

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

**Ácidos Grasos *Omega-3* y *Omega-6* en las Raciones Alimenticias  
del Programa de Alimentación Escolar de la JUNAEB**

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

**TAMARA CRISTINA SALFATE QUILAQUEO**

VALDIVIA - CHILE

2006

**PROFESOR PATROCINANTE:**

Alejandro Romero Mella

Bioquímico, Ph. D.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos

---

**PROFESOR COPATROCINANTE:**

Marcela Taibo Grossi

Nutricionista

Magíster en Salud Pública

Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas

---

**PROFESOR INFORMANTE:**

Andrea Báez Montenegro

Licenciado en Estadística

Dr. (c) en Economía Aplicada

Instituto de Estadística

---

El presente trabajo de investigación forma parte del Convenio de Colaboración firmado entre la Universidad Austral de Chile y la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas, en apoyo a la mejora continua del Programa de Alimentación Escolar.

Agradecimientos a:

Dirección Nacional de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB)

Departamento de Planificación, Control de Gestión y Estudios de la JUNAEB

Departamento de Alimentación Escolar de la JUNAEB

Décima Dirección Regional de la JUNAEB

Universidad Austral de Chile (UACH)

Dirección de Asuntos Estudiantiles (DAE)

Laboratorio de Fitoquímica

Escuela de Ingeniería en Alimentos

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (Icytal)

## ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Lípidos	3
2.1.1	Clasificación de los lípidos	4
2.1.2	Composición y estructura química de las grasas y aceites	5
2.2	Ácidos grasos	6
2.2.1	Clasificación de los ácidos grasos	7
2.2.1.1	Ácidos grasos saturados	7
2.2.1.2	Ácidos grasos insaturados	8
2.2.2	Familia de ácidos grasos	9
2.2.3	Importancia de los ácidos grasos esenciales	11
2.3	Digestión, absorción, transporte, metabolismo y almacenamiento de los ácidos grasos	12
2.4	Biosíntesis de los ácidos grasos	17
2.4.1	Síntesis y competición en la formación de ácidos grasos poliinsaturados <i>n-3</i> y <i>n-6</i>	18
2.4.2	Competición en la formación y acción de eicosanoides	21
2.5	Fuente de ácidos grasos <i>n-3</i> y <i>n-6</i> para la alimentación humana y sus efectos en la salud	23
2.6	Recomendaciones nutricionales	25
3	MATERIAL Y MÉTODO	27
3.1	Lugar del ensayo	27
3.2	Muestras de las raciones alimenticias	27
3.3	Material	28
3.3.1	Toma de muestras	29
3.3.2	Procesamiento en laboratorio de las muestras de ración servida, provenientes de los establecimientos educacionales	29
3.3.3	Extracción de los lípidos	29

Capítulo	Página	
3.3.4	Preparación de los ésteres metílicos y cromatografía de gases	30
3.4	Metodología	31
3.4.1	Toma de las muestras	31
3.4.2	Preparación de la muestra	31
3.4.3	Análisis proximal	31
3.4.4	Selección de las muestras para el estudio de ácidos grasos <i>n-3</i> y <i>n-6</i>	34
3.4.5	Extracción de los lípidos	34
3.4.6	Preparación de los ésteres metílicos	34
3.4.7	Cuantificación de los ácidos grasos	38
3.4.8	Cálculos y análisis estadístico	39
3.4.8.1	Porcentaje de lípidos	39
3.4.8.2	Contenido de lípidos totales	40
3.4.8.3	Contenido de los ácidos grasos	40
3.4.8.4	Análisis estadístico para la relación <i>n-6/n-3</i>	41
3.4.8.5	Análisis estadístico para los niveles de EPA + DHA	42
3.4.8.6	Análisis estadístico para la recomendación de minutas con adecuados aportes de <i>n-3</i> y <i>n-6</i>	42
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	44
4.1	Pruebas de significación para la implementación del método cromatográfico en laboratorio	44
4.1.1	Selectividad o especificidad	44
4.1.2	Linealidad	44
4.1.3	Precisión	45
4.1.4	Exactitud	45
4.1.5	Sensibilidad	46
4.2	Proporción de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentes en las raciones alimenticias	46
4.3	Análisis descriptivo para los ácidos grasos poliinsaturados presentes en las raciones alimenticias	48
4.4	Relación <i>n-6/n-3</i> presentes en las raciones alimenticias	49
4.5	Niveles de EPA+DHA presentes en las raciones alimenticias	49
4.6	Identificación de minutas con aportes adecuados de ácidos grasos <i>n-3</i> y <i>n-6</i>	51

Capítulo	Página	
4.6.1	Ácidos grasos n-3 y n-6 en las minutas de 700 Kcal.	51
4.6.1.1	Desayunos	51
4.6.1.2	Almuerzos	52
4.6.2	Ácidos grasos n-3 y n-6 en las minutas de 1000 Kcal.	53
4.6.2.1	Desayunos	54
4.6.2.2	Almuerzos	55
5	CONCLUSIONES	56
6	RESUMEN	58
	SUMMARY	59
7	BIBLIOGRAFÍA	60
	ANEXOS	65

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro		Página
1	Ácidos grasos saturados e insaturados más comunes en las grasas y aceites de origen vegetal y animal	9
2	Efecto de los ácidos grasos <i>n-3</i> sobre los mecanismos y desarrollo de inflamación, arterosclerosis y enfermedades inmunes	22
3	Funciones fisiológicas de los eicosanoides y condiciones de aumento de su producción	23
4	Recomendaciones nutricionales de lípidos	26
5	Origen de las muestras reducidas de ración servida	27
6	Ácidos grasos a identificar	39
7	Precisión del método cromatográfico y su coeficiente de variación para los ácidos grasos <i>n-3</i>	45
8	Recuperación del método cromatográfico para los ácidos grasos <i>n-3</i>	46
9	Precisión del método cromatográfico y su coeficiente de variación para los ácidos grasos <i>n-3</i>	46
10	Resumen descriptivo para EPA+DHA en desayunos y almuerzos	50



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Diferentes tipos de lípidos y sus derivados	4
2	Principales familias de ácidos grasos y sus productos de formación	10
3	Proceso digestivo de los triglicéridos	14
4	Destino metabólico de los triglicéridos y ácidos grasos en el tracto digestivo	15
5	Etapas metabólicas de la biosíntesis de los ácidos grasos <i>n-6</i> y <i>n-3</i> a partir de sus precursores	20
6	Distribución porcentual de ácidos grasos de diferentes grasas y aceites de consumo habitual y de uso industrial	25
7	Esquema general para el desarrollo del estudio de los ácidos grasos poliinsaturados en las raciones alimenticias	32
8	Esquema para la toma de muestras de ración servida	33
9	Esquema para la preparación de muestras de ración servida.	35
10	Esquema para la extracción de los lípidos	36
11	(a) Esquema de metilación directa de alimento para peces (b) Esquema de metilación de un músculo de salmón (c) Esquema de metilación de raciones alimenticias	37
12	Proporción de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentes en las raciones alimenticias	47
13	Niveles medios obtenidos en los servicios de desayuno y almuerzo para los ácidos grasos poliinsaturados	48
14	Concentración media (g) obtenida en los ácidos grasos con características <i>n-3</i> y <i>n-6</i> en desayunos y almuerzos	49
15	Relación entre los ácidos grasos <i>n-3</i> y <i>n-6</i> en las raciones alimenticias	50
16	Aportes de ácidos grasos <i>n-3</i> y <i>n-6</i> en desayunos de 250 Kcal. clasificados por componente principal y acompañamiento	52
17	Aportes de ácidos grasos <i>n-3</i> y <i>n-6</i> en almuerzos de 450 Kcal. clasificados por componente principal y acompañamiento	53
18	Aportes de ácidos grasos <i>n-3</i> y <i>n-6</i> en desayunos de 350 Kcal. clasificados por componente principal y acompañamiento	54
19	Aportes de ácidos grasos <i>n-3</i> y <i>n-6</i> en almuerzos de 650 Kcal. clasificados por componente principal y acompañamiento	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Componentes de las muestras de los desayunos y almuerzos	66
2	Ficha técnica para la toma de muestra control de ración servida	67
3	Planilla de muestreo ración servida (cara anverso)	68
4	Planilla de muestreo ración servida (cara reverso)	69
5	Composición de las minutas de las muestras de desayuno y almuerzo	70
6	Comprobación de la selectividad o especificidad del método cromatográfico	72
7	Comprobación de la linealidad del método cromatográfico	73
8	Comprobación de la precisión del método cromatográfico	76
9	Comprobación de la exactitud del método cromatográfico	79
10	Determinación de la sensibilidad del método cromatográfico	83
11	Resumen estadístico descriptivo para los ácidos grasos identificados en desayunos y almuerzos	86
12	Resumen descriptivo para los ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y no identificados en las muestras de raciones alimenticias	87
13	Resumen descriptivo para los ácidos grasos AL, AA, ALA, EPA y DHA en las muestras de raciones alimenticias	87
14	Resumen descriptivo para la sumatoria de los ácidos grasos $n-3$ y $n-6$ en desayunos y almuerzos	87
15	Resultados de los análisis de normalidad, asociación lineal y regresión lineal realizados para la relación $n-6$ y $n-3$ de las muestras de raciones alimenticias	88
16	Prueba de Hipótesis para análisis de distribución normal para los niveles de EPA+DHA en las raciones de desayunos y almuerzos	90
17	Clasificación por tipo de minutas de los desayunos y almuerzos, de acuerdo al componente principal y el acompañamiento del servicio, por programa de alimentación	91
18	Resumen descriptivo para los niveles de $n-3$ y $n-6$ en las minutas clasificadas	92
19	Análisis de varianza para las minutas clasificadas de 700 Kcal	94
20	Análisis de varianza para las minutas clasificadas de 1.000 Kcal	101

## 1 INTRODUCCIÓN

La Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), es una corporación autónoma de derecho público, del sector de educación, la cual tiene como misión facilitar la incorporación, permanencia y éxito en el sistema educacional de niñas, niños y jóvenes en condición de desventaja social, económica, psicológica o biológica, contribuyendo así a la igualdad de oportunidades. Para ello entrega productos y servicios integrales de calidad, como alimentación, salud, vivienda, recreación, útiles escolares y becas.

Entre los programas ejecutados el más representativo es el Programa de Alimentación Escolar (*PAE*), que se describe como un servicio de alimentación de calidad, complementario y diferenciado según las necesidades de los alumnos, entregándose diariamente en todo el país a los niveles de educación preescolar, básica, media, superior, hogares y estudiantes adultos; en la forma de raciones de desayuno, almuerzo, once y/o cena.

Uno de los aspectos más relevantes del PAE es el apoyo a los escolares de menores recursos a crear hábitos de alimentación saludable, permitiendo mejorar la calidad de vida acorde a la situación de salud de la población chilena y a sus principales causas de *morbi-mortalidad*, como son las enfermedades cardiovasculares, hipertensión, cáncer, obesidad, diabetes, anemia y osteoporosis.

Entre los factores que influyen en estas enfermedades, se encuentran el tipo y cantidad de lípidos ingeridos en la dieta, los cuales pueden relacionarse con una mayor probabilidad de padecer de estas enfermedades. Algunos estudios realizados sugieren que ingestas elevadas en ácidos grasos saturados y colesterol están asociadas a un mayor riesgo de cáncer de colon, próstata y mama, y enfermedades coronarias.

En términos de nutrición, existen dos tipos de ácidos grasos importantes que son altamente insaturados, los denominados *omega-6* y *omega-3*. Estudios clínicos y pre-clínicos indican que el consumo en la dieta de estos ácidos grasos, es beneficioso para la salud humana, específicamente el del ácido alfa-linolénico (*ALA*) y sus metabolitos de cadena larga, ácido eicosapentaenoico (*EPA*) y ácido docosahexaenoico (*DHA*), todos pertenecientes a la serie de ácidos grasos de cadena larga *omega-3*.

Otros estudios realizados también sugieren que el alto consumo de *ALA*, *EPA* y *DHA* se asocia a una reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares y cáncer; ejercen un efecto estimulador sobre los procesos de formación y reabsorción ósea; actúan como efecto protector en la piel de la irradiación UV y contribuyen a mantener sus funciones inmunológicas; son fundamentales en la formación de la estructura y en la funcionalidad del sistema nervioso y visual en los humanos, entre otros beneficios para la salud.

Con éstos antecedentes, surge la necesidad de plantear un cambio en la alimentación para mejorar la salud, que apunta hacia el consumo de dietas con alto contenido de ácidos grasos *omega 3* desde la infancia.

El objetivo general de este estudio es investigar la presencia de los diferentes ácidos grasos *omega 3* y *omega 6* presentes en las raciones alimenticias del *PAE* de la JUNAEB, en muestras del país tomadas en el año 2001 y 2002.

Los objetivos específicos del estudio son:

- Identificar la proporción de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentes en las raciones alimenticias.
- Analizar la relación existente entre los ácidos grasos poliinsaturados *omega 6* y *omega 3* presentes en las raciones alimenticias.
- Analizar los niveles de *EPA + DHA* detectados en las raciones alimenticias.
- Analizar las minutas del programa con aportes adecuados de *omega 3* y *omega 6*.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Lípidos

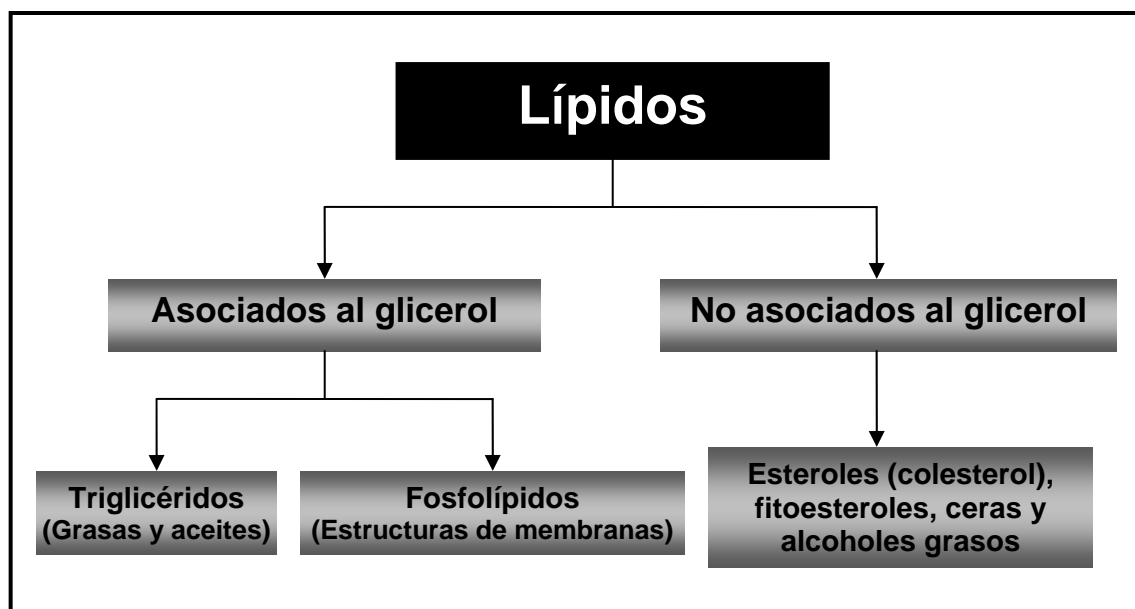
Con el término “lípidos” se designa a una serie heterogénea de sustancias que tienen la propiedad común de ser insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos (metanol, etanol, acetona, éter, benceno, etc.) (RUZ *et al.*, 1996). Bajo esta consideración de solubilidad, hay muchos otros compuestos, como terpenos y carotenoides que también están incluidos. Sin embargo, algunos autores contemplan como lípido sólo aquellas moléculas que son derivados reales o potenciales de los ácidos grasos y sustancias relacionadas, con lo cual se excluyen terpenos, carotenoides y colesterol, pero no los ésteres de este último. Según esta segunda definición, los aceites y grasas se consideran por antonomasia como lípidos (BADUI, 1999).

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

El organismo utiliza los lípidos de la dieta como energía metabólica inmediata. A su vez, desempeñan diversas funciones biológicas importantes actuando: 1) como componentes estructurales de las membranas, 2) como formas de transporte y almacenamiento de combustibles metabólicos, 3) como cubierta protectora y 4) como componentes de la superficie celular relacionados con el reconocimiento de células, la especificidad de la especie y la inmunidad de los tejidos (RUZ *et al.*, 1996).

**2.1.1 Clasificación de lípidos.** Comúnmente los lípidos se dividen en tres grandes grupos en función de su estructura química: simples, compuestos y compuestos asociados. Los lípidos simples abarcan las grasas y los aceites y por lo tanto resultan ser los más abundantes e importantes. Los lípidos compuestos son aquellos que están integrados por una parte lipídica y otra que no lo es, unidas covalentemente; destacándose los fosfolípidos y los glucolípidos; donde 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, el colesterol, etc. (BADUI, 1999).

De manera más simple VALENZUELA *et al.* (1999a) indican, que generalmente los lípidos se pueden dividir en dos grandes grupos estructurales; aquellos que contienen glicerol en su estructura y aquellos que no contienen este polialcohol como componente estructural. Esto se puede resumir en la FIGURA 1 que muestra las derivaciones estructurales de los lípidos.



**FIGURA 1** Diferentes tipos de lípidos y sus derivados.

FUENTE: VALENZUELA *et al.* (1999a).

### 2.1.2 Composición y estructura química de las grasas y aceites<sup>1</sup>.

Químicamente, las grasas son mezclas de glicéridos y a su vez estos son estructuras formadas por la asociación química entre el glicerol y uno, dos ó tres ácidos grasos (monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos respectivamente) (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

Aceites y grasas son los lípidos más interesantes. Están formados fundamentalmente por mezclas de triglicéridos, es decir, ésteres del alcohol trihídrico glicerol y tres residuos de ácidos grasos que pueden, o no, ser idénticos. Los triglicéridos simples poseen tres moléculas de ácidos grasos idénticos; los mixtos tienen más de una especie de ácido graso. Una grasa natural suele ser una mezcla de un número bastante elevado de triglicéridos simples y mixtos (COULTATE, 1998).

El glicerol tiene tres grupos hidroxilos reactivos, y los ácidos grasos un grupo carboxilo reactivo. Por lo tanto, con cada molécula de glicerol pueden combinarse tres moléculas de ácidos grasos, eliminándose tres moléculas de agua (POTTER y HOTCHKISS, 1999).

Los triglicéridos<sup>2</sup> representan normalmente más del 95% en peso de la mayoría de las grasas y aceites alimentarios. Entre los constituyentes minoritarios se encuentran monoglicéridos y diglicéridos, ácidos grasos libres, fosfátidos, esteroides, alcoholes grasos, vitaminas liposolubles y otras sustancias (ZILLER, 1996).

La posición a la cual se le une el ácido graso al glicerol es determinante de sus propiedades físicas (emulsificantes, por ejemplo), químicas (su estabilidad a la hidrólisis o a la oxidación) y nutricionales (los ácidos grasos ubicados en las posiciones 1 y 3 tendrán un destino metabólico diferente del que ocupa la

---

<sup>1</sup> Los aceites no son otra cosa que grasas líquidas a temperatura ambiente y presentan esta condición debido a que los ácidos grasos que forman parte de sus triglicéridos tienen en promedio puntos de fusión menores que la temperatura ambiente (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

<sup>2</sup> También llamados triacilglicéridos (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

posición 2). De esta manera, en forma exacta se define a las grasas como mezclas de diferentes triglicéridos (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

La diversidad de las diferentes grasas y aceites que se encuentran en la naturaleza o que son originadas industrialmente, radica en los ácidos grasos que forman parte de sus triglicéridos, siendo de esta manera los componentes más importantes, tanto desde el punto de vista estructural como nutricional (Harwood citado por VALENZUELA *et al.*, 1999a).

