	1.38	1.56	1.57	1.12	0.98	1.42	1.01	1.03	0.93	0.87	0.87	0.94	1.14 ± 0.27	
C18:1Trans	1.80	0.75	0.86	1.32	2.08	0.00	3.02	3.74	3.69	2.36	3.34	1.45	2.03 ± 1.22	
C18:1ω9	38.53	40.27	40.21	38.44	37.88	40.85	38.92	38.06	37.46	37.97	29.34	32.28	37.52 ± 3.37	
C18:1	1.25	1.17	1.08	0.69	0.83	0.66	1.10	1.22	1.29	1.18	0.65	0.68	0.98 ± 0.26	
C20:1	0.00	0.07	0.16	0.05	0.10	0.20	0.02	0.03	0.00	0.00	0.04	0.10	0.06 ± 0.07	
C18:2ω6	1.28	1.76	1.59	4.97	2.34	2.26	2.84	4.11	4.49	4.05	2.32	2.71	2.89 ± 1.22	
C18:3ω3	0.43	0.47	0.48	0.72	0.63	0.67	1.33	1.62	1.71	1.61	1.08	1.08	0.99 ± 0.48	
C20:2ω9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.17	0.04	0.00	0.02 ± 0.05	
C20:3ω6	0.07	0.12	0.17	0.18	0.22	0.37	0.33	0.66	0.80	0.54	0.28	0.25	0.33 ± 0.22	
Saturados	46.40	44.21	44.31	42.38	48.30	46.64	44.50	43.42	43.36	44.35	56.87	55.24	46.66 ± 4.69	
Monoinsaturados	51.82	53.43	53.45	51.75	48.52	50.02	51.00	50.19	49.63	49.28	39.41	40.72	49.10 ± 4.50	
Poliinsaturados	1.78	2.35	2.25	5.87	3.19	3.34	4.50	6.39	7.00	6.37	3.72	4.04	4.23 ± 1.79	

* Resultados en %, obtenido de dos lecturas por muestra. Prom: Promedio y D.E: Desviación estándar.

<0,1% del total de los ácidos grasos identificados se considera trazas

(Continuación ANEXO 8) Porcentaje promedio de ácidos grasos en muestras de Posta de Vacuno.

Ácido graso	Posta de vacuno					
	52	56	67	68	Prom.	D.E
C14:0	4.10	5.20	5.63	5.05	5.00 ±	0.65
C15:0	0.82	0.71	1.45	1.30	1.07 ±	0.36
C16:0	25.92	26.85	24.31	24.38	25.36 ±	1.24
C17:0	1.63	1.16	1.90	1.82	1.63 ±	0.33
C18:0	20.53	16.92	15.76	16.28	17.37 ±	2.16
C20:0	0.00	0.00	0.09	0.10	0.05 ±	0.05
C14:1	0.64	1.42	1.40	1.18	1.16 ±	0.36
C16:1Trans	0.16	0.00	0.00	0.00	0.04 ±	0.08
C16:1	4.02	5.82	6.43	6.23	5.63 ±	1.10
C17:1	0.76	0.80	1.49	1.58	1.16 ±	0.44
C18:1Trans	1.19	0.00	1.58	0.00	0.69 ±	0.82
C18:1 ω 9	33.84	37.79	31.82	31.88	33.83 ±	2.80
C18:1	0.67	0.74	1.18	0.92	0.88 ±	0.23
C20:1	0.00	0.00	0.06	0.07	0.03 ±	0.04
C18:2 ω 6	3.91	2.13	4.60	6.06	4.18 ±	1.63
C18:3 ω 3	1.33	0.45	1.36	1.61	1.19 ±	0.51
C20:3 ω 6	0.00	0.00	0.21	0.42	0.16 ±	0.20
C20:4 ω 6	0.48	0.00	0.74	1.12	0.58 ±	0.47
Saturados	53.00	50.85	49.13	48.93	50.48 ±	1.89
Monoinsaturados	41.29	46.57	43.97	41.86	43.42 ±	2.39
Poliinsaturados	5.72	2.59	6.90	9.21	6.10 ±	2.76

* Resultados en %, obtenido de dos lecturas por muestra. Prom: Promedio y D.E: Desviación estándar.
 <0,1% del total de los ácidos grasos identificados se considera trazas

ANEXO 9

Resumen de porcentaje promedio de los diferentes ácidos grasos en los tipos de carnes analizadas