## **2.2 Ácidos grasos**

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 e hidroxilados, de tal manera que en la actualidad se conocen más de 400 ácidos grasos que se localizan en los tejidos animal y vegetal, así como en ciertos microorganismos.

Las características físicas y químicas de los ácidos grasos (por ejemplo, su punto de fusión o su solubilidad en agua) y también sus propiedades nutricionales (contenido energético, digestibilidad, efectos metabólicos, etc.) dependen del número de carbonos que formen la molécula, del número de dobles enlaces que esta posea (uniones dobles entre carbono y carbono), de la posición que ocupen los dobles enlaces en la cadena y de la isomería que estos presenten (isomería *cis* o *trans*) (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

Los ácidos grasos se designan mediante su nombre químico (nombre sistemático) aunque más comúnmente se utilizan nombres triviales. La notación es relativamente simple. Por ejemplo, un ácido graso saturado de 18 carbonos



se identifica como C18:0 (ó simplemente 18:0), donde el cero indica la ausencia de dobles enlaces. Si este ácido graso presenta un doble enlace, se le designa como C18:1, si tiene dos dobles enlaces C18:2 y su notación es C18:3 si tiene tres dobles enlaces (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

**2.2.1 Clasificación de los ácidos grasos.** Los ácidos grasos se pueden clasificar de acuerdo con la longitud de la cadena, el número, posición y configuración de 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).

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).

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

**2.2.1.1 Ácidos grasos saturados.** Generalmente son de cadena recta, principalmente con número par de átomos de carbono, pero también se han detectado ácidos grasos impares en materias grasas comestibles de origen animal y marino, como así mismo, se han encontrado algunos ácidos grasos ramificados (MASSON y MELLA, 1985).

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

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).

Los ácidos grasos saturados también se identifican como *SAFAs*, del inglés saturated fatty acids (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

**2.2.1.2 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 presentarse dos tipos de isomerismos: uno de posición y otro geométrico de tipo *cis - trans* que le confiere propiedades diferentes a los ácidos grasos (MASSON y MELLA, 1985).

Cuando un ácido graso presenta un único doble enlace se le denomina “monoinsaturado” o “monoénico”. Si contiene más de uno se le llama “poliinsaturado” o “poliénico” (ZILLER, 1996).

La presencia de dobles enlaces en la estructura de un ácido graso cambia notablemente sus propiedades químicas y físicas. Por ejemplo, mientras un ácido graso saturado puede ser un sólido a temperatura ambiente, el ácido graso mono o poliinsaturado de igual número de carbono será generalmente un líquido (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

Los largos de cadena para los ácidos grasos insaturados habituales en las materias grasas comestibles son más restringidos. Los monoinsaturados se encuentran entre 10 y 22 átomos y los poliinsaturados entre 16 y 22 átomos de carbono (MASSON y MELLA, 1985).

Los ácidos grasos monoinsaturados también se identifican como *MUFAs*, del inglés monounsaturated fatty acids y los poliinsaturados *PUFAs*, del inglés polyunsaturated fatty acids (VALENZUELA *et al.*, 1999a).

En el CUADRO 1, se pueden identificar los ácidos grasos saturados e insaturados más comunes en las grasas y aceites de origen vegetal y animal.

**2.2.2 Familia de ácidos grasos.** Las relaciones estructurales entre los ácidos grasos no conjugados obtenidos por biosíntesis, se ponen de manifiesto claramente cuando se indica la posición del doble enlace a partir del grupo

metilo terminal y se clasifican en el mismo grupo los ácidos grasos que tienen igual terminación metilo (se indica esta manera de contar añadiendo “ $\omega^1$ ”). Se obtiene así tres familias  $\omega 3$ ,  $\omega 6$  y  $\omega 9$ , respectivamente, cuyos componentes más frecuentes son ácidos grasos  $C_{18}$  relacionados estructuralmente con unos pocos compuestos de peso molecular más alto (BELITZ, 1997).

**CUADRO 1 Ácidos grasos saturados e insaturados más comunes en las grasas y aceites de origen vegetal y animal.**

Nombre sistemático	Abreviatura	Nombre común	Origen típico
<b>SATURADOS:</b>			
Butanoico	4:0	Butírico	Mantequilla
Hexanoico	6:0	Capríco	Mantequilla
Octanoico	8:0	Caprílico	Aceite de coco
Decanoico	10:0	Cáprico	Aceite de coco
Dodecanoico	12:0	Láurico	Aceite de coco
Tetradecanoico	14:0	Mirístico	Mantequilla, aceite de coco
Hexadecanoico	16:0	Palmítico	La mayoría de grasas y aceites
Octadecanoico	18:0	Esteárico	La mayoría de grasas y aceites
Eicosanoico	20:0	Araquídico	Aceite de maní
Docosanoico	22:0	Behénico	Aceite de maní
<b>INSATURADOS:</b>			
Monoinsaturados:			
9-Decenoico	10:1	Caproleico	Mantequilla
9-Doceenoico	12:1	Lauroleico	Mantequilla
9-Tetradecenoico	14:1	Miristoleico	Mantequilla
9-Hexadecenoico	16:1	Palmitoleico	Algunos aceites de pescado, grasa de vacuno
9-Octadecenoico	18:1	Oleico	La mayoría de grasas y aceites
9-Octadecenoico	18:1	Elaídico	Mantequilla
11-Octadecenoico	18:1	Vaccénico	Mantequilla
9-Eicosaenoico	20:1	Gadoleico	Manteca de cerdo
13-Docosaenoico	22:1	Erúcico	Aceite de canola
Poliinsaturados:			
9,12-Octadecadienoico	18:2	Linoleico	La mayoría de grasas y aceites
9,12,15-Octadecatrienoico	18:3	Linolénico	Aceites de soya y canola
5,8,11,14-Eicosatetraenoico	20:4	Araquidónico	Algunos aceites de pescado
5,8,11,14,17-Eicosapentaenoico	20:5	EPA	Algunos aceites de pescado
4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoico	22:6	DHA	Algunos aceites de pescado

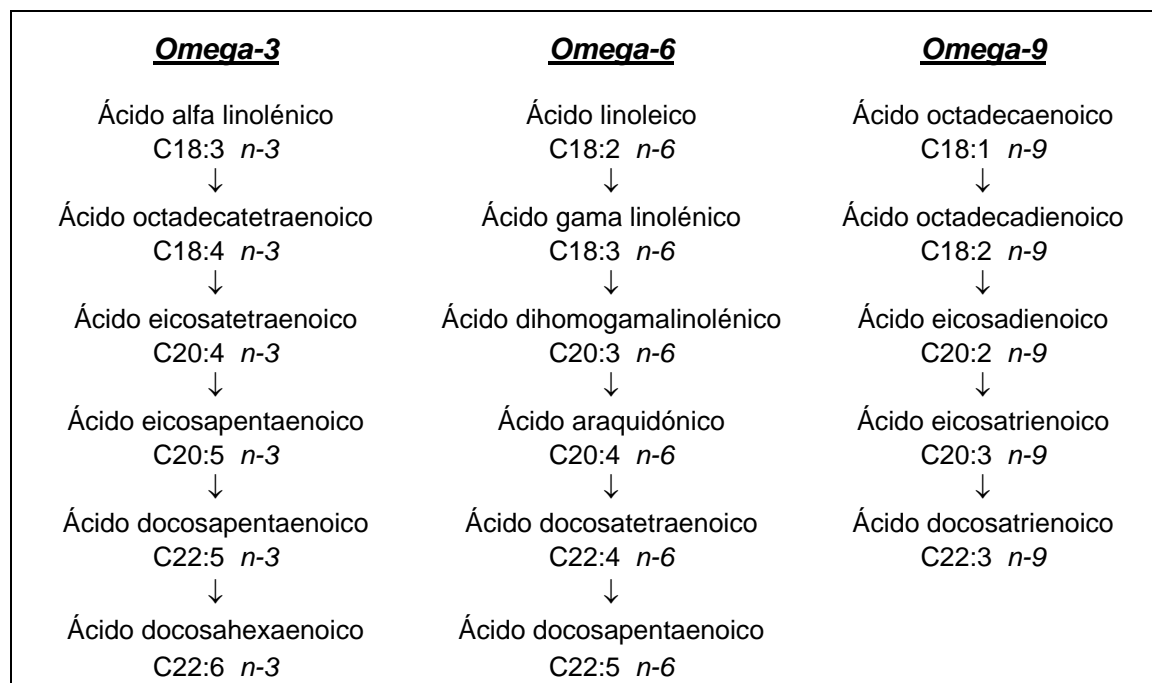
FUENTE: Elaboración propia a partir de FENNEMA (2000); MASSON y MELLA (1985); y ZILLER (1996).

<sup>1</sup> Nomenclatura usada para los ácidos grasos no saturados *omega* o *n*-minus (*n*-m), empleado para designar sitios de especificidad enzimático (ZILLER, 1996).

MASSON y MELLA (1985) señalan que la presencia del doble enlace origina familias de ácidos grasos que tienen una misma estructura terminal y que les confieren propiedades y roles biológicos diferentes. Si se designa por la letra n (*omega* o  $\omega$ ) el grupo metilo terminal de la cadena del ácido graso y, desde este punto, se cuentan los carbonos hasta llegar al primer doble enlace, se tienen las siguientes familias:

- Familia del ácido oleico C18:1  $\omega$ 9.
- Familia del ácido linoleico C18:2  $\omega$ 6.
- Familia del ácido linolénico C18:3  $\omega$ 3.
- Familia del ácido cetoleico C22:1  $\omega$ 11.

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



**FIGURA 2 Principales familias de ácidos grasos y sus productos de formación.**

FUENTE: MASSON y MELLA (1985).

De acuerdo a la posición del primer doble enlace en la cadena para la agrupación de las familias o series de ácidos grasos, VALENZUELA *et al.* (1999a) explican, que cuando el primer doble enlace está ubicado entre el C9 y C10 (contando desde el grupo metilo terminal), estas moléculas originan la familia o serie de ácidos grasos denominada *omega-9*,  $\omega$ -9 ó *n-9*; existiendo otro grupo de ácidos grasos, ahora poliinsaturados, cuyo primer doble enlace está entre C6 y C7, dando origen a la serie de los *omega-6*,  $\omega$ -6 ó *n-6*. Una tercera serie de ácidos grasos, cuyo primer doble enlace está ubicado entre el C3 y C4, origina la serie de los ácidos grasos *omega-3*,  $\omega$ -3 ó *n-3*.

**2.2.3 Importancia de los ácidos grasos esenciales.** Los lípidos han sido considerados tradicionalmente como fuente de energía metabólica, sin embargo, hoy se sabe que ellos aportan algunos ácidos grasos específicos que son indispensables<sup>1</sup> para la vida (RUZ *et al.*, 1996).

Los ácidos grasos esenciales son aquellos que deben suministrarse en la alimentación e incluyen miembros tanto de la serie *n-6* como de la serie *n-3* (FAO/OMS, 1997).

Los ácidos linoleico y linolénico se consideran ácidos grasos esenciales, porque no pueden ser biosintetizados y son necesarios para importantes funciones corporales, como el crecimiento y el buen estado de la piel y el pelo, por este motivo deben ser proporcionados por la dieta (LAWSON, 1999). 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. De aquí se deduce la importancia de las familias de ácidos grasos nombrados, debido a que por una parte la

---

<sup>1</sup> Ácidos grasos indispensables: ac. linoleico y linolénico, se dicen indispensables ya que el hombre no los sintetiza y requieren estar presentes en la dieta diaria en una proporción de 1 a 2% de los lípidos totales consumidos (BADUI, 1996).

estructura terminal permanece inalterable y por otra, no es posible el paso de un ácido graso de una familia a otra (MASSON y MELLA, 1985).

Algunas veces se han considerado esenciales los ácidos araquidónico (C20:4), eicosapentaenoico (C20:5) y docosahexaenoico (C22:6). Principalmente, son componentes esenciales de las membranas de la retina y sistema nervioso central y son precursores de los compuestos similares a hormonas, mediadores del sistema defensivo, como las prostaglandinas (LAWSON, 1999).

Los ácidos grasos son cruciales para el desarrollo normal fetal e infantil de la población. El cerebro es grande comparado con el tamaño y el peso corporal. La demanda de ácidos grasos esenciales por parte del feto es mayor hacia el final de la gestación. Se debe prestar atención a las dietas maternas antes de la concepción, durante la gestación y después en las fórmulas infantiles, principalmente en bebés prematuros (LAWSON, 1999).

Los ácidos grasos esenciales son importantes en la síntesis de muchas estructuras celulares y varios compuestos de importancia biológica. Estudios recientes han demostrado los beneficios de otros ácidos grasos de cadena más larga en el crecimiento y desarrollo de los niños de corta edad. Los ácidos araquidónico y docosahexaenoico (DHA) se deben considerar esenciales durante el desarrollo de los primeros años (LATHAM, 2002).

### **2.3 Digestión, absorción, transporte, metabolismo y almacenamiento de los ácidos grasos**

La digestión de los lípidos es un proceso complejo que ocurre en la cavidad bucal, gástrica e intestinal del ser humano. El proceso de hidrólisis de los triglicéridos requiere de la participación de varias enzimas lipolíticas, denominadas lipasas<sup>1</sup> y de cofactores, hormonas y sales biliares que son

---

<sup>1</sup> Cuya denominación bioquímica es acil-éster-hidrolasas, corresponden a enzimas relativamente específicas en su actividad catalítica y algunas de ellas se distinguen por su alta estereoespecificidad (VALENZUELA *et al.*, 2002a).

necesarios para la actividad específica de cada una de ellas (VALENZUELA *et al.*, 2002a).

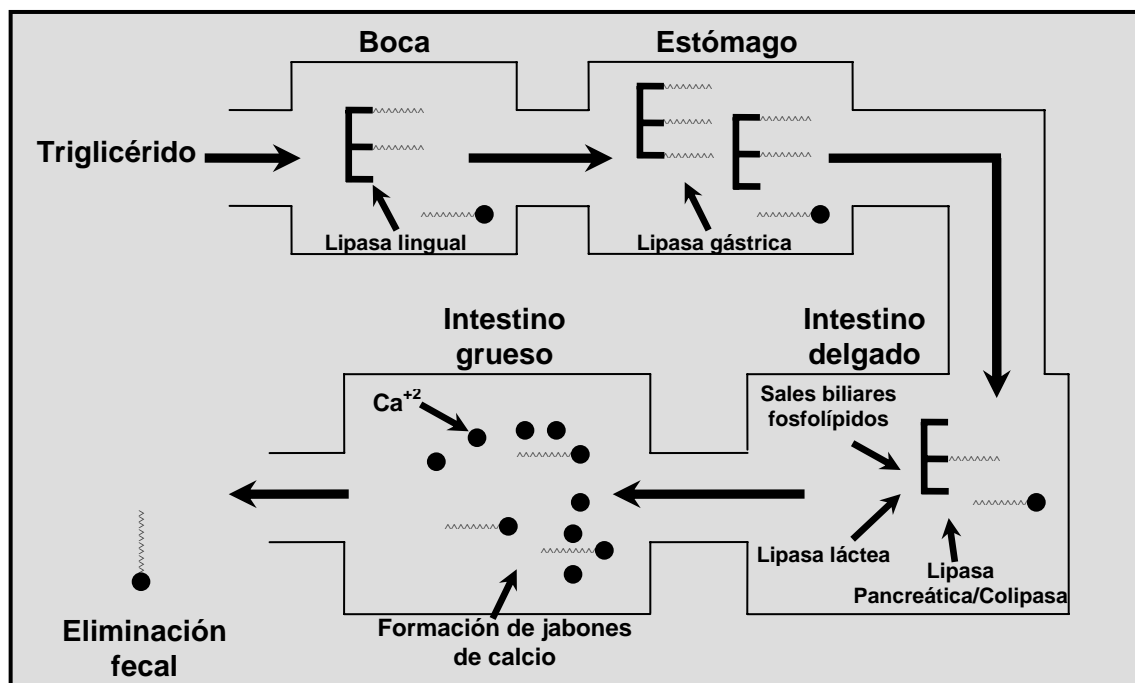
El proceso de digestión de los triglicéridos contenidos en la dieta se inicia con la intervención de la *lipasa lingual*. Esta lipasa actúa sobre el bolo alimenticio en su tránsito hacia el estómago y durante la permanencia del alimento en este órgano (VALENZUELA *et al.*, 1999b). Además se ha descrito una *lipasa gástrica* secretada por la mucosa del estómago. Sus características son similares a la de la *lipasa lingual* y, por lo general, se le considera como una sola unidad estructural e hidrolítica (VALENZUELA *et al.*, 2002a).

Las grasas que entran en el intestino se mezclan con la bilis y posteriormente se emulsionan. La emulsión es entonces tratada por las *lipasas* segregadas por el páncreas. La *lipasa pancreática* cataliza la hidrólisis de los ácidos grasos de las posiciones 1 y 3, generando 2-monoacilglicéridos (FAO/OMS, 1997).

En resumen, los triacilglicéridos son hidrolizados por las lipasas obteniéndose ácidos grasos libres y, consecutivamente, 2,3-diacilglicéridos y 2-monoacilglicéridos que son hidrolizados a glicerol y ácidos grasos libres (BENDER y BENDER, 1997).

El destino de los ácidos grasos liberados durante la hidrólisis depende de su tamaño y grado de saturación, parámetros que afectan la solubilidad y punto de fusión (VALENZUELA *et al.*, 1999b). La FIGURA 4 esquematiza el destino metabólico de los ácidos grasos dietarios.

Si los ácidos grasos tienen una longitud de cadena de 10 átomos o menos, como es el caso de los triglicéridos de cadena media, estos ácidos son transportados a través de la vena porta al hígado, donde se metabolizan rápidamente. Los triglicéridos que contienen ácidos grasos de longitud de cadena de más de 10 átomos de carbono son transportados vía linfática (LAWSON, 1999).



**FIGURA 3** Proceso digestivo de los triglicéridos.

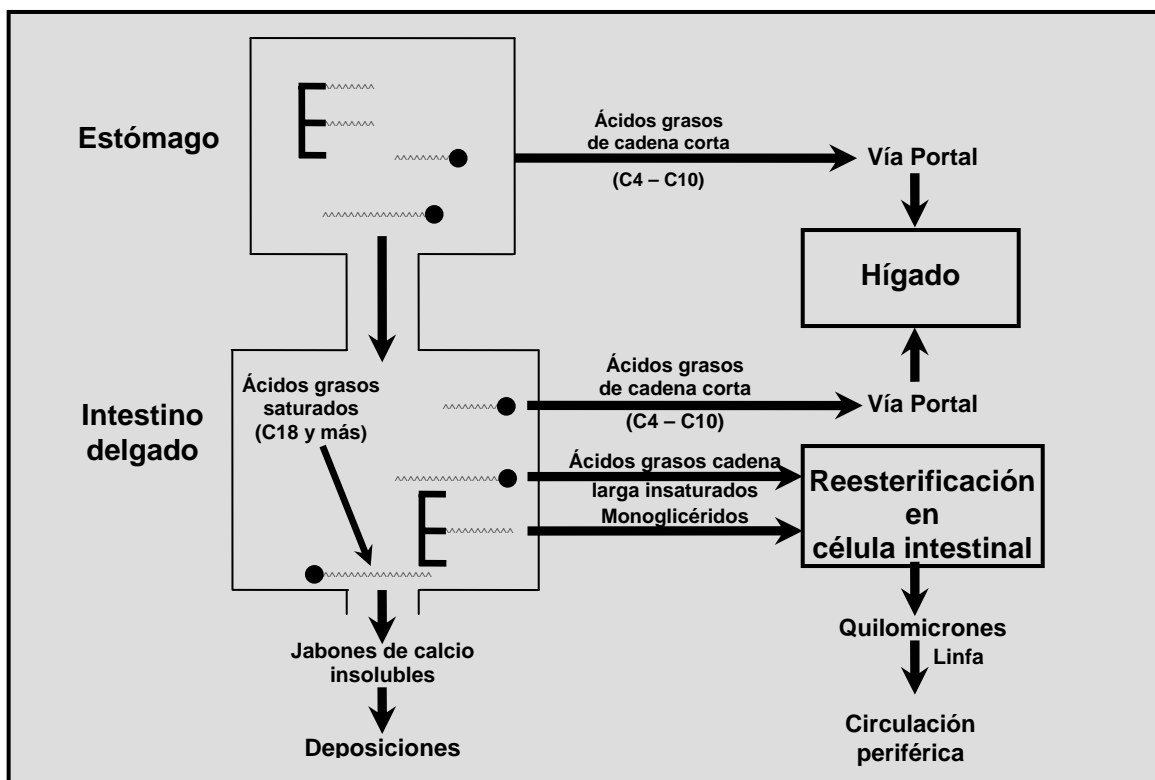
FUENTE: VALENZUELA *et al.* (2002a).

Por consiguiente, SUAREZ *et al.* (1999), advierten que la grasa absorbida por el intestino y los lípidos sintetizados por el hígado y el tejido adiposo deben ser vehiculizados entre los diferentes tejidos para ser utilizados y almacenados. Los lípidos son insolubles en agua y plantean el problema de cómo serán transportados en un ambiente acuoso como la sangre. La solución está en la asociación de lípidos no polares (triacilgliceroles y colesterol esterificado) con lípidos anfipáticos (fosfolípidos y colesterol) y proteínas para generar una *lipoproteína*<sup>1</sup> soluble en agua.

<sup>1</sup> Según SUAREZ *et al.* (1999), se han identificado cinco grupos mayoritarios de lipoproteínas de importancia fisiológica y en diagnóstico clínico. Los grupos son:

1. Quilomicrones de origen intestinal y derivados de la absorción de la grasa de la dieta.
2. Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), derivadas de la exportación de triacilgliceroles por el hígado.
3. Lipoproteínas de densidad intermedia (IDL), primeros derivados del catabolismo de las VLDL.
4. Lipoproteínas de baja densidad (LDL), la etapa final de las VLDL.
5. Lipoproteínas de alta densidad (HDL), involucradas en el metabolismo de VLDL y Quilomicrones y también en el del colesterol.





**FIGURA 4 Destino metabólico de los triglicéridos y ácidos grasos en el tracto digestivo.**

FUENTE: VALENZUELA *et al.* (2002a).

Los ácidos grasos son transportados en la sangre como complejos de albúmina o como lípidos esterificados en las *lipoproteínas*. Éstas consisten en un núcleo de triacilglicéridos y ésteres de ácidos grasos de colesterol y un revestimiento formado por un estrato de fosfolípidos en el que se encuentran esparcidas moléculas de colesterol sin esterificar. Las cadenas plegadas de una o más apolipoproteínas se extienden por encima de la superficie y, con los fosfolípidos anfipáticos, permiten que los lípidos del núcleo sean transportados por la sangre (FAO/OMS, 1997).

El metabolismo exógeno de las lipoproteínas involucra la formación de los quilomicrones por parte de las células intestinales. Los quilomicrones entregan la carga de ácidos grasos a los tejidos periféricos y se convierten en quilomicrones remanentes, cuyo destino final es el hígado. El metabolismo endógeno de las lipoproteínas se inicia con la secreción de las VLDL por parte

del hígado. Las VLDL entregan ácidos grasos a los tejidos periféricos y se convierten en ILD. Estas lipoproteínas son reconocidas por el hígado y también transformadas en LDL, después de reconocer el colesterol esterificado desde las HDL (VALENZUELA *et al.*, 2000a).

La lipoproteína HDL recorre los tejidos a través del sistema vascular recogiendo el colesterol (no esterificado) que se libera constantemente producto del recambio de membranas celulares, como también captando el colesterol liberado desde los quilomicrones y de las VLDL (VALENZUELA *et al.*, 2000a). El hígado es el destino final del catabolismo de los ésteres de colesterol de la HDL (SUAREZ *et al.*, 1999).

Los ácidos grasos libres liberados por hidrólisis de las triacilglicerinas gracias a la lipoproteína lipasa penetran las células por difusión pasiva y son rápidamente reesterificados en su interior. Algunos son incorporados a los fosfolípidos que forman parte de la membrana ó como precursores de eicosanoides, otros pasan a triacilglicerinas para depósito de energía y otros contribuyen a la formación de colesterol. También pueden ser utilizados para proporcionar energía, especialmente en el corazón, músculo, riñón y plaquetas (DUPONT, 1991).

Finalmente PRIMO (1997), indica que los triglicéridos se almacenan en el tejido adiposo y en el muscular para ser utilizados, cuando el consumo energético lo requiera, mediante el metabolismo oxidativo.

Con respecto al metabolismo oxidativo, SUAREZ *et al.* (1999), afirman que la oxidación de los ácidos grasos tiene lugar en la mitocondria, en la que cada ruta cataliza síntesis de un derivado acetyl-CoA por diferentes enzimas, empleando para ello  $\text{NAD}^+$  y FAD como coenzimas y generando ATP.

En la oxidación, la molécula de ácido graso es degradada de dos en dos átomos de carbonos empezando por su extremo carboxi-terminal. Un acil-CoA saturado se degrada mediante una secuencia repetitiva de reacciones: oxidación con FAD, hidratación, oxidación con  $\text{NAD}^+$  y tiólisis con CoA. La

escisión se produce entre los carbonos  $\alpha$  y  $\beta$  respecto al grupo carboxilo, de lo que adquiere el nombre de  $\beta$ -oxidación (SUAREZ *et al.*, 1999).

## 2.4 Biosíntesis de los ácidos grasos

La biosíntesis de ácidos grasos (lipogénesis) no es sencillamente la inversa de la oxidación de los ácidos grasos, sino un proceso completamente diferente que se desarrolla en un compartimiento celular distinto. La lipogénesis tiene lugar en el citosol, en donde los derivados acetil-CoA están continuamente ligados a un complejo multienzimático que emplea NADPH como coenzima y requiere tanto ATP como  $\text{HCO}_3^-$ . Por lo tanto, un sistema enzimático del retículo endoplásmico es responsable de la elongación de los ácidos grasos (SUAREZ *et al.*, 1999).

La elongación de los ácidos grasos generados por la *ácido graso sintasa* es un proceso catalizado por enzimas (*elongasas*) situadas en la cara citosólica de la membrana del retículo endoplásmico que emplean malonil-CoA como donador de acetilos y NADPH como reductor. Además, otras enzimas también localizadas en esta membrana y denominadas *desaturasas*, introducen dobles enlaces en los Acil-CoA de cadena larga, para lo que emplean oxígeno, NADH o NADPH y el citocromo  $b_5$  (SUAREZ *et al.*, 1999).

**2.4.1 Síntesis y competición en la formación de ácidos grasos poliinsaturados *n-3* y *n-6*.** Para algunas funciones metabólicas y también estructurales, se requieren ácidos grasos poliinsaturados de mayor número de carbonos. A estos ácidos grasos, se les identifica como ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga y son formados en el organismo a partir de ácidos grasos precursores, ya sea de la serie *n-6* u *n-3*, los que son sometidos a procesos de elongación y de desaturación, particularmente en el hígado (VALENZUELA y NIETO, 2003).

FAO/OMS (1997), explica que los ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico son metabolizados por desaturación y alargamiento de la cadena, dando derivados

de ácidos grasos esenciales de cadena larga, que dan lugar a dos familias de ácidos  $n-6$  y  $n-3$ .

En cambio, los ácidos grasos  $n-9$  no son esenciales ya que los humanos pueden introducir una insaturación a un ácido graso saturado en esa posición. No ocurre lo mismo con los ácidos grasos  $n-6$  y  $n-3$ , ya que el organismo no puede introducir insaturaciones en dichas posiciones (VALENZUELA y NIETO, 2003).

Masson y Mella citado por SANTIBÁÑEZ, (2003), señalan que los organismos animales, ya sean terrestres o acuáticos, no pueden 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 puede hacer el organismo animal es elongar la cadena e introducir nuevos dobles enlaces a continuación de los originales y en dirección del grupo carboxílico de la molécula.

Con respecto a lo anterior, RUZ *et al.* (1996), indican que todos los mamíferos y particularmente el hombre son incapaces de sintetizar el ácido linoleico (C18:2  $n-6$ ) y ácido alfa linolénico (C18:3,  $n-3$ ). Por esta razón, deben ser entregados con la dieta. El ácido linoleico y alfa linolénico al ser consumidos con los alimentos, pueden ser transformados por el organismo en ácidos grasos con un número mayor de dobles enlaces y con cadenas más largas, utilizando sistemas enzimáticos constituidos por *desaturasas* y *elongasas*.

SUAREZ *et al.* (1999), señalan que los ácidos grasos de las series  $n-3$ ,  $n-6$  y  $n-9$  compiten por las  $\Delta 6$ -*desaturasa*, que muestran afinidad por los ácidos en orden de preferencia  $n-3$  a  $n-6$  y a  $n-9$ .

Por lo tanto, según DUPONT (1991), existe una interacción competitiva entre los ácidos grasos, de modo que los de la familia 18:3  $n-3$  suprimen el metabolismo de los de la familia 18:2  $n-6$  y la familia 18:2  $n-6$  suprime el de los de la familia 18:3  $n-3$ , aunque en menos potencia.

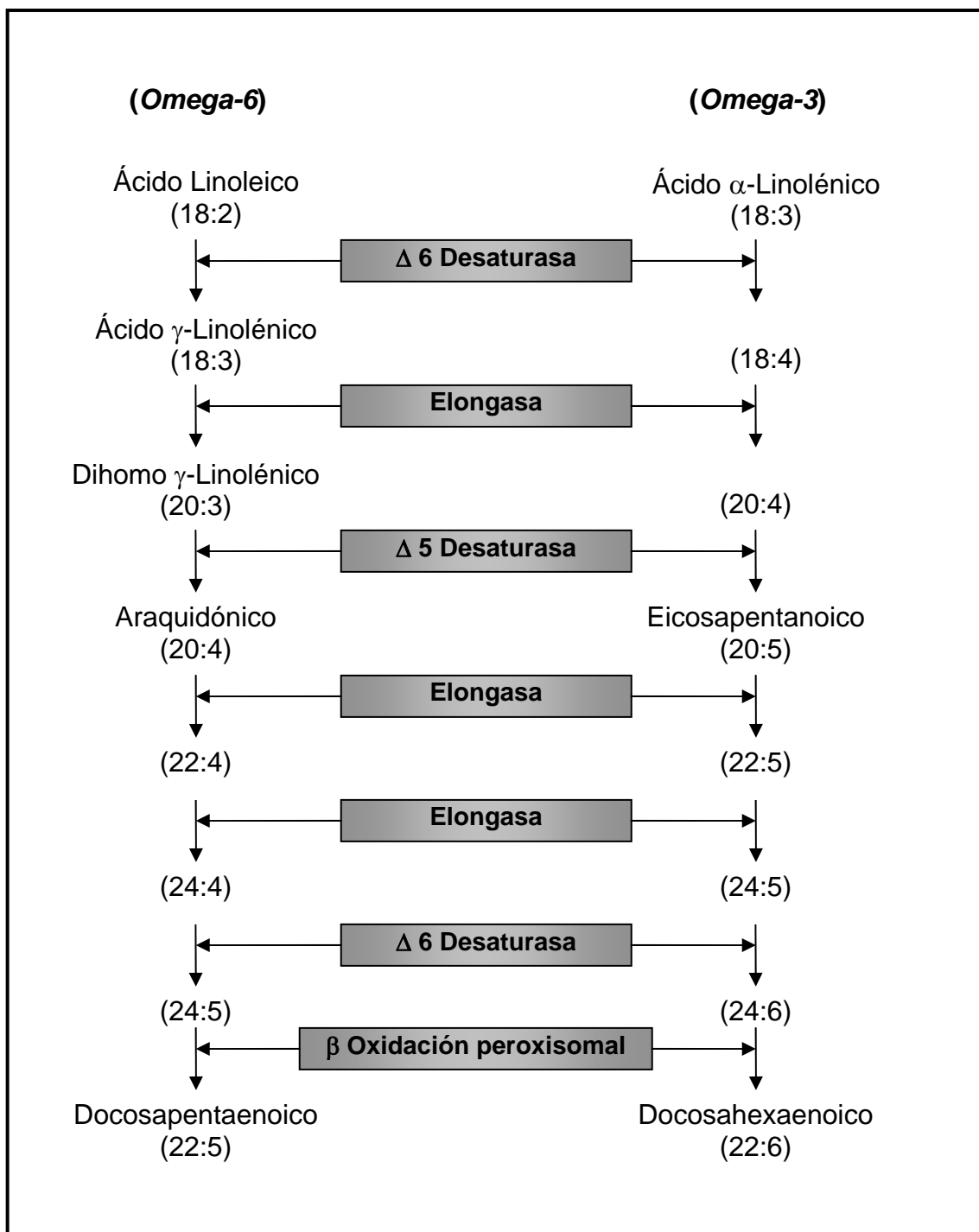
Además de los procesos de elongación y desaturación, los ácidos grasos poliinsaturados de 22 átomos de carbono 22:4 (*n-6*) y 22:5 (*n-3*) pueden sufrir una retroconversión a sus homólogos de 20 átomos de carbono 20:4 (*n-6*) y 22:5 (*n-3*) por un proceso de  $\beta$ -oxidación peroxisomal (SUAREZ *et al.*, 1999). Sin embargo, VALENZUELA *et al.* (2000a), explican que de existir la retroconversión peroxisomal para los ácidos grasos poliinsaturados *omega-6*, sería metabolíticamente de poca importancia, ya que prácticamente todo el flujo de productos sería dirigido a la formación de ácido araquidónico.

La FIGURA 5, muestra las etapas metabólicas de la biosíntesis de ácidos grasos *n-6* y *n-3* a partir de sus precursores, apreciándose que en ambos circuitos metabólicos los derivados del ácido linoleico 18:2 (*n-6*) y del ácido alfa linolénico 18:3 (*n-3*), comparten las mismas enzimas para sus respectivos productos de formación.

Los primeros miembros de cada familia de ácidos grasos compiten por la misma  $\Delta 6$ -desaturasa, cuya velocidad de conversión aumenta con el número de dobles enlaces. Esta enzima de actividad altamente regulada o limitante de la velocidad se encuentra bajo control de muchos factores dietéticos y hormonales y se cree que es importante en la síntesis de ácido docosahexaenoico (DHA) (Brener citado por FAO/OMS, 1997).

Este tipo de efecto puede explicar porque las ingestiones elevadas de ácido linoleico reducen el nivel de DHA. Del mismo modo, la actividad de la  $\Delta 5$ -desaturasa está modulada por factores dietéticos y hormonales (FAO/OMS, 1997).

El proceso bioquímico de elongación y de desaturación del ácido linoleico y del ácido alfa linolénico, es realizado por enzimas localizadas en el retículo endoplasmático y en los peroxisomas de las células hepáticas (VALENZUELA y NIETO, 2003).



**FIGURA 5** Etapas metabólicas de la biosíntesis de ácidos grasos *n-6* y *n-3* a partir de sus precursores.

FUENTE: VALENZUELA y NIETO (2001).

**2.4.2 Competición en la formación y acción de eicosanoides.** Los eicosanoides son productos de la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados de 20C. Incluyen las prostaglandinas, tromboxanos, prostaciclina y leucotrienos (CONIGLIO, 1988).

En la síntesis de prostaglandinas, prostaciclina y tromboxanos están involucradas las ciclo-oxigenasas y, en la formación de leucotrienos, las lipoxigenasas; estos últimos derivados cumplen roles en la regulación inmune durante la hipersensibilidad (RUZ *et al.*, 1996).

El ácido araquidónico 20:4 (*n*-6) (AA) y el ácido eicosapentaenoico 20:5 (*n*-3) (EPA) compiten por la ciclooxigenasa y la lipoxigenasa que producen, respectivamente, prostaglandinas, tromboxanos de la serie 2 y leucotrienos de la serie 4 desde el AA y prostaglandinas y tromboxanos de la serie 3 y leucotrienos de la serie 5 desde el EPA. El EPA inhibe la formación de eicosanoides desde el AA, y además los eicosanoides producidos por éste interfieren en la acción de los eicosanoides formados por el AA. Los eicosanoides producidos desde el AA son generalmente más activos biológicamente que los producidos desde el EPA y los eicosanoides respectivos compiten por los mismos receptores de las membranas celulares (Bell *et al.*, Sargent *et al.*, citado por SANTIBAÑEZ, 2003).

Los ácidos grasos 20:4 (*n*-6) y 20:5 (*n*-3) son sustratos para la síntesis de prostaciclina de la serie PGI<sub>1</sub> y PGI<sub>2</sub>, respectivamente sintetizados en el endotelio vía prostaciclina sintetasa, ambas previenen la formación de trombos accidentales, y la adhesión de plaquetas en la pared arterial. Las prostaglandinas de las series PGE<sub>2</sub> y PGE<sub>3</sub>, controlan las actividades vasoconstrictoras y la trombogénesis. Los leucotrienos LTB<sub>4</sub> y LTB<sub>5</sub>, interactúan en la contracción y dilatación vascular y en la interacción de leucocitos con el endotelio en la respuesta inmune (RUZ *et al.*, 1996).

Un consumo dietético exagerado del precursor 18:2 (*n*-6) da origen a una mayor síntesis endógena de 20:4 (*n*-6). El aumento de 20:4 (*n*-6) en los fosfolípidos de





**CUADRO 3 Funciones fisiológicas de los eicosanoides y condiciones de aumento de su producción.**

APARATO O SISTEMA	PG involucrada
<b>Funciones fisiológicas</b>	
Cardiovasculares	TX <sub>A2</sub> , PGI <sub>2</sub>
Agregación plaquetaria	PGI <sub>2</sub> , PG <sub>E2</sub>
Flujo sanguíneo	PGI <sub>2</sub> , PG <sub>E2</sub>
Cierre del conducto arterioso	
Renales	PGI <sub>2</sub>
Liberación de renina	PG <sub>E2</sub>
Excreción de agua	PG <sub>E2</sub> , PGI <sub>2</sub>
Flujo sanguíneo	
Gastrointestinales	PG <sub>E2</sub>
Efecto citoprotector	PG <sub>E2</sub>
Flujo sanguíneo	
Reproducción	PG <sub>F2</sub>
Contracción muscular	
<b>Funciones fisiológicas</b>	
Inflamación	PG <sub>E2</sub> , LT <sub>s</sub>
Reacciones alérgicas	PG <sub>s</sub> , TX <sub>A2</sub> , LT <sub>3</sub>
Mastocitosis	PG <sub>D2</sub>
Hipercalcemia del cáncer	PG <sub>E2</sub>
Síndrome de Bartter	PGI <sub>2</sub>
Persistencia del conducto arterioso	PG <sub>E2</sub> , PGI <sub>2</sub>
Dismenorrea	PG <sub>F2α</sub>
PGI, prostaciclina; TX, tromboxano; PG, prostaglandina; LT, leucotrieno	

FUENTE: DUPONT (1991).

## 2.5 Fuente de ácidos grasos *n*-3 y *n*-6 para la alimentación humana y sus efectos en la salud

Los aceites vegetales comestibles de origen terrestre, en su gran mayoría, constituyen un buen aporte de ácidos grasos *n*-6 (principalmente ácido linoleico). Solo algunos aceites, como el aceite de soya, canola, o linaza, aportan cantidades pequeñas, no superiores al 10% de ácidos grasos *n*-3 (ácido alfa linolénico). Son los organismos de origen marino, vegetales y animales, los que aportan cantidades significativas de ácidos grasos *n*-3, especialmente aquellos de cadenas muy largas como el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA) (VALENZUELA *et al.*, 2002b).

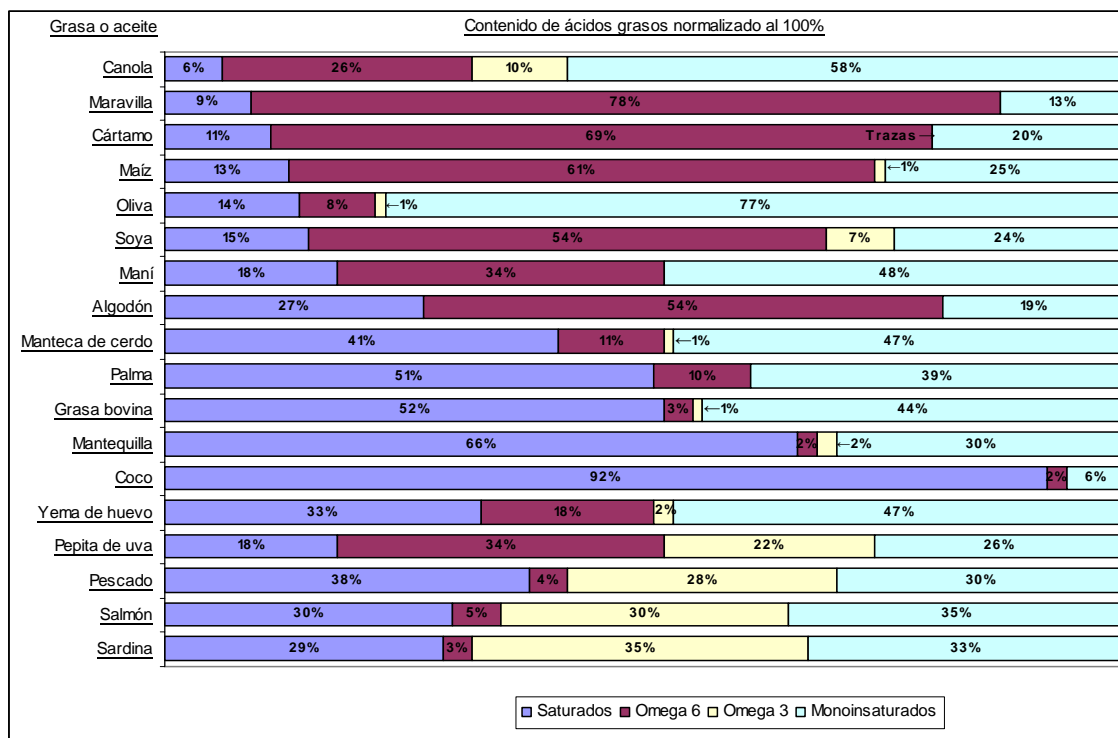
Los vegetales marinos (algas, micro algas y componentes del fitoplancton), lo sintetizan a partir de precursores más simples, como el ácido alfa linolénico, mediante procesos de elongación y desaturación realizados por enzimas presentes en los cloroplastos y en el citoplasma de estos vegetales. La presencia de DHA en los animales de origen marino (peces, crustáceos, bivalvos, mamíferos) se debe a la capacidad de algunos de ellos para sintetizarlo a partir de precursores más simples o, a que este ácido graso, al igual que el EPA, es incorporado a los tejidos de estos animales como parte de la cadena alimentaria (VALENZUELA, 1999).

Los vegetales terrestres no sintetizan ni EPA ni DHA, aunque algunos ejemplares forman importantes cantidades del precursor más importante, el ácido alfa linolénico (VALENZUELA, 1999).

La FIGURA 6 muestra la distribución porcentual de ácidos grasos de diferentes grasas y aceites de consumo habitual y de uso industrial, enfatizando su contenido de ácidos grasos *n-6* y *n-3*.

El EPA produce efectos hipotriglicéridémicos, hipocolesterolémicos y antiinflamatorios, por lo tanto, su consumo se asocia con la prevención de las enfermedades cardiovasculares. El DHA es un ácido graso esencial para el desarrollo y la función del sistema nervioso, por lo cual, es muy importante en la etapa de gestación y de crecimiento del hombre y de los mamíferos en general (VALENZUELA *et al.*, 2002b).

Según MAZZA (2000), se han observado efectos fisiológicos de los ácidos grasos *n-3* en los siguientes campos: (1) corazón y circulación, (2) respuesta inmunológica y (3) cáncer. En el primer grupo se incluyen la prevención o tratamiento de la aterosclerosis, trombosis, hipertriacilglucemia e hipertensión. El segundo grupo incluye el tratamiento del asma, artritis, migraña, psoriasis y nefritis. Finalmente, en la tercera categoría se incluyen el cáncer de mama, próstata y colon.



**FIGURA 6 Distribución porcentual de ácidos grasos de diferentes grasas y aceites de consumo habitual y de uso industrial.**

FUENTE: NETTLETON (1995); VALENZUELA (1999); VALENZUELA *et al.* (2002b).

## 2.6 Recomendaciones nutricionales

RUZ *et al.* (1996), señalan que las recomendaciones nutricionales de los lípidos se realizan tomando en consideración el evitar los déficit de ácidos grasos esenciales y, por otra parte, los riesgos de enfermedades crónicas no transmisibles como obesidad, aterosclerosis, cáncer. El CUADRO 4 muestra las cifras propuestas por Comités Internacionales de la ingesta de lípidos.

Asimismo, se han establecido recomendaciones para el consumo de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga *n*-3. Por ejemplo, la Fundación Británica para la Nutrición (British Nutrition Foundation), estima que el consumo de EPA + DHA en la población europea adulta debiera ser de 1,0 a 1,25 g/día. Sin embargo, esta misma institución estima que el consumo real de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga en la dieta occidental es de 0,25 g/día. Un

informe reciente de un comité Internacional de Expertos, sugiere que la ingesta adecuada de los *n-3* debe ser de 0,8 a 0,9 g/día, considerando una dieta de 2000 Kcal/día (VALENZUELA *et al.*, 2000b).

**CUADRO 4 Recomendaciones nutricionales de lípidos.**

<b>NUTRIENTES</b>	<b>INGESTA RECOMENDADA</b>
Grasa Total	30% o menos de las calorías totales
Ácidos Grasos Saturados	Menos que el 10% de la calorías totales
Ácidos Grasos Poliinsaturados	Hasta el 10% de las calorías totales
Ácidos Grasos Monoinsaturados	10% a 15% de las calorías totales
Calorías Totales	Para lograr y mantener peso deseable

FUENTE: FAO/WHO citado por RUZ *et al.* (1996).

A su vez, en Estados Unidos las recomendaciones indican que el consumo adecuado en niñas y niños de hasta 13 años de edad de ácidos grasos *n-3*, varía en un rango de 0,6 a 1,2 g/día, en cambio para los ácidos grasos *n-6*, la recomendación varía de 5 a 10 g/día (FOOD AND NUTRITION BOARD. INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES, 2005).

Las recomendaciones para una proporción máxima en el consumo de ácidos grasos *n-6*: ácidos grasos *n-3* varía entre 5:1 y 10:1 (Simopoulos *et al.* citado por VALENZUELA *et al.*, 2000b). Esto también es mencionado en las recomendaciones relativas al consumo de ácidos grasos esenciales por FAO/OMS (1997), que indica que la relación entre ácido linoleico y ácido  $\alpha$ -linolénico debería estar comprendida entre 5:1 y 10:1 y que a personas en que dicha relación sea superior a 10:1, debería estimularse a que consuman alimentos ricos en *n-3*, como hortalizas de hoja verde, legumbres, pescado y mariscos.

### 3 MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar del ensayo

La recepción de las muestras (reducidas, secadas y molidas), para posterior preparación y extracción de la materia grasa, se realizó en las dependencias del laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile. El perfil de ácidos grasos se obtuvo de la materia grasa extraída de las muestras de raciones alimenticias, análisis realizado en el Instituto de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Austral de Chile (UACH), Valdivia, X Región.

**3.2 Muestras de las raciones alimenticias.** Desde la Red de Laboratorios de la JUNAEB (CUADRO 5), se obtuvieron para su análisis 105 muestras reducidas de ración servida de las escuelas que están incorporadas en el PAE, siendo seleccionadas al azar y provenientes de distintas regiones del país, de zonas urbanas y rurales, de fácil y difícil acceso, de los años 2001 y 2002, respectivamente. Estas se componen en forma tal e independiente por desayunos, almuerzos u onces del PAE, con un aporte nutricional diario de 700 y 1000 Kcal del nivel de educacional de enseñanza básica.

**CUADRO 5 Origen de las muestras reducidas de ración servida.**

Laboratorio de origen	Región	Nº muestras
Departamento de Química y Alimentos, Cesmec.	1ª	6
Escuela Ingeniería en Alimentos, P. Universidad Católica de Valparaíso.	5ª	8
Lab. de Experimentación, Control y Certificación de Alimentos, Univ.del Bío Bío	7ª	9
Departamento de Ingeniería Química, Universidad de la Frontera.	9ª	7
Departamento de Química y Alimentos, Cesmec.	10ª	9
Laboratorio de Fitoquímica, Universidad Austral de Chile.	10ª	18
Centro de Análisis de Alimentos, Universidad de los Lagos.	10ª	13
Laboratorio de Fitoquímica, Universidad Austral de Chile.	11ª	6
Laboratorio de Alimentos y Análisis Químico, DICTUC.	13ª	14
Gestión de Calidad y Laboratorios (GCL), Fundación Chile	13ª	9
ANALAB	13ª	6

La composición de las muestras está definida de acuerdo al servicio entregado, considerándose como un todo, según la siguiente descripción definida en las Bases Administrativas, Técnicas y Operativas del PAE (CHILE. JUNAEB, 2005a<sup>1</sup>):

- Desayunos/onces:
  - Porción líquida: → Leche (con azúcar, con sabor o cereal)  
→ Yogurt
  - Porción sólida: → Pan (con agregados salados o dulces)  
→ Galletas (con o sin agregado)  
→ Cereales y fruta
- Almuerzos:
  - Ensalada (verduras solas o combinadas, cocidas o crudas),
  - Guiso (de vacuno, pollo, pavo, cerdo, cordero; leguminosas, productos del mar, o verdura; se incluyen las papas, leguminosas y los huevos en este ítem),
  - Postre (leche, frutas frescas y deshidratadas, gelatinas),
  - Pan (sólo programa de 1000 calorías diarias).

En el ANEXO 1, se indican los tipos de agregados dulces y salados que pueden conformar parte de las muestras de los desayunos al igual que los ingredientes mínimos que contienen las preparaciones culinarias de los almuerzos.

### **3.3 Material**

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

---

<sup>1</sup> Corresponde a la referencia de las Bases Administrativas, Técnicas y Operativas, propuesta pública N°08/2005, del PAE de JUNAEB para los años 2005 – 2006 – 2007 y Febrero de 2008.

**3.3.1 Toma de muestra.** Los materiales utilizados son los siguientes descritos en el protocolo de muestreo para el convenio JUNAEB-UACH (CHILE. UACH, 2003a) y en las Bases Administrativas y Técnicas para el control de ración servida y control de alimentos del PAE (CHILE. JUNAEB, 2005b<sup>1</sup>):

- Espátulas, cuchillos, bidones de plástico de 2 litros, bolsas plásticas, papel engomado, lápices, alimentos de reposición, alcohol gel, alcohol 96%, algodón, servilletas o toalla de papel, delantal, gorro, malla para el pelo, mascarillas, calculadora, balanza, cajas térmicas con enfriadores de gel y las fichas de terreno<sup>2</sup>.
- Norma Chilena N°43 Of. 81<sup>3</sup>.

**3.3.2 Procesamiento en laboratorio de las muestras de ración servida, provenientes de los establecimientos educacionales.** Los materiales, reactivos y equipos utilizados, se detallan a continuación de acuerdo a las especificaciones del protocolo propuesto por JUNAEB para este proceso en las Bases Administrativas y Técnicas, propuesta pública N°3/2005 (CHILE. JUNAEB, 2005b) y el protocolo implementado por el laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Austral de Chile (CHILE. UACH, 2003b):

- Material de laboratorio de vidrio y de plástico
- Balanza (sensibilidad 0,1 g) y procesadora de alimentos
- Ácido Salicílico P.A.
- Estufa de secado

**3.3.3 Extracción de los lípidos.** Los materiales, reactivos y equipos utilizados se detallan a continuación, de acuerdo a la metodología implementada por el

---

<sup>1</sup> Corresponde a la referencia de las Bases Administrativas y Técnicas, propuesta pública N°03/2005, especificadas para la prestación de servicios de análisis y control de alimentos y ración servida años 2005 – 2006 – 2007 y hasta Febrero de 2008.

<sup>2</sup> Ver ANEXO 2, 3 y 4, los cuales muestran las fichas utilizadas para el muestreo (laboratorio de Fitoquímica, Universidad Austral de Chile).

<sup>3</sup> CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN), (1961).

laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Austral de Chile (CHILE. UACH, 2002):

- Balanza analítica, Sartorius A 200 B 80100 – 21, de sensibilidad igual o mayor a 0,0001 g
- Manta Calefactora Electrotermal N° EME6 0100/CE
- Equipo de destilación simple
- Mantas calefactores Electromantle
- Mezcla de éteres (etílico: petróleo 1:1), de calidad P. A.
- Material de vidrio
- Papel filtro

**3.3.4 Preparación de los ésteres metílicos y cromatografía de gases.** De acuerdo a la metodología implementada en el Instituto de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Austral de Chile, los materiales, equipos y reactivos utilizados son los siguientes:

- Equipo cromatográfico de gases PERKIN – ELMER, con detector de ionización de llama (FID) a 260°C.
- Columna capilar: N-WAX 530 (fused silica) (FAMEs)
  - Marca: SUPELCO N° de catalogo: 24136
  - Longitud: 30 metros y diámetro interno: 0,53 mm
  - Film: 0,50  $\mu\text{m}$
- Estándar externo: mezcla de ácidos grasos (PUFA N°3); (C14:0, C16:0, C16:1, C16:2, C16:4, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C18:4, C20:1, C20:4, C20:5, C22:5, C22:6).
  - Marca: SUPELCO N° catálogo 47085-U
  - Cantidad: 100 mg



- Estufa y balanza analítica.
- Reactivos: sodio metílico, éter de petróleo, metanol (todos calidad cromatográfica, libre de residuos).
- Material de vidrio: matraces, jeringas (1µL), etc.

### **3.4 Metodología**

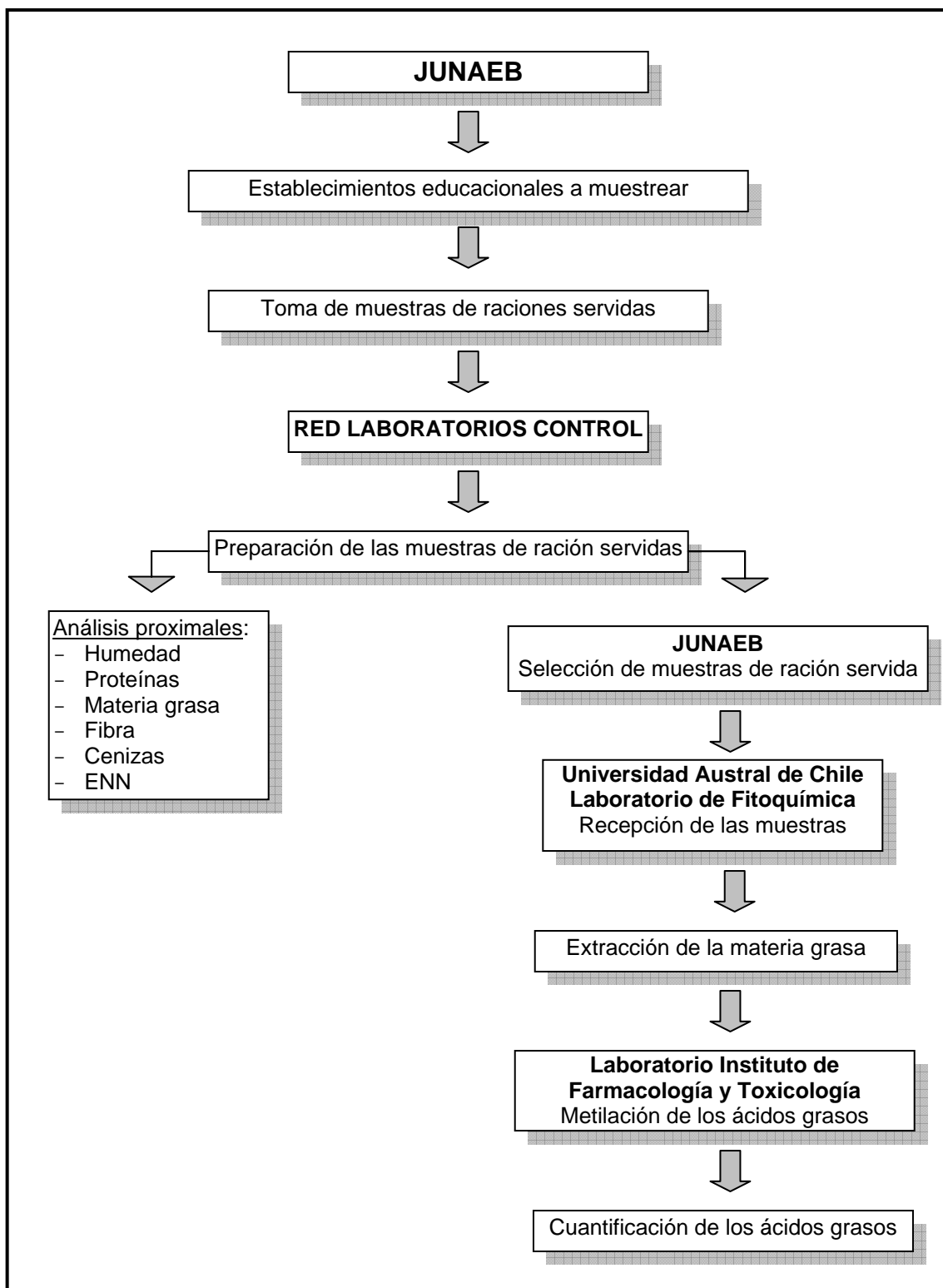
En la FIGURA 7, se detalla el esquema general del estudio realizado, describiéndose a continuación.