	Ácidos Grasos	Jurel en conserva (a)	Lomito de Merluza (b)	Pollo (c)	Pavo (d)	Vacuno en Cubo (e)	Vacuno molido (f)	Posta de Vacuno (g)
Saturados	C14:0	20.64	5.80	1.29	1.38	4.74	4.29	5.00
	C15:0	2.20	0.77	0.18	0.27	0.87	0.79	1.07
	C16:0	34.20	26.21	20.82	21.11	25.88	23.99	25.36
	C17:0	0.94	0.62	0.29	0.38	1.41	1.45	1.63
	C18:0	7.42	6.74	7.99	9.68	16.35	16.09	17.37
	C20:0	0.06	0.10	0.05	0.00	0.07	0.06	0.05
Monoinsaturados	C14:1	0.00	0.07	0.22	0.22	0.82	1.34	1.16
	C16:1Trans	0.00	0.00	0.00	0.45	0.42	0.39	0.04
	C16:1	9.83	8.98	5.24	4.84	5.25	5.64	5.63
	C17:1	0.16	0.57	0.06	0.07	0.91	1.14	1.16
	C18:1Trans	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	2.03	0.69
	C18:1 ω 9	17.48	21.04	30.80	27.96	35.74	37.52	33.83
	C18:1	3.58	5.84	1.10	1.13	1.00	0.98	0.88
	C20:1	2.17	2.10	0.27	0.06	0.09	0.06	0.03
	C22:1	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poliinsaturados	C16:2	0.20	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C18:2 ω 6	0.63	2.02	27.52	29.44	3.71	2.89	4.18
	C18:3 ω 6	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
	C18:3 ω 3	0.04	0.60	2.34	2.10	0.90	0.99	1.19
	C20:2 ω 9	0.05	0.00	0.26	0.00	0.00	0.02	0.00
	C20:3 ω 6	0.00	0.00	0.24	0.00	0.12	0.33	0.16
	C20:4 ω 6	0.04	0.79	1.11	0.90	0.59	0.00	0.58
	C20:5 ω 3	0.26	7.48	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
	C22:5 ω 3	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		C22:6 ω 3	0.10	8.48	0.00	0.00	0.00	0.00
	Saturados	65.49	40.23	30.61	32.82	49.32	46.66	50.48
	Monoinsaturados	33.23	39.23	37.69	34.75	45.31	49.10	43.42
	Poliinsaturados	1.28	20.55	31.70	32.44	5.36	4.23	6.10
	Total Omega 3	0.39	16.87	2.34	2.10	0.94	—	1.07
	Total Omega 6	0.65	2.81	29.10	30.34	4.43	3.23	4.92
	Relacion w6/w3	1.65	0.17	12.41	14.44	4.71	—	4.58
	Relación Sat:Mono:Poli	1:0,51:0,02	1:10,98:0,51	1:1,24:1,05	1:1,07:1,01	1:0,93:0,11	1:1,07:0,09	1:0,86:0,12
	Índice de Poliinsaturación	0.02	0.51	1.05	1.01	0.11	0.09	0.12

(a) 11 (b) 8, (c) 9, (d) 4, (e) 12, (f) 12 y (g) 4 muestras analizadas respectivamente, con 2 lecturas cada una.
* Promedio y desviación estándar (Prom. y D.E) para cada tipo de carne analizada.
Sat: Saturados; Mono: Moninsaturados; Poli: Poliinsaturados.

ANEXO 10

Análisis estadístico para las variables AGS, AGMI y AGPI.

• Ácidos Grasos Saturados

Chequeo de Varianza

Test	P-Valor
Cochran's	0,590979
Bartlett's	0,268067
Levene	0,764282

→ Puesto que el p-valor es superior a 0,05, lo que indica que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas al 95% de confianza.

Análisis de Varianza para la variable Ácidos Grasos Saturados

Fuente	Sumas de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	7.538,46	6	1.256,41	69,43	0,0000
Intra grupos	959,133	53	18.096,9		
Total (corregido)	8.497,6	59			

→ Valor $p < 0,05$ indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias para un nivel de confianza del 95%.

Test de rango Múltiple, Tukey 95%

Tipo de carne	Cantidad	Media	Grupos homogéneos
Pollo	9	30,6133	X
Pavo	4	32,8175	XX
Lomito de Merluza Reconstituido	8	39,4863	X
Vacuno Molido	12	46,665	X
Vacuno en Cubo	12	49,3242	X
Posta de Vacuno	4	50,4775	X
Jurel en Conserva	11	65,4882	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
Jurel en Conserva - Lomito de Merluza	*26,0019	6,05736
Jurel en Conserva - Pavo	*32,6707	7,61144
Jurel en Conserva - Pollo	*34,8748	5,85929
Jurel en Conserva - Posta de Vacuno	*15,0107	7,61144
Jurel en Conserva - Vacuno en Cubo	*16,164	5,44157
Jurel en Conserva - Vacuno Molido	*18,8232	5,44157

(Continuación ANEXO 10)