**3.4.1 Toma de las muestras.** Se realizó de acuerdo a las Bases Administrativas y Técnicas, propuesta pública N°3/2005 (CHILE. JUNAEB, 2005b), y se esquematiza de forma simplificada en la FIGURA 8.

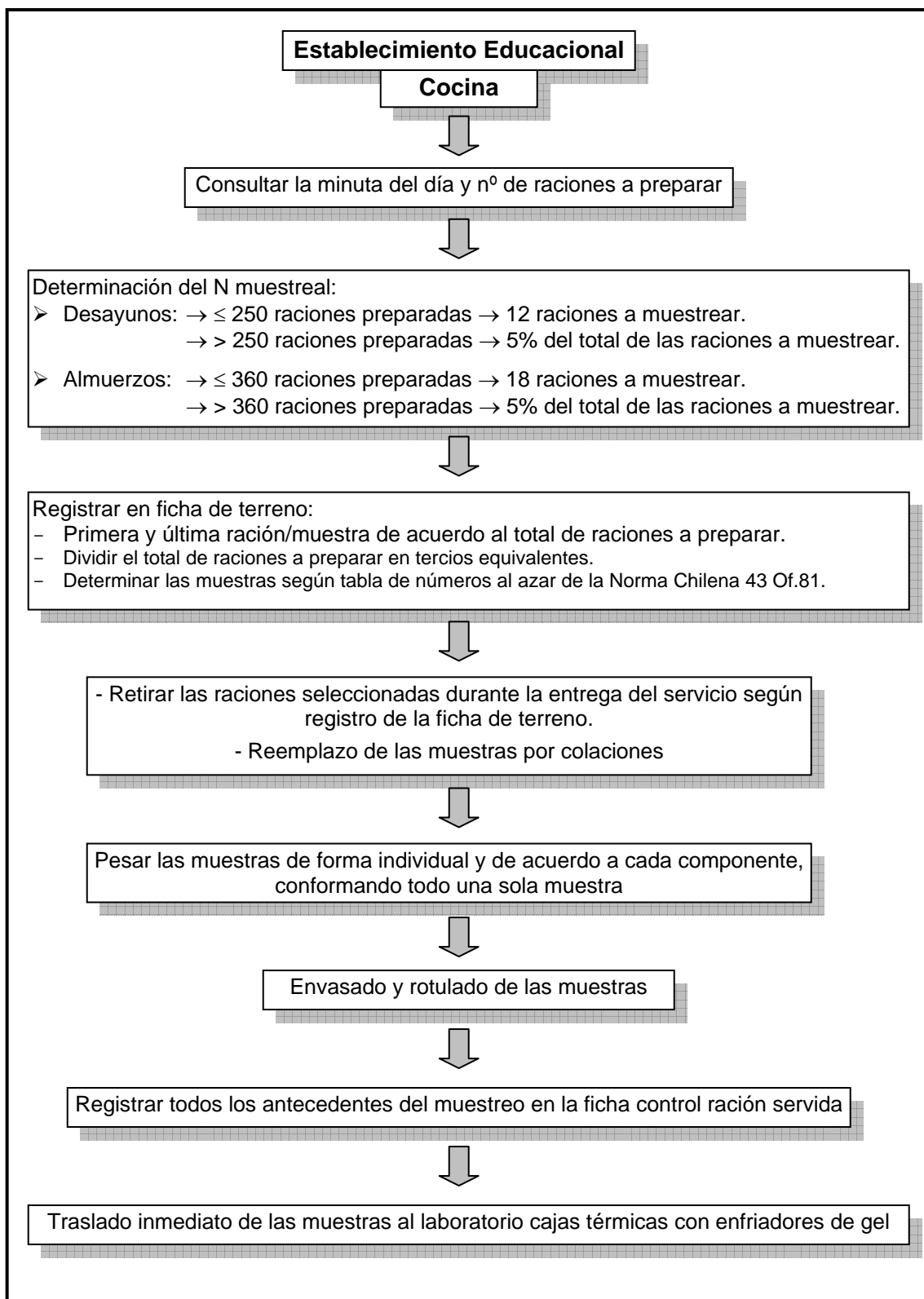
**3.4.2 Preparación de la muestra.** Este procedimiento establece una metodología para procesar las muestras obtenidas en terreno mediante un proceso de reducción, de acuerdo a las Bases Administrativas y Técnicas, propuesta pública N°3/2005 (CHILE. JUNAEB, 2005b), ésta se ejemplifica en la FIGURA 9.

**3.4.3 Análisis proximal.** Según las Bases Administrativas y Técnicas, propuesta pública N°3/2005 (CHILE. JUNAEB, 2005b), las técnicas analíticas aplicadas por los distintos laboratorios destinados para el análisis proximal de las muestras de ración servida son las siguientes:

- Determinación de humedad por método termogravimétrico.
- Determinación de proteínas por método Kjeldahl (nitrógeno total).
- Determinación de materia grasa por método de hidrólisis ácida.
- Determinación de fibra por método de oxidación e hidrólisis.
- Determinación de cenizas por método de mineralización por vía húmeda.



**FIGURA 7** Esquema general para el desarrollo del estudio de los ácidos grasos poliinsaturados en las raciones alimenticias.



**FIGURA 8** Esquema para la toma de muestras de ración servida.

#### **3.4.4 Selección de las muestras para el estudio de ácidos grasos *n-3* y *n-6*.**

Ésta fue determinada por el Departamento de Alimentación Escolar de la Dirección Nacional de la JUNAEB, quien seleccionó los laboratorios a nivel nacional, debiendo entregar las contramuestras almacenadas a temperaturas de refrigeración al laboratorio de Fitoquímica de la Universidad Austral de Chile, las que conforman un total de 105 muestras. Paralelamente, los laboratorios seleccionaron las muestras al azar, cumpliendo con el requisito de las calorías según el programa de alimentación entregado.

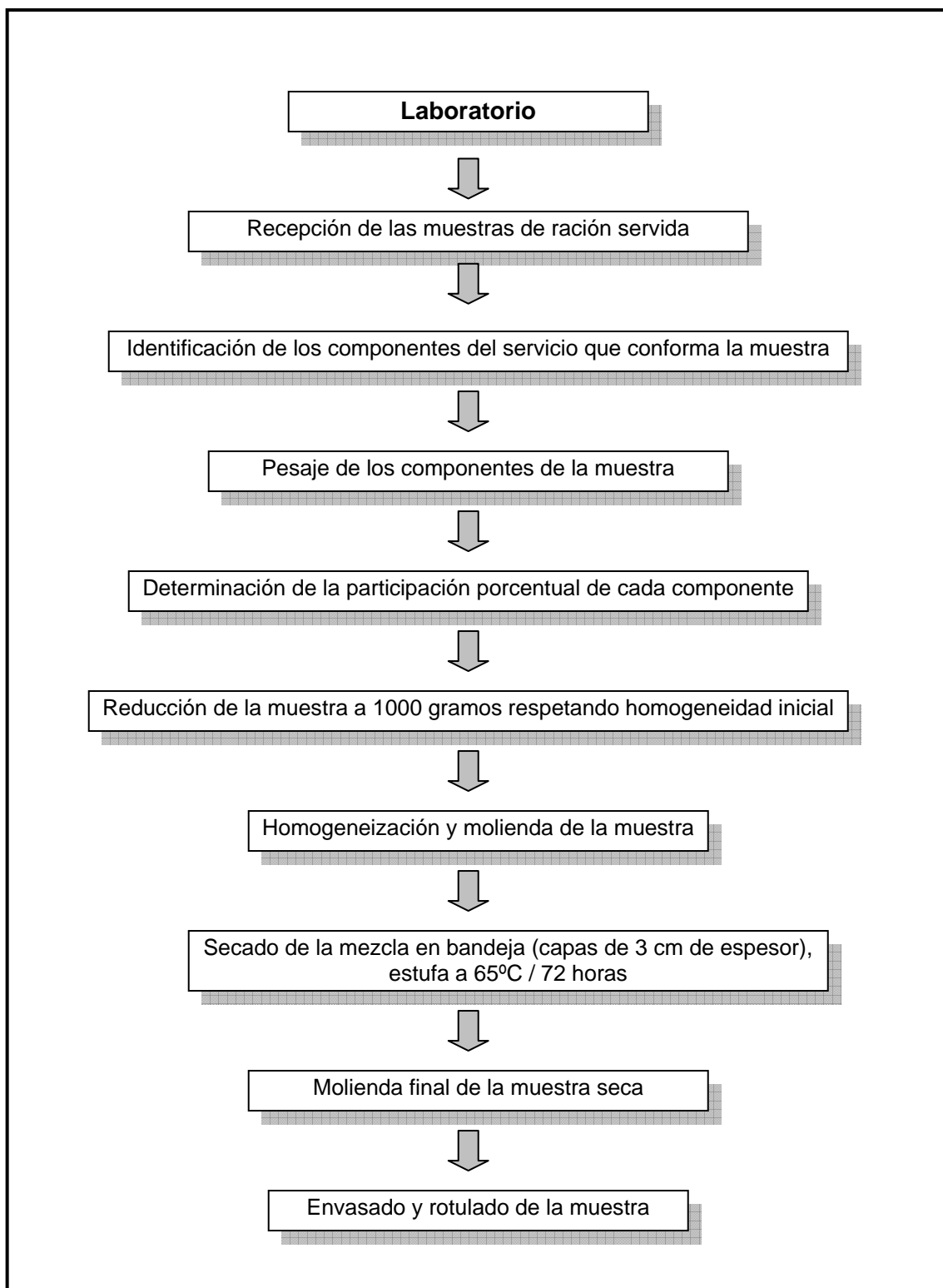
**3.4.5 Extracción de los lípidos<sup>1</sup>.** Este procedimiento se realizó por el método SOXHLET, de acuerdo a los protocolos de análisis del Laboratorio de Fitoquímica implementado para la extracción de los lípidos en muestras de ración servida, administrado por JUNAEB (CHILE. UACH, 2002), el cual siguió el procedimiento que se muestra en la FIGURA 10.

**3.4.6 Preparación de los ésteres metílicos.** Para el análisis de ácidos grasos, las muestras de grasa de ración servidas fueron metiladas<sup>2</sup> directamente según método usado por Cantellops *et al.*, citado por SANTIBAÑEZ (2003), para la determinación de lípidos en fórmulas infantiles, este método propuesto es utilizado por SANTIBAÑEZ (2003), para el análisis de ácidos grasos de alimento de peces y de músculo de salmón (ver FIGURA 11a y 11b). En la FIGURA 11c, se puede observar el esquema del método utilizado para la metilación de las muestras para este estudio.

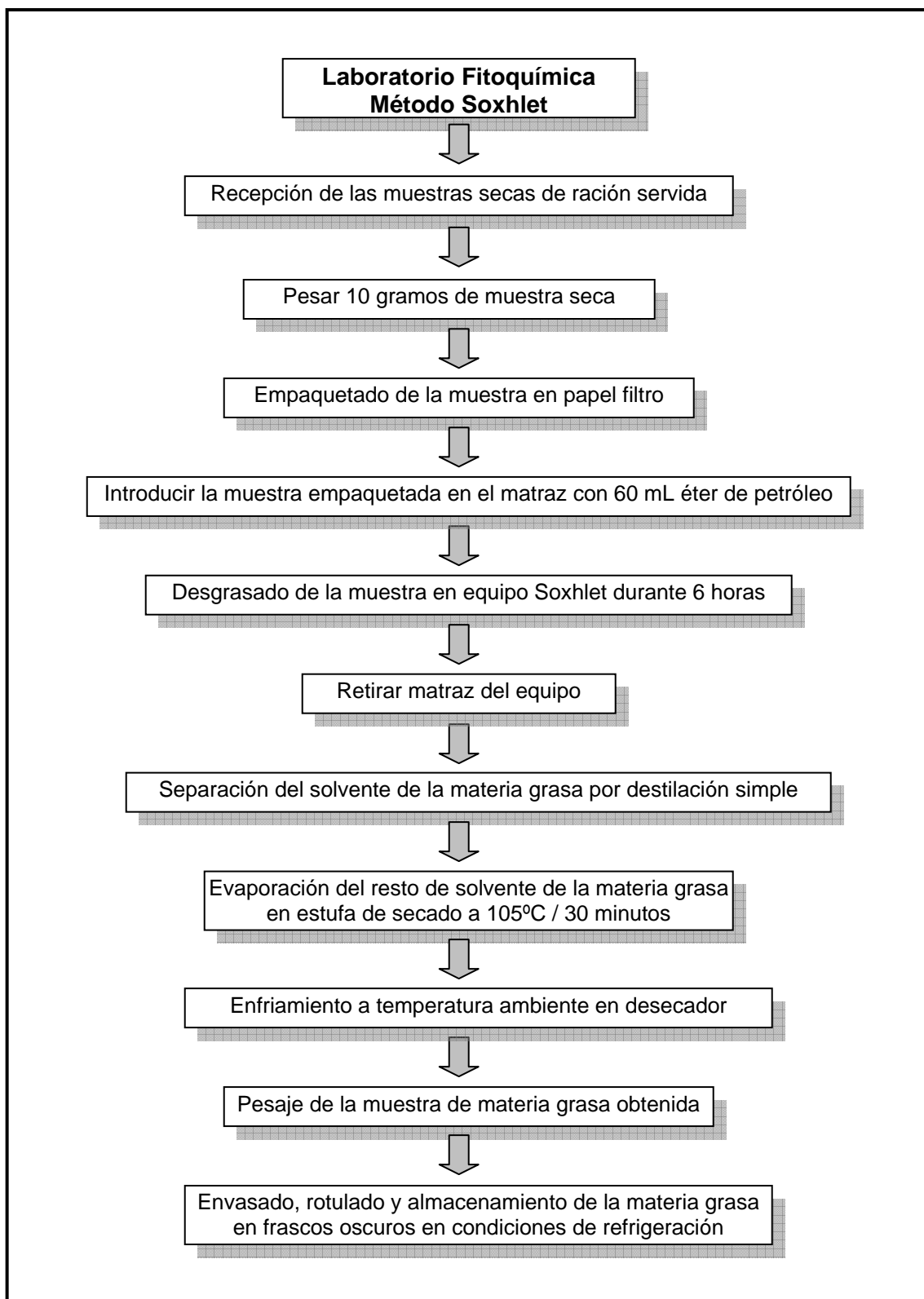
---

<sup>1</sup> Según ADRIAN *et al.* (2000), los lípidos simples se extraen fácilmente con solventes polares, como éter etílico o de petróleo, el cloroformo o el benceno, que son solventes capaces de romper las interacciones hidrófobas que unen los lípidos a los otros compuestos. Para la cuantificación de los lípidos totales existe un procedimiento más drástico denominado hidrólisis ácida, que se inicia con una desorganización completa de la muestra; esto facilita la posterior extracción de la fase grasa, pero imposibilita el análisis cualitativo de las diferentes clases de lípidos.

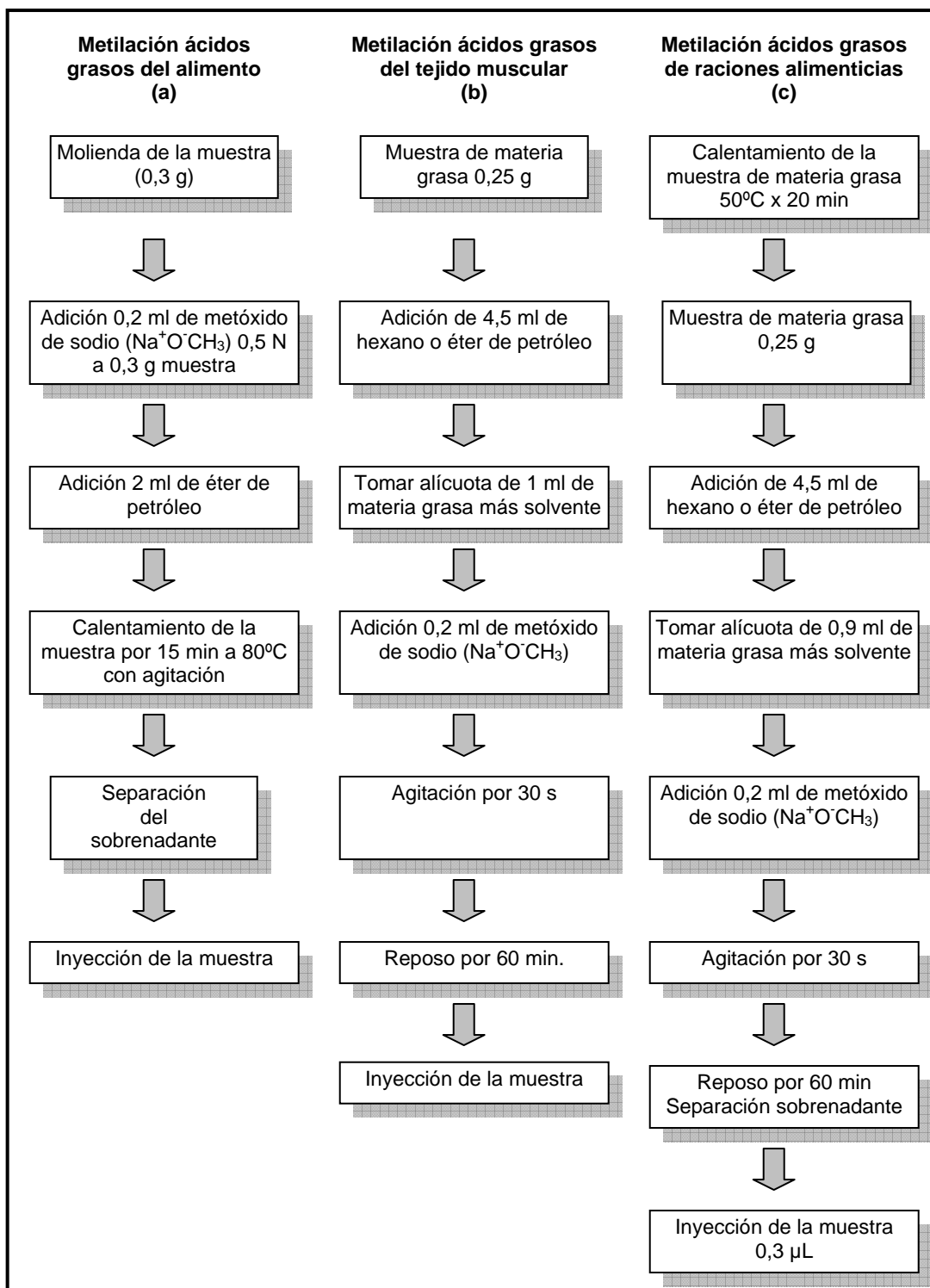
<sup>2</sup> En la preparación de los ésteres para el análisis de los ácidos grasos se busca como resultado un aislamiento por saponificación y su conversión en derivados con bajas temperaturas de ebullición. Los ácidos grasos se vuelven más volátiles por esterificación de sus grupos carboxílicos con metanol, según la siguiente reacción. Con el fin de evitar el proceso sucesivo de saponificación y derivación y ahorro de tiempo de análisis, se procede a una transesterificación directa de los lípidos en una sola etapa y con un sólo reactivo, esto consiste en sustituir uno de los alcoholes del éster por otro alcohol. Por lo tanto la transesterificación se realiza con metanol, en reflujo y en presencia de un catalizador, que puede ser ácido (HCL, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, BF<sub>3</sub>) o básico (NaOH, KOH, metilato alcalino) (ADRIAN *et al.*, 2000).



**FIGURA 9** Esquema para la preparación de muestras de ración servida en laboratorios.



**FIGURA 10** Esquema para la extracción de los lípidos.



**FIGURA 11 (a) Esquema de metilación directa de alimento para peces. (b) Esquema de metilación de un músculo de salmón. (c) Esquema de metilación para las raciones alimenticias.**

**3.4.7 Cuantificación de los ácidos grasos.** El análisis para la determinación de ácidos grasos de las raciones alimenticias, se realizó por medio de cromatografía de gases según lo descrito en la Norma Chilena 2550c para grasas y aceites animales y vegetales (CHILE, INN, 2000).

Inicialmente se realizó la validación del método cromatográfico de acuerdo al protocolo para validación propuesto por SILLARD (2002) para este fin, donde se consideraron los siguientes parámetros: selectividad, linealidad, precisión, exactitud y sensibilidad.

De acuerdo a la validación de método cromatográfico, las condiciones de operación para la cuantificación de los ácidos grasos son las siguientes:

- Columna capilar: N-WAX 530 (fused silica) (FAMES), marca: SUPELCO; N° de catalogo: 24136; longitud: 30 metros; diámetro interno: 0,53 mm; y film: 0,50  $\mu\text{m}$ .
- Fase estacionaria: N-WAX marca SUPELCO; N° catálogo 4-8476.
- Gas de arrastre: Nitrógeno (flujo del gas: 25 mL/min).
- Detector: FID (aire comprimido P = 30 psig; hidrogeno P = 20 psig).
- Modo de inyección: manual.
- Temperaturas del horno:
  - Inicial: 60°C (tiempo inicial: 2 min.)
  - Incremento: 6°C/min
  - Final: 230°C (tiempo final: 47 min.)
- Temperatura de inyección: 230°C
- Temperatura del detector: 300°C.



Con los resultados de la validación del método cromatográfico se estandarizó el cromatógrafo para un reporte de 36 peaks de ácidos grasos mediante los tiempos de retención de una solución patrón (estándar externo).

El volumen de inyección de las muestras de materia grasa de las raciones servidas en el cromatógrafo, fue de 0,3  $\mu$ L del sobrenadante que se obtuvo en la metilación. Finalmente, los ácidos grasos a identificar se muestran en el CUADRO 6.

**CUADRO 6 Ácidos grasos a identificar**

Ácido graso	Nombre común	Ácido graso	Nombre común
<b>C4:0</b>	Butírico	<b>C18:1n-9</b>	Oleico
<b>C6:0</b>	Caproico	<b>C18:2n-6</b>	Linoleico
<b>C8:0</b>	Caprílico	<b>C18:3n-3</b>	$\alpha$ -Linolénico
<b>C10:0</b>	Cáprico	<b>C18:3n-6</b>	$\beta$ -Linolénico
<b>C10:1</b>	Caprioleico	<b>C18:4n-3</b>	Octadecatetraenoico
<b>C12:0</b>	Láurico	<b>C20:0</b>	Araquídico
<b>C12:1</b>	Lauroleico	<b>C20:1</b>	Gadoleico
<b>C13:0</b>	Tridecanoico	<b>C20:2n-9</b>	Eicosadienoico
<b>C13:1</b>	Tridecaenoico	<b>C20:3n-6</b>	Dihomogamalinolénico
<b>C14:0</b>	Mirístico	<b>C20:3n-9</b>	Eicosatrienoico
<b>C14:1</b>	Miristoleico	<b>C20:4n-3</b>	Eicosatetraenoico
<b>C15:0</b>	Pentadecanoico	<b>C20:4n-6</b>	Araquidónico (AA)
<b>C15:1</b>	Pentadecenoico	<b>C20:5n-3</b>	Eicosapentaenoico (EPA)
<b>C16:0</b>	Palmítico	<b>C22:0</b>	Behénico
<b>C16:1</b>	Palmitoleico	<b>C22:1</b>	Erúcico
<b>C17:0</b>	Margárico	<b>C22:6n-3</b>	Docosahexaenoico (DHA)
<b>C17:1</b>	Heptadecenoico	<b>C24:0</b>	Lignocénico
<b>C18:0</b>	Estearico	<b>C24:1</b>	Nervórico

**3.4.8 Cálculos y análisis estadísticos.** A continuación, se describen las metodologías de los cálculos aplicados a los resultados obtenidos a partir del análisis de materia grasa realizado a las muestras de raciones alimenticias de la JUNAEB:

**3.4.8.1 Porcentaje de lípidos.** Para el cálculo del % de lípidos presentes en la muestra se utilizó la ecuación 1, según lo especificado por metodología implementada en el Instituto de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Austral de Chile:

$$L = \frac{M_2 - M_1}{M_0} \times 100 \quad (\text{Ec.1})$$

donde: L = gramos de lípidos por 100 gramos de muestra (%)

$M_0$  = Peso en gramos de la muestra utilizada

$M_1$  = Peso del matraz en gramos sin lípidos

$M_2$  = Peso del matraz en gramos con lípidos

**3.4.8.2 Contenido de lípidos totales.** Para calcular los gramos de lípidos totales presentes en la muestra se utilizó la ecuación 2, según lo especificado por metodología implementada en el Instituto de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Austral de Chile:

$$\text{g de lípidos} = \frac{\% \text{ de lípidos por método de hidrólisis ácida}}{100} \times \text{g de muestra tomada} \quad (\text{Ec.2})$$

**3.4.8.3 Contenido de los ácidos grasos.** Para calcular los gramos de ácido graso presentes en la muestra se utilizó la ecuación 3:

$$\text{g de ácido graso} = \frac{\% \text{ de ácido graso}}{100} \times \text{g de lípidos presentes en la muestra} \quad (\text{Ec.3})$$

Para el cálculo del total de ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados, *n*-3 y *n*-6, respectivamente, presentes en las muestras, se determinó de la siguiente manera:

Ac. grasos saturados =  $\Sigma$  de la totalidad de ácidos grasos saturados identificados

Ac. grasos monoinsaturados =  $\Sigma$  de la totalidad de ácidos grasos monoinsaturados identificados

Ac. grasos poliinsaturados =  $\Sigma$  de la totalidad de ácidos grasos poliinsaturados identificados

Ac. grasos *n*-6 =  $\Sigma$  ácidos grasos poliinsaturados *n*-6 =  $\Sigma$  (g de AL + g de AA)

Ac. grasos *n*-3 =  $\Sigma$  ácidos grasos poliinsaturados *n*-3 =  $\Sigma$  (g de ALA + g de EPA + g de DHA)

Por lo tanto, los resultados obtenidos en porcentaje peso/peso de ésteres metílicos de los análisis cromatográficos fueron transformados en gramos.

Para esto se identificó el contenido de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados; ácido linoleico (AL), ácido araquidónico (AA); ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA), ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA), dando mayor énfasis a la sumatoria de EPA y DHA y al total de ácidos grasos poliinsaturados  $n-3$  y  $n-6$  en las raciones alimenticias de la JUNAEB.

**3.4.8.4 Análisis estadístico para la relación  $n-6/n-3$ .** Para abordar esta observación, preliminarmente se calculó para las 105 muestras, desayunos y almuerzos, la sumatoria de los gramos de ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$  que contenía cada una, y posteriormente se realizó un análisis de regresión lineal simple para determinar si existe relación entre los ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$ , según la siguiente consideración:

Tomando en cuenta que la recomendación para el consumo de ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$ , no debe exceder la relación de  $n-6 / n-3$  de 5:1 y siendo este el límite máximo, a continuación se plantea la siguiente ecuación que refleja lo anterior:

$$\frac{n-6}{n-3} = \frac{5}{1} \quad (\text{Ec.4})$$

Al despejar las variables, la recomendación dio origen a la siguiente ecuación:

$$n-6 = 5 \times n-3 \quad (\text{Ec.5})$$

$$Y = 5 \times X \quad (\text{Ec.6})$$

Donde:

$n-6$ : variable dependiente

$n-3$ : variable independiente

De acuerdo a lo anterior, inicialmente se comprobó la normalidad de los ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$  y la asociación lineal existente entre estos ácidos grasos poliinsaturados, para finalmente plantearse las siguientes hipótesis para realizar una regresión y obtener el coeficiente de regresión de la pendiente, valor  $b$  o

beta (TRIOLA, M. 2000), determinando así la relación entre los ácidos grasos poliinsaturados *n-6* y *n-3* presentes en las raciones alimenticias:

$H_0: (b \leq 5)$  El coeficiente de regresión de la pendiente entre los ácidos grasos poliinsaturados *n-6* en función de los *n-3* presentes en las raciones alimenticias, se encuentra dentro de las recomendaciones (5:1).

$H_1: (b > 5)$  El coeficiente de regresión de la pendiente entre los ácidos grasos poliinsaturados *n-6* en función de los *n-3* presentes en las raciones alimenticias, es mayor al recomendado (5:1).

**3.4.8.5 Análisis estadístico para los niveles de EPA + DHA.** Inicialmente, se calculó para todas las muestras de desayunos y almuerzos, la sumatoria de los gramos de EPA y DHA que contenía cada una y, así establecer si las medias de los gramos de EPA + DHA de las raciones de JUNAEB se encuentran dentro de lo recomendado (1,0 a 1,25 g) entre los servicios entregados por JUNAEB.

Para comprobar lo anterior, se establece la siguiente prueba de hipótesis para un análisis de distribución normal, con nivel de confianza de 95%:

$H_0: (\mu_{Desayuno} \leq 1,0 \text{ g y/o } \mu_{Almuerzo} \leq 1,0 \text{ g})$  Los niveles de EPA+DHA, tanto en el servicio de desayuno, como en el de almuerzo, no superan el valor mínimo recomendado de 1,0 g al día.

$H_1: (\mu_{Desayuno} > 1,0 \text{ g y/o } \mu_{Almuerzo} > 1,0 \text{ g})$  En al menos uno de los servicios (desayuno o almuerzo), los niveles de EPA+DHA superan el valor mínimo recomendado de 1,0 g al día.

**3.4.8.6 Análisis estadístico para la recomendación de minutas con adecuados aportes de *n-3* y *n-6*.** En cuanto a la recomendación de aquellas minutas (desayuno/once o almuerzo) con aportes adecuados de *n-3* y *n-6*, preliminarmente se realizó en todas las muestras, la sumatoria de los gramos los ácidos grasos *n-3* y *n-6* que contenía cada una y, de acuerdo a la composición de las minutas de desayunos y almuerzos (ANEXO 5), se procedió

a clasificar las minutas de las muestras de desayuno y almuerzo según programa de alimentación (700 y 1.000 Kcal), y al componente principal y respectivo acompañamiento. Posteriormente, se obtuvo un análisis descriptivo y se estableció la siguiente prueba de hipótesis:

$H_0: (\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_n)$  Entre los niveles medios de  $n-3$  o  $n-6$  no existen diferencias significativas en su aporte en los tipos de minutas entregadas en desayunos y almuerzos según programa de alimentación.

$H_1: (\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \neq \mu_n)$  Al menos un tipo de minuta aporta un nivel medio adecuado de ácidos grasos  $n-3$  o  $n-6$  en desayunos o almuerzos, en relación a las otras minutas analizadas.

Para contrastar las hipótesis planteadas anteriormente y con un nivel de confianza de 95%, se realizó un análisis de varianza, previa verificación de normalidad de los datos y prueba de homogeneidad de la varianza de los datos. (MONTGOMERY, 1991 y FERRAN, 1996).

Finalmente, posterior al análisis de varianza, se aplicó el método estadístico Test de comparaciones múltiples con un 95% de confianza, para determinar cuáles minutas contienen aportes estadísticamente significativos de ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$ , cuando se encontraron diferencias significativas en los análisis de varianza aplicados a los subgrupos clasificados por tipo de programa, servicio y componente, considerando como variable de respuesta los ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$ .

## 4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Pruebas de significación para la implementación del método cromatográfico en laboratorio.

Con el fin de implementar adecuadamente el método cromatográfico para cuantificar los ácidos grasos en las raciones alimenticias del PAE de la JUNAEB en el laboratorio de Farmacología y Toxicología de la Universidad Austral de Chile, se procedió a calcular con un nivel de confianza de 95% algunas de las pruebas de significación que se utilizan para la validación de métodos analíticos, obteniéndose lo siguiente:

**4.1.1 Selectividad o especificidad.** Este parámetro se refiere a la propiedad del método de producir una señal medible debida sólo a la presencia de analito, libre de interferencia de otros componentes, en la matriz de la muestra (Quattrocchi *et al.*, citado por SILLARD, 2002). La selectividad del método puede apreciarse en el ANEXO 6 para los ácidos grasos *n-3*, donde se demuestra, que en la inyección de un blanco no se emitió señal alguna de ácidos grasos con característica *n-3*.

Generalmente, la determinación de la especificidad no puede seguir modelos sistemáticos y depende para la identificación del peak de los siguientes parámetros como por ejemplo: tiempos de retención, modificaciones de condiciones cromatográficas (tipos de columnas, temperaturas, velocidades, presiones, volúmenes de inyección, técnicas de inyección, solventes, etc.), como también la utilización de otro tipo de detector.

**4.1.2 Linealidad.** La linealidad de un método se refiere a la proporcionalidad entre la concentración de analito y su respuesta (Quattrocchi *et al.*, citado por SILLARD, 2002). La linealidad del método aplicado se demuestra en el

ANEXO 7 y, de acuerdo a los resultados obtenidos, se logra demostrar que el método cromatográfico corresponde a un modelo lineal.

**4.1.3 Precisión.** Este término, relaciona la dispersión de las medidas alrededor de su valor medio o central y corresponde al grado de concordancia entre los ensayos individuales cuando el método se aplica repetidamente a múltiples alícuotas de una muestra homogénea. Se expresa matemáticamente como la desviación estándar relativa (DER) o coeficiente de variación (CV) (Quattrocchi *et al.*, citado por SILLARD, 2002) (ANEXO 8). Para esta técnica la precisión del método en la detección de los ácidos grasos *n-3* se muestra en el CUADRO 7:

**CUADRO 7 Precisión del método cromatográfico y su coeficiente de variación para los ácidos grasos *n-3*.**

Ácido graso <i>n-3</i>	Concentración promedio y desviación estándar (mg/ml)	CV o DER (%)
<b>C18:3</b>	5,23 ± 0,26	4,89
<b>C18:4</b>	7,62 ± 0,40	5,17
<b>C20:5</b>	24,21 ± 1,66	6,87
<b>C22:6</b>	12,82 ± 1,97	15,34

En consecuencia, de acuerdo a los resultados obtenidos para los ácidos grasos *n-3* y según ecuación propuesta por Horwitz<sup>1</sup>, el coeficiente de variación (CV) para un análisis repetido de un material de referencia o enriquecido en condiciones de reproducibilidad, el nivel calculado no debe superar el 16% para concentraciones superiores a 1000 mg/Kg (partes por millón, ppm) (COMUNIDAD EUROPEA, 2002).

En relación a lo anterior, la precisión del método para los ácidos grasos *n-3* se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Comunidad Europea.

**4.1.4 Exactitud.** Expresado como recuperación, esta técnica permitió establecer un porcentaje de recuperación para los ácidos grasos *n-3*, cuyos resultados se muestran en el CUADRO 8, calculado con el método descrito por Quattrocchi *et al.*, citado por SILLARD (2002), donde se consideran buenas recuperaciones aquellas superiores al 80%. Cabe señalar que la exactitud del

<sup>1</sup> Precisión de los métodos cuantitativos; Ecuación de Horwitz:  $CV = 2^{(1-0,5 \log C)}$ , donde C es la fracción de masa expresada como potencia (exponente) de 10.

método, también conocida como error sistemático o tendencia, fue evaluada con un 95% de confianza (ANEXO 9).

**CUADRO 8 Recuperación del método cromatográfico para los ácidos grasos *n*-3.**

Ácido graso <i>n</i> -3	Recuperación media (n=9)
C18:3	98,80 %
C18:4	96,59 %
C20:5	100,58 %
C22:6	101,73 %

**4.1.5 Sensibilidad.** Según el método propuesto por SILLARD (2003), corresponde a la mínima cantidad de analito que puede producir un resultado significativo. Los parámetros a definir al evaluar la sensibilidad del método son:

- a. Límite de detección: (LD) corresponde a la concentración de analito que proporciona una señal igual a la señal de un blanco más 2 veces la desviación estándar del blanco.
- b. Límite de cuantificación: (LC) corresponde a la menor concentración del analito que puede determinarse con precisión y exactitud razonables.

Para este ensayo, se obtuvieron los siguientes límites de detección y cuantificación para los ácidos grasos *n*-3, que se muestran en el CUADRO 9, de acuerdo a los cálculos desarrollados en el ANEXO 10.

**CUADRO 9 Precisión del método cromatográfico y su coeficiente de variación para los ácidos grasos *n*-3.**

Ácido graso <i>n</i> -3	Límite de detección (mg/ml)	Límite de cuantificación (mg/ml)
C18:3	0,51	2,53
C18:4	0,05	0,27
C20:5	0,32	1,60
C22:6	0,08	0,42

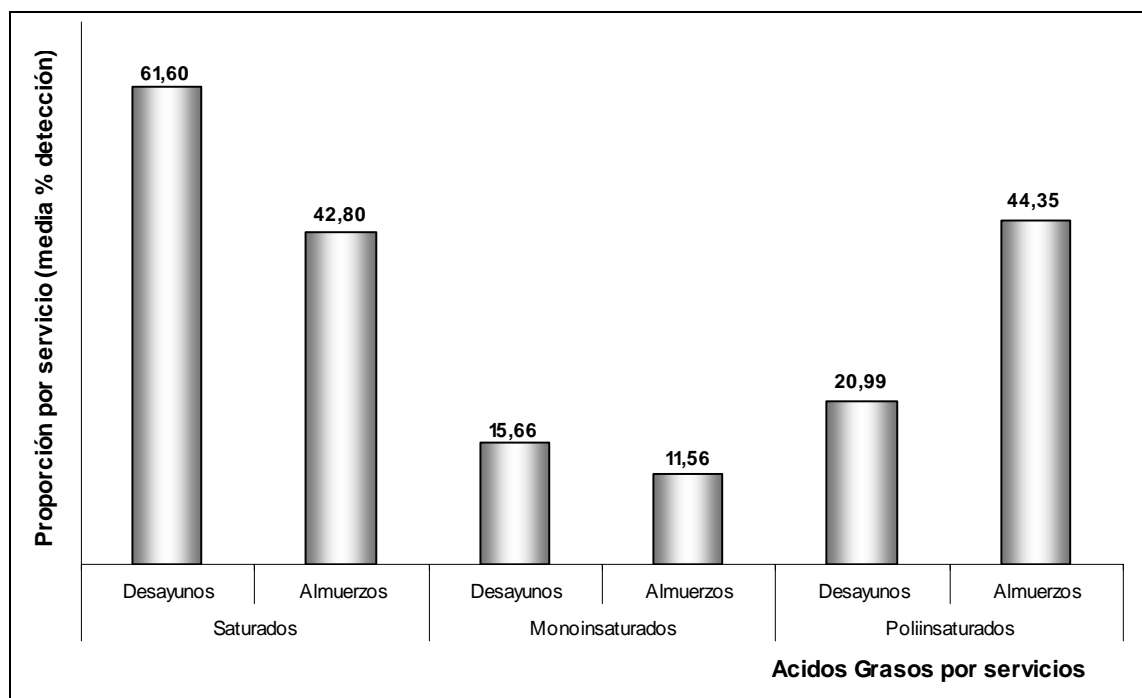
**4.2 Proporción de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentes en las raciones alimenticias.**

De las 105 muestras analizadas de las raciones alimenticias del PAE de JUNAEB, éstas se componen de 36 muestras de desayunos y 69 muestras de



almuerzos. El ANEXO 11 muestra el resumen estadístico descriptivo para los ácidos grasos identificados en las muestras analizadas.

Asimismo, en base a los resultados señalados en el ANEXO 12, la FIGURA 12 muestra la proporción de los ácidos grasos presentes en las raciones alimenticias analizadas, según servicio y de acuerdo a la media detectada en cromatografía de gases.

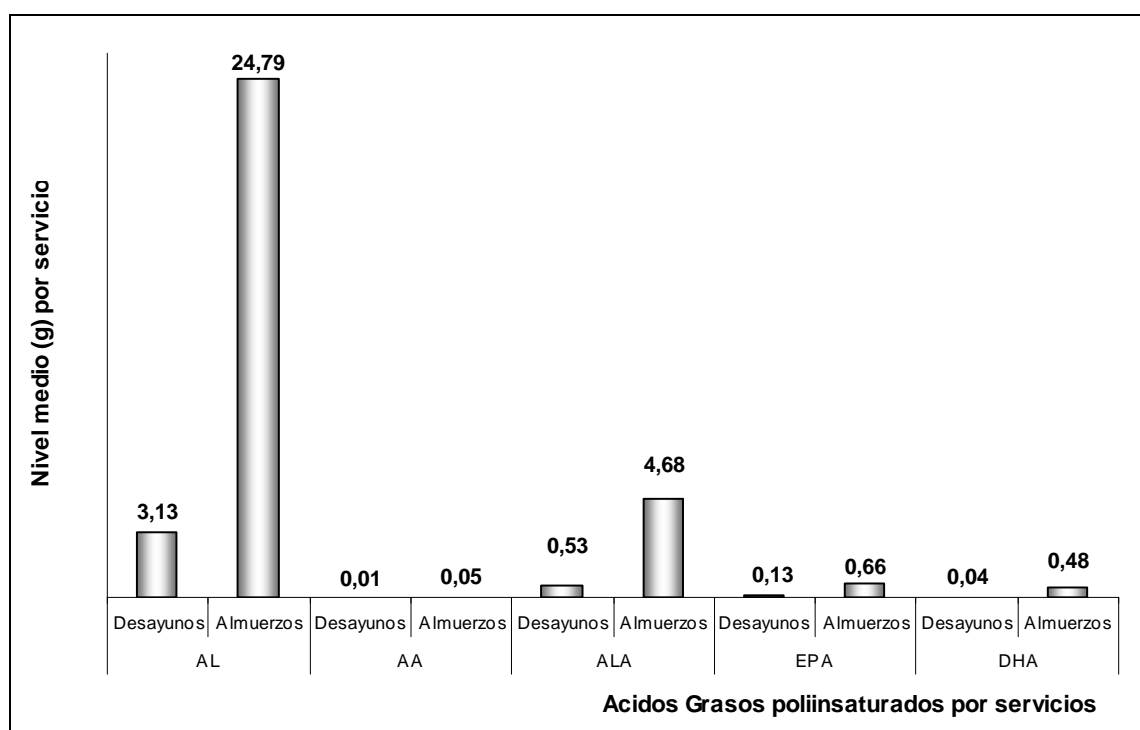


**FIGURA 12 Proporción de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados presentes en las raciones alimenticias.**

En relación a lo anterior, es importante destacar que las proporciones obtenidas en las muestras de las raciones alimenticias de la JUNAEB, no mantienen el equilibrio recomendado de 1:1:1 entre los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, según lo indicado por RUZ *et al.* (1996). Aquí, resaltan de manera importantes, los elevados aportes de ácidos grasos saturados en los servicios de desayuno y almuerzo (sobre el 40% del total de materia grasa de las muestras analizadas).

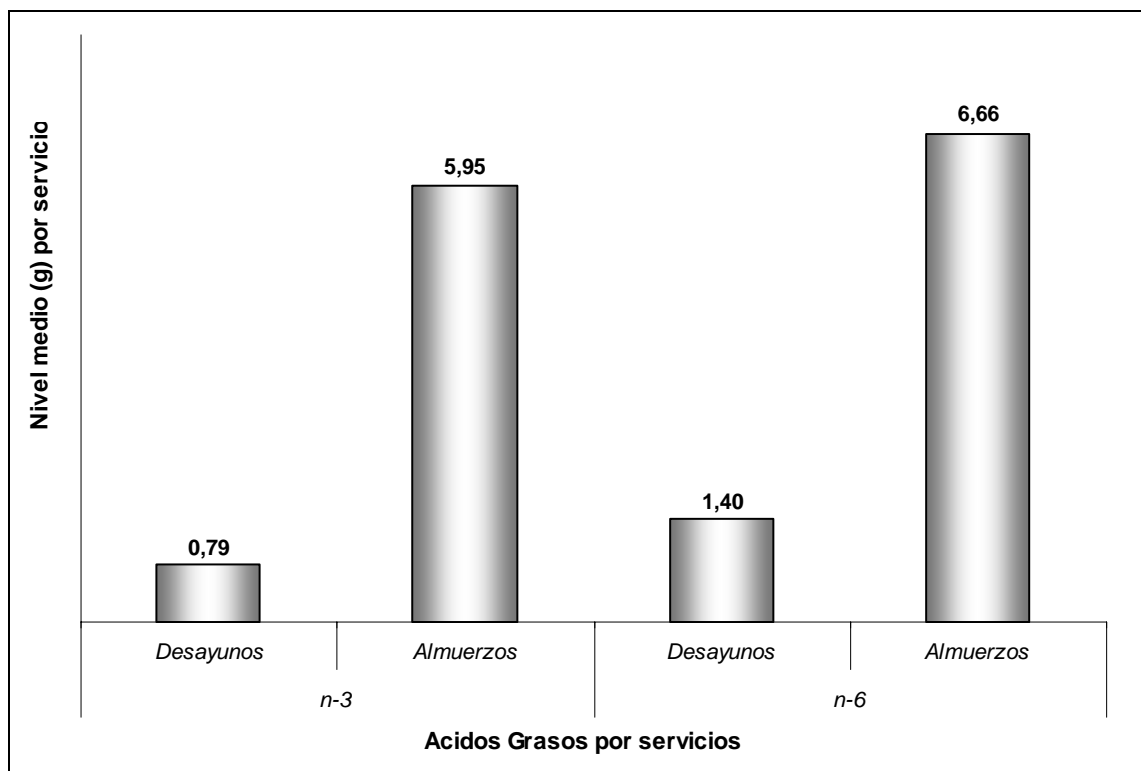
### 4.3 Análisis descriptivo para los ácidos grasos poliinsaturados presentes en las raciones alimenticias.

El ANEXO 13, muestra el resumen estadístico de los ácidos grasos AL, AA, ALA, EPA y DHA presentes en las muestras de desayunos y almuerzos. En FIGURA 13, se puede observar que el ácido graso linoleico, es el que presenta mayor concentración media en el servicio de almuerzo (24,79 g), seguido por el Ácido graso  $\alpha$ -linolénico en el servicio de almuerzo (4,68 g), los cuales corresponden a ácidos grasos poliinsaturados con característica *n*-3, alcanzando mayores aportes en comparación con AA, EPA y DHA.



**FIGURA 13 Niveles medios obtenidos en los servicio de desayuno y almuerzo para los ácidos grasos poliinsaturados.**

Los resultados obtenidos en gramos promedios para la sumatoria de los ácidos grasos *n*-3 y *n*-6 en las muestras de desayunos y almuerzos, se adjuntan en el ANEXO 14 y que se detallan en la FIGURA 14, donde se observa que los niveles medios aportados de ácidos grasos *n*-3 y *n*-6, superan los 5 gramos respectivamente en las muestras analizadas.



**FIGURA 14** Concentración media (g) obtenida en los ácidos grasos con características *n-3* y *n-6* en desayunos y almuerzos.

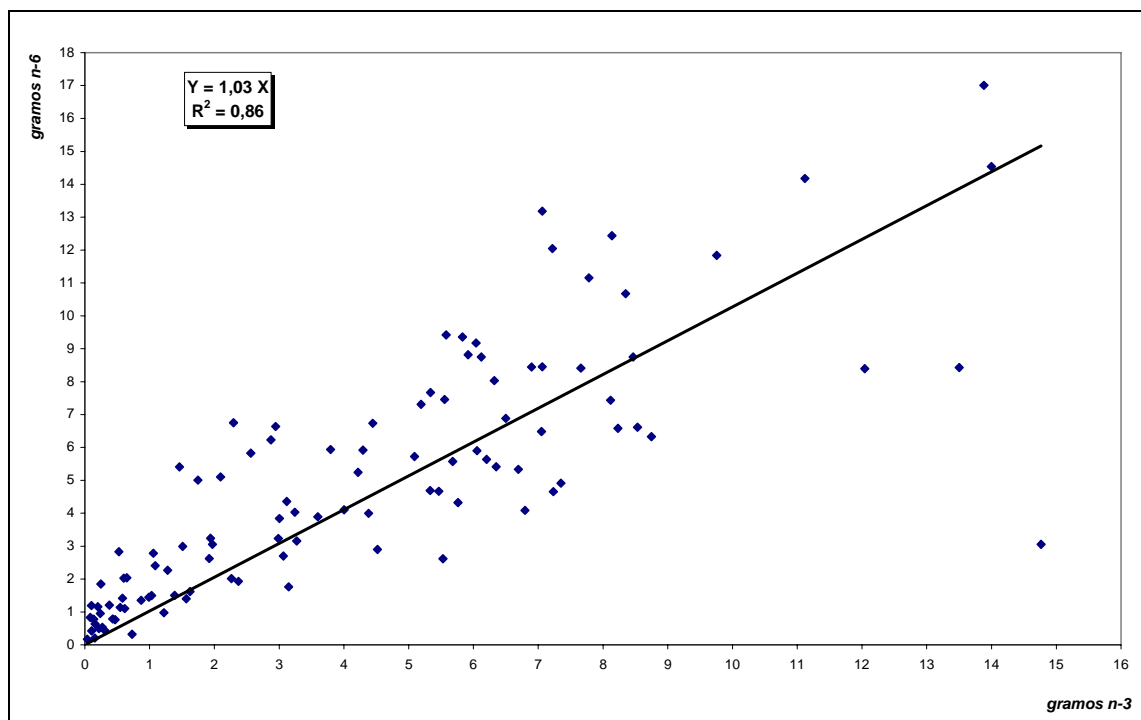
#### 4.4 Relación *n-6* / *n-3* presentes en las raciones alimenticias.

Una vez comprobada la normalidad de los ácidos grasos *n-3* y *n-6* y la asociación lineal existente entre estos ácidos grasos poliinsaturados, se realizó un análisis de regresión (ANEXO 15), según el planteamiento en Ec. 5 y 6, obteniéndose el coeficiente de regresión de la pendiente (b) con un valor de 1,03 (FIGURA 15), por lo cual se puede decir, con un nivel de confianza del 95%, que la relación de los ácidos grasos *n-3* y *n-6* para las raciones alimenticias de JUNAEB se encuentran en el rango de 0,94 – 1,11 : 1, no excediendo el límite máximo recomendado.

#### 4.5 Niveles de EPA + DHA presentes en las raciones alimenticias.

Preliminarmente, el CUADRO 10 incluye un resumen estadístico descriptivo, el que muestra la tendencia de los niveles medios de gramos de EPA+DHA detectados en las muestras de desayunos y almuerzos, alcanzando valores de

0,17 g de EPA+DHA para el servicio de desayuno y 1,14 g de EPA+DHA en el servicio de almuerzo.



**FIGURA 15** Relación entre los ácidos grasos *n-3* y *n-6* en las raciones alimenticias de JUNAEB.

Al verificar si los niveles medios de EPA+DHA en los servicios de desayuno y almuerzos alcanzan el valor mínimo recomendado de 1,0 g al día según la Prueba de Hipótesis planteada, mediante análisis de distribución normal realizado con un 95% de confianza (ANEXO 16), se logra determinar que los aportes para el servicio de desayuno no alcanzan el nivel mínimo recomendado con los 0,17 g de EPA+DHA, sin embargo, para el servicio de almuerzo, los respectivos aportes alcanzan 1,14 g de EPA+DHA, superando la recomendación diaria.

**CUADRO 10** Resumen descriptivo para EPA+DHA en desayunos y almuerzos.

Servicio	N	Media (g)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Desayunos	36	0,17	0,23	0,04	0,09	0,25	0,00	0,94
Almuerzos	69	1,14	1,29	0,15	0,83	1,45	0,14	10,13

#### **4.6 Identificación de minutas con aportes adecuados de ácidos grasos *n-3* y *n-6*.**

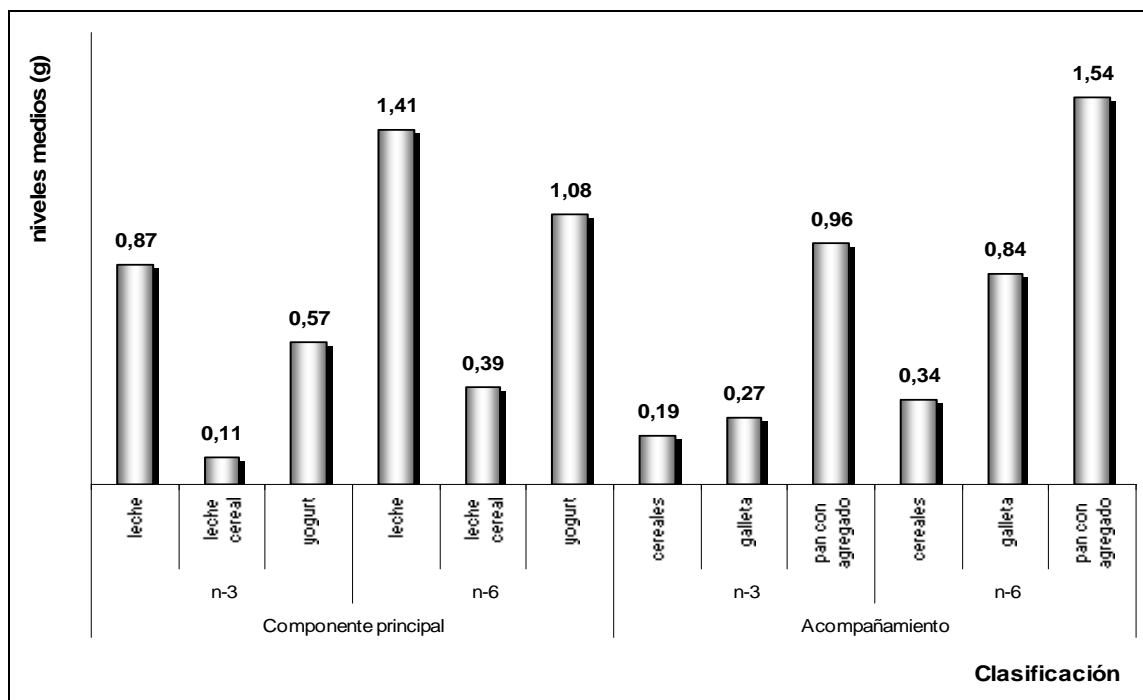
De la clasificación realizada a las minutas de desayuno y almuerzo, según programa (700 y 1.000 Kcal), componente principal y acompañamiento (ANEXO 17), se obtuvieron subgrupos para proceder a identificar las minutas con mayores aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6*.

A partir de esta clasificación, el ANEXO 18 muestra el análisis descriptivo que proporciona la tendencia central de la distribución de los ácidos grasos *n-3* y *n-6* presentes en las minutas clasificadas de desayunos y almuerzos de los programas de alimentación de 700 y 1.000 Kcal, respectivamente.

**4.6.1 Ácidos grasos *n-3* y *n-6* en las minutas de 700 Kcal.** De acuerdo a la clasificación realizada a las minutas de desayuno y almuerzo del PAE de 700 Kcal y al análisis de varianza aplicado (ANEXO 19), se obtuvieron los siguientes resultados según servicio con un nivel de confianza del 95%:

**4.6.1.1 Desayunos.** La FIGURA 16, muestra el contenido de los ácidos grasos *n-3* y *n-6* presentes en las minutas de desayunos de 250 Kcal clasificadas por componente principal. Para esto, se logró determinar que existen diferencias estadísticamente significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* en las minutas que tienen como componente principal leche y leche cereal, identificándose de esta manera, que las minutas con mayores aportes de ácidos grasos *n-3* son las que incluyen leche y yogurt, con un contenido promedio de 0,87 g y 0,57 g, respectivamente.

Asimismo, cuando las minutas son clasificadas por el acompañamiento, se logra determinar diferencias estadísticamente significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3*, entre cereales y pan con agregado, identificándose que la minuta que incluye pan presenta mayor aporte en ácidos grasos *n-3*, con un contenido promedio de 0,96 g.

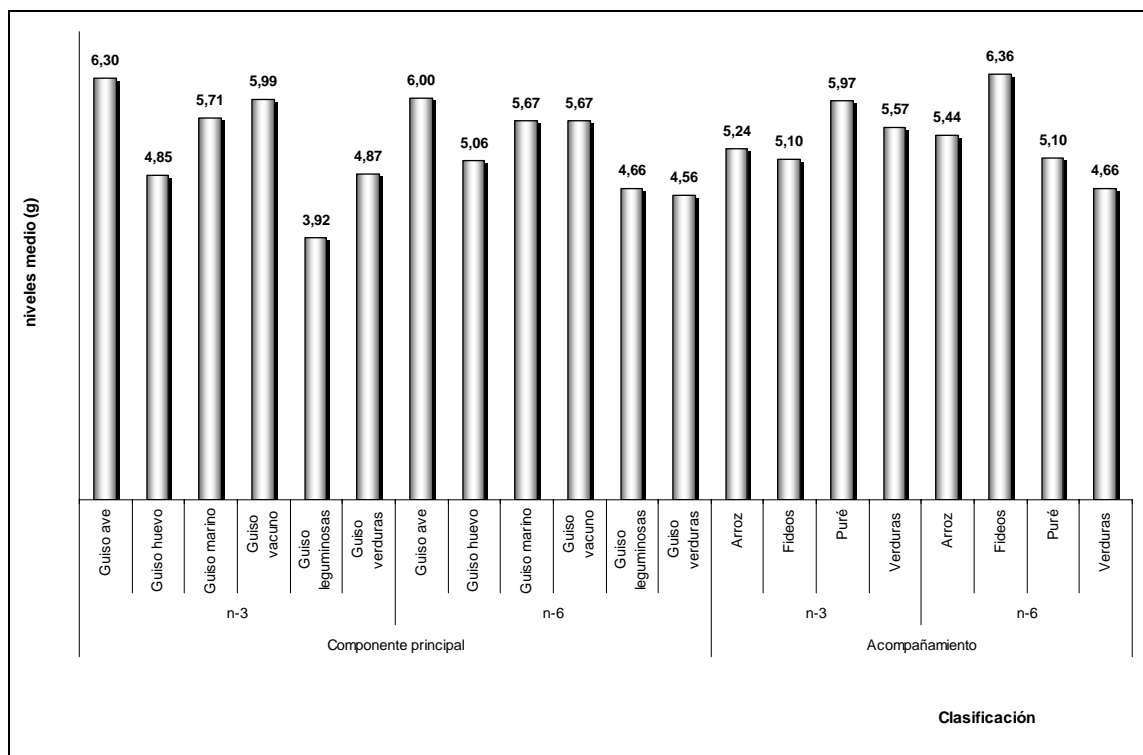


**FIGURA 16 Aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* en desayunos de 250 Kcal clasificados por componente principal y acompañamiento.**

En los aportes entregados de ácidos grasos *n-6*, cuando las minutas son clasificadas por el componente principal, no se evidencian diferencias estadísticamente significativas en los contenidos promedios cuantificados, es decir, en leche: 1,41 g; en leche cereal: 0,39 g y en yogurt: 1,08 g.

En cambio, el aporte de ácidos grasos *n-6* presentes en las minutas cuando han sido clasificadas por el acompañamiento, se logra determinar que existen diferencias estadísticamente significativas, identificando que aquellas minutas que están acompañadas por pan con agregado y galleta contienen mayores aportes de ácidos grasos *n-6*, con 1,54 g y 0,84 g, respectivamente, que cuando la minuta incluye cereales.

**4.6.1.2 Almuerzos.** La FIGURA 17, muestra el contenido de los ácidos grasos *n-3* y *n-6* presentes en las minutas de almuerzos de 450 Kcal clasificadas por el componente principal y por acompañamiento.

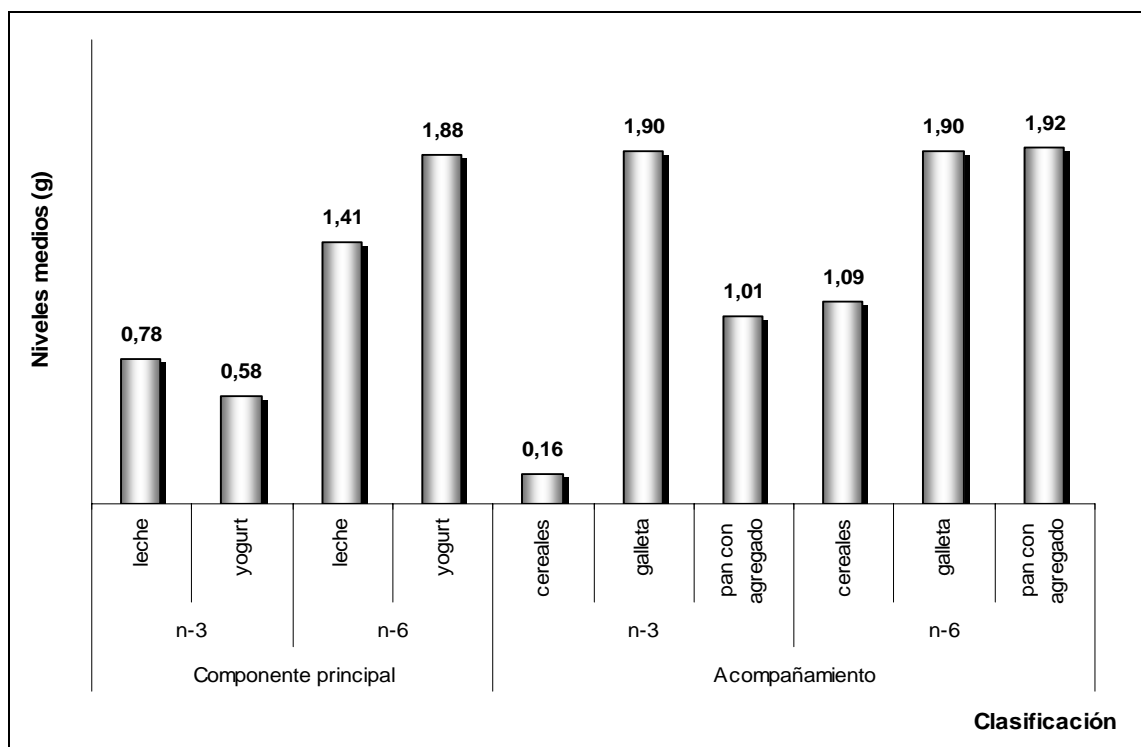


**FIGURA 17 Aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* en almuerzos de 450 Kcal clasificados por componente principal y acompañamiento.**

Se logró determinar que no existen diferencias estadísticamente significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* entre las minutas clasificadas, donde el contenido promedio varía entre 3,92 g y 6,3 g para los ácidos grasos *n-3*; en cambio, el contenido promedio de los ácidos grasos *n-6* varía entre 4,56 y 6,0 g. Asimismo, cuando las minutas son clasificadas por el acompañamiento, se logra determinar que no existen diferencias estadísticamente significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* de las minutas clasificadas, donde el contenido promedio varía entre 5,1 g y 5,97 g para los ácidos grasos *n-3*, y para los ácidos grasos *n-6*, el contenido promedio varía entre 4,66 y 6,36 g.

**4.6.2 Ácidos grasos *n-3* y *n-6* en las minutas de 1.000 Kcal.** De acuerdo a la clasificación realizada en las minutas de desayuno y almuerzo del PAE de 1.000 Kcal y al análisis de varianza aplicado (ANEXO 20), se obtuvieron los siguientes resultados según servicio con un nivel de confianza del 95%.

**4.6.2.1 Desayunos.** La FIGURA 18, muestra el contenido de los ácidos grasos *n-3* y *n-6* presentes en las minutas de desayunos de 350 Kcal clasificadas por el componente principal. Aquí se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* entre las minutas clasificadas.



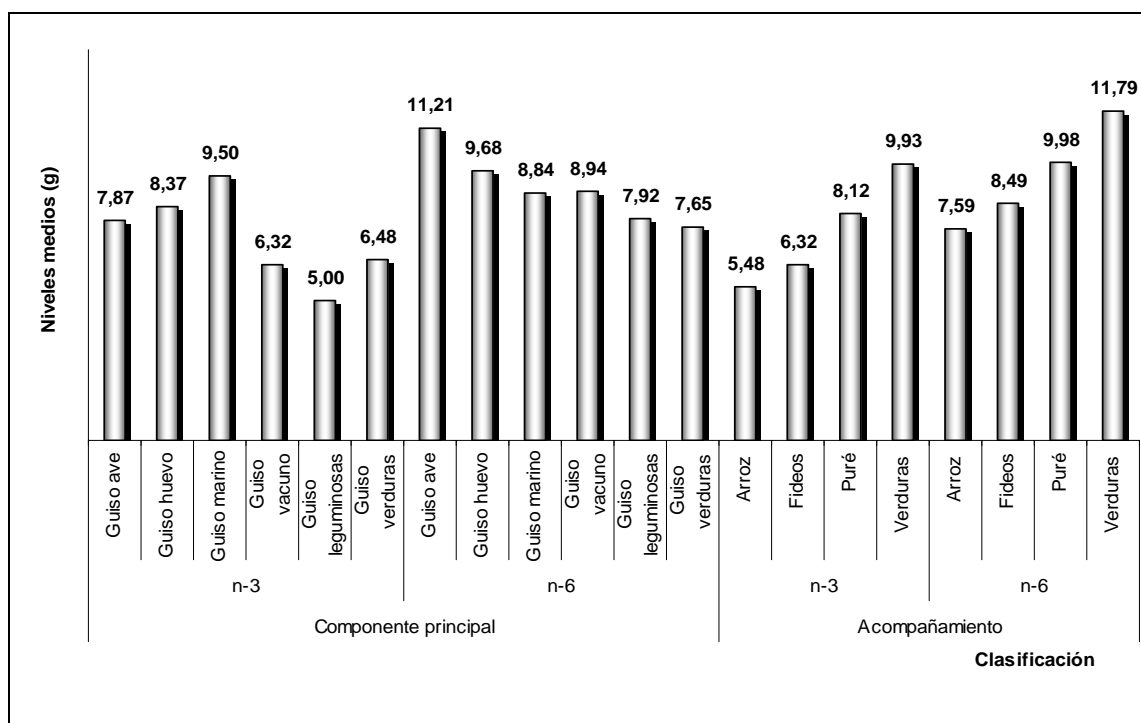
**FIGURA 18 Aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* en desayunos de 350 Kcal clasificados por componente principal y acompañamiento.**

El contenido promedio de ácidos grasos *n-3* que presentan las minutas con leche y yogurt, es de 0,78 g y 0,58 g, respectivamente; en cambio, el contenido promedio de los ácidos grasos *n-6* en las minutas con leche y yogurt, es de 1,41 y 1,88 g, respectivamente.

Asimismo, cuando las minutas son clasificadas por el acompañamiento, se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* de las minutas clasificadas, debido a que el contenido promedio varía entre 0,16 g y 1,90 g para los ácidos grasos *n-3*, y para los ácidos grasos *n-6* el contenido promedio varía entre 1,09 y 1,92 g.



**4.6.2.2 Almuerzos.** La FIGURA 19, muestra el contenido de los ácidos grasos *n-3* y *n-6* presentes en las minutas de almuerzos de 650 Kcal clasificadas por el componente principal. Por lo tanto, se determina que no existen diferencias estadísticamente significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* entre las minutas clasificadas.



**FIGURA 19 Aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* en almuerzos de 650 Kcal clasificados por componente principal y acompañamiento.**

Por lo tanto, de los resultados obtenidos, el contenido promedio varía entre 5,0 g y 9,5 g para los ácidos grasos *n-3*; en cambio, el contenido promedio de los ácidos grasos *n-6* varía entre 7,65 y 11,21 g, respectivamente.

Asimismo, cuando las minutas son clasificadas por el acompañamiento, se determina que estadísticamente no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* y *n-6* entre las minutas clasificadas, ya que el contenido promedio varía entre 5,48 g y 9,93 g para los ácidos grasos *n-3*, y el contenido promedio de los ácidos grasos *n-6* varía entre 7,59 g y 11,79 g.

## 5 CONCLUSIONES

- La proporción identificada de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados para las 36 muestras de desayunos entregadas por JUNAEB, corresponde a un 61,60%; 15,66% y 20,99% respectivamente.

En el caso de los 69 almuerzos la proporción identificada corresponde a un 42,80%; 11,56% y 44,35%, de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, respectivamente.

La proporción total identificada de los ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados para las 105 muestras de desayunos y almuerzos, corresponde a un 49,24%, 12,96% y 36,4%, respectivamente, lo que muestra una baja relación de los monoinsaturados respecto a los saturados y poliinsaturados de acuerdo a los niveles recomendados.

- La relación  $n-6:n-3$  presentes en las 105 muestras de raciones alimenticias de la JUNAEB, corresponde a una media de 1,03:1, por lo tanto, no supera la relación 5:1 y se encuentra dentro de las recomendaciones establecidas.
- Los niveles de EPA+DHA presentes en los desayunos entregados por la JUNAEB alcanzan un nivel medio de 0,17 g por ración diaria, por lo tanto, no superan el valor recomendado de 1,0 g al día.

En cambio, para las raciones de almuerzo, los niveles de EPA+DHA, alcanzan un nivel medio de 1,14 g por ración diaria, por lo tanto, superan el valor recomendado de 1,0 g al día.

En resumen, para cumplir con las recomendaciones internacionales, en relación al aporte diario de EPA+DHA, es necesario que éste sea

entregado fundamentalmente en el servicio de almuerzo a los beneficiarios del PAE.

- Las raciones alimenticias entregadas por JUNAEB, clasificadas por tipo de minuta, servicio y programa, presentan altos contenidos de ácidos grasos *n-3* y *n-6* y, la variabilidad existente entre una minuta y otra, depende de los componentes principales y acompañamientos que incluyen los servicios de desayuno y almuerzos analizados.
- En los desayunos de 250 Kcal, los aportes de *Omega 3* y *Omega 6*, son mayores cuando incluyen leche o yogurt, acompañadas de pan con agregado, que cuando se entrega leche cereal o acompañamientos como cereales.
- En los desayunos de 350 Kcal, no se logra determinar estadísticamente cuales minutas poseen mayores aportes de estos ácidos grasos.
- En los almuerzos de 450 y 650 Kcal, no se determinar estadísticamente qué minutas presentan mayores aportes *Omega 3* y *Omega 6*, según la clasificación realizada por componente principal y acompañamiento.
- Finalmente, es importante mencionar, que dependiendo del programa entregado, los mayores aportes de ácidos grasos *n-3*, lo presentan aquellas minutas que incluyen carne de ave, vacuno, pescados y mariscos en sus preparaciones de guisos. En cambio, es difícil discriminar qué minuta entrega un mayor contenido de ácidos grasos *n-6*, debido a la baja variabilidad de los resultados estadísticamente analizados.

## 6 RESUMEN

En el presente estudio se identificaron y analizaron los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga *n-3* y *n-6* presentes en las raciones alimenticias de desayuno y almuerzo de la JUNAEB.

Los resultados obtenidos indican que la proporción presente de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados no mantienen el equilibrio recomendado de 1:1:1, resaltando los bajos aportes de ácidos grasos monoinsaturados en los servicios de almuerzo y el alto nivel de saturados en los desayunos.

La relación de los ácidos grasos poliinsaturados *n-6* y *n-3* obtenida para las muestras de raciones alimenticias de la JUNAEB es de 1,03:1, encontrándose dentro de las recomendaciones establecidas, es decir, no supera la relación 5:1.

Los niveles de EPA+DHA presentes en los desayunos alcanzan un valor medio de 0,17 g por ración diaria no alcanzando el nivel recomendado de 1,0 g al día, en cambio en las raciones de almuerzo, los niveles de EPA+DHA alcanzan un valor medio de 1,14 g por ración diaria, superando el valor mínimo recomendado de 1,0 g al día.

Finalmente, las raciones alimenticias entregadas por JUNAEB presentan altos contenidos de ácidos grasos *n-3* y *n-6*, y según la clasificación de las minutas, la variabilidad existente entre una y otra, estadísticamente presentan diferencias significativas al momento de ser evaluadas entre los componentes principales y los acompañamientos de los servicios de desayunos y almuerzos entregados a los niños.

## SUMMARY

In this research study the *n-3* y *n-6* long chain polyunsaturated fatty acids were identified and measured, in breakfast and lunch food rations provided by JUNAEB.

The results indicate that the levels of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids do not show the recommended 1:1:1 ratio, underlining the low values of the monounsaturated in the breakfast services and the high values of the saturated fatty acids in the lunch ones.

A 1,03 :1 ratio was found between the *n-6* and *n-3* polyunsaturated fatty acids on the JUNAEB food ration samples, being this value within the official recommendations of lower than 5:1 for that relationship.

The EPA+DHA levels existing in breakfasts, reach an average value of 0,17 g per daily ration, being far away of the suggested value of 1,0 g per day. On the other hand, in lunch rations, the EPA+DHA levels reach an average level of 1,14 g per daily ration, higher than the suggested value of 1,0 g per day.

Finally, the food rations handed by JUNAEB show high *n-3* and *n-6* fatty acids contents, and according to the menu classification, the variability between them does represent statistical meaningful differences when being evaluated as main components or as garnishing for breakfast and lunch services handed to children.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- ADRIAN, J., POTUS, J., POIFFAIT, A. Y DAUVILLIER, P. 2000. Análisis nutricional de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 292 p.
- BADUI, S. 1996. Diccionario de tecnología de alimentos. Editorial Alambra Mexicana. Estado de México, México. 648 p.
- BADUI, S. 1999. Química de los alimentos. Addison Wesley Longman de México. México D.F., México. 300 p.
- BENDER, D y BENDER, A. 1997. Nutrition a referente handbook. Ed. Oxford University Press. New York, United States. 573 p.
- BELITZ, G. 1997. Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1087 p.
- CHILE. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN). 1961. Norma Chilena 43. Selección de muestras al azar. Copyright, Santiago, Chile. 21 p.
- 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. JUNTA NACIONAL DE AUXILIO ESCOLAR Y BECAS (JUNAEB), 2005a. Bases administrativas y técnicas para la prestación de servicios de análisis y control de alimentos y ración servida. Propuesta pública N°03/2005. JUNAEB. Santiago, Chile. 207 p.
- CHILE. JUNTA NACIONAL DE AUXILIO ESCOLAR Y BECAS (JUNAEB), 2005b. Bases administrativas, técnicas y operativas del Programa de

- Alimentación Escolar de JUNAEB. Propuesta pública N°08/2005. JUNAEB. Santiago, Chile. 263 p.
- CHILE. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH). 2002. Procedimiento para determinar lípidos. Laboratorio de Fitoquímica. Valdivia, Chile. PL5: 19-21.
- CHILE. UACH. 2003a. Protocolo de muestreo para el convenio JUNAEB. Dirección de Asuntos Estudiantiles. Valdivia, Chile. 73 p.
- CHILE. UACH. 2003b. Procesamiento en laboratorio de las muestras de ración servida, provenientes de los establecimientos educacionales. Laboratorio de Fitoquímica. Valdivia, Chile. P25: 92-95.
- COMUNIDAD EUROPEA (CE). DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS. 2002. Directiva 96/23/CE del consejo en cuanto al funcionamiento de los métodos analíticos y la interpretación de los resultados: (8-36).
- CONIGLIO, J. 1988. Grasas. En: Conocimientos actuales de nutrición. Instituto de Nutrición y Tecnología de los alimentos. Corporación para la nutrición infantil. Santiago, Chile. Pp 79-108.
- COULTATE, T. 1998. Manual de química y bioquímica de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 366 p.
- DUPONT, J. 1991. Lípidos. En: Conocimientos actuales sobre nutrición. Organización Panamericana de la Salud. Washington D.C., E.U.A. Pp. 66-77.
- FENNEMA, O. 2000. Química de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1258 p.
- FERRAN, M. 1996. SPSS para Windows. Programación y análisis estadístico. Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España. Madrid, España. 580 p.

- FOOD AND NUTRITION BOARDS. INSTITUTE OF MEDICINE OF THE NATIONAL ACADEMIES. 2005. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). The national academies press. Washington D.C., USA. 1357 p.
- 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.
- 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.
- MAZZA, G. 2000. Alimentos funcionales: Aspectos bioquímicos y de procesado. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 262 p.
- MONTGOMERY, D. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Grupo editorial Iberoamericana. México D.F., México. 588 p.
- NETTLETON, J. 1995. Omega – 3 fatty acid and health. Chapman & may. New York, USA. 359 p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO) y ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 1997. Las grasas y aceites en la nutrición humana. Informe de una consulta de expertos (19-26 de Octubre de 1993). FAO/OMS, Roma, Italia. 168 p.
- PRIMO, E. 1997. Química de los alimentos. Editorial Síntesis S.A. Madrid, España. 461 p.
- POTTER, N. y HOTCHKISS, J. 1999. Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 667 p.



- 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.
- SANTIBÁÑEZ, D. 