Lomito de Merluza - Pavo	6,66875	7,98295
Lomito de Merluza - Pollo	*8,87292	6,3344
Lomito de Merluza - Posta de Vacuno	*-10,9913	7,98295
Lomito de Merluza - Vacuno en Cubo	*-9,83792	5,95014
Lomito de Merluza - Vacuno Molido	*-7,17875	5,95014
Pavo - Pollo	2,20417	7,83372
Pavo - Posta de Vacuno	*-17,6600	9,21791
Pavo - Vacuno en Cubo	*-16,5067	7,52639
Pavo - Vacuno Molido	*-13,8475	7,52639
Pollo - Posta de Vacuno	*-19,8642	7,83372
Pollo - Vacuno en Cubo	*-18,7108	5,74838
Pollo - Vacuno Molido	*-16,0517	5,74838
Posta de vacuno - Vacuno en Cubo	1,1533	7,52639
Posta de vacuno - Vacuno Molido	3,8125	7,52639
Vacuno en cubo - Vacuno Molido	2,5917	5,32196

* Denota una diferencia significativa.

- **Ácidos Grasos Monoinsaturados**

Determinación de normalidad de datos a través de Coeficiente de Curtosis y Asimetría.

Tipo de carne	Asimetría tipificada	Curtosis tipificada
Jurel en Conserva	0,443501	-1,17381
Lomito de Merluza Reconstituido	-0,207323	-1,05556
Pavo	0,284088	-1,50055
Pollo	-0,0461678	-0,850056
Posta de Vacuno	0,707383	-0,338969
Vacuno Molido	-2,18475	1,11987
Vacuno en Cubo	0,96828	0,216131
Total	0,404765	-1,67201

→ Puesto que los valores totales de asimetría y curtosis se encuentran dentro del rango -2 y 2 se asume normalidad de los datos.

Análisis de la Varianza para la variable Ácidos Grasos Monoinsaturados

Fuente	Sumas de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	1.958,15	6	326.359	19,29	0,0000
Intra grupos	896.587	53	16,9167		
Total (Corregido)	2854,74	59			

→ Valor $p < 0,05$ indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias para un nivel de confianza del 95%.

(Continuación ANEXO 10)

Test de Rango Múltiple, Tukey 95%

Tipo de carne	Cantidad	Media	Grupos homogéneos
Jurel en Conserva	11	33,2282	X
Pavo	4	34,745	XX
Pollo	9	37,6889	XX
Lomito de Merluza	8	40,1075	XX
Posta de Vacuno	4	43,4225	XXX
Vacuno en Cubo	12	45,3125	XX
Vacuno Molido	12	49,1017	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
Jurel en Conserva - Lomito de Merluza	*-6,87932	5,85652
Jurel en Conserva - Pavo	-1,51682	7,35908
Jurel en Conserva - Pollo	-4,46071	5,66502
Jurel en Conserva - Posta de Vacuno	*-10,1943	7,35908
Jurel en Conserva - Vacuno Molido	*-15,8735	5,26116
Jurel en Conserva - Vacuno en Cubo	*-12,0843	5,26116
Lomito de Merluza - Pavo	5,3625	7,71827
Lomito de Merluza - Pollo	2,41861	6,12439
Lomito de Merluza - Posta de Vacuno	-3,315	7,71827
Lomito de Merluza - Vacuno Molido	*-8,99417	5,75286
Lomito de Merluza - Vacuno en Cubo	-5,205	5,75286
Pavo - Pollo	-2,94389	7,57399
Pavo - Posta de Vacuno	-8,6775	8,91229
Pavo - Vacuno Molido	*-14,3567	7,27685
Pavo - Vacuno en Cubo	*-10,5675	7,27685
Pollo - Posta de Vacuno	-5,73361	7,57399
Pollo - Vacuno Molido	*-11,4128	5,55779
Pollo - Vacuno en Cubo	*-7,62361	5,55779
Posta de Vacuno - Vacuno Molido	-5,67917	7,27685
Posta de Vacuno - Vacuno en Cubo	-1,89	7,27685
Vacuno Molido - Vacuno en Cubo	3,78917	5,14551

* indica una diferencia significativa.

- **Ácidos Grasos Poliinsaturados**

Chequeo de Varianza

Test	P-Valor
Cochran's	0,0957385
Bartlett's	0,00198535
Levene	0,0299533

→ Puesto que el p-valor es menor a 0,05, lo que indica que hay diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones típicas al 95% de confianza. Esto invalida la mayoría de los test estadísticos estándar.

- **Test Kruskal-Wallis**

Tipo de carne	Tamaño de la muestra	Rango Medio
Jurel en Conserva	11	8,36364
Lomito de Merluza Reconstituido	8	43,75
Pavo	4	54,25
Pollo	9	53,6667
Posta de Vacuno	4	28,75
Vacuno en Cubo	12	25,6667
Vacuno Molido	12	22,0833

Estadístico = 49.2723 P-valor = 6.57651E-9

→ Valor $p < 0,05$ indica que el factor tiene un efecto significativo al 95% de confianza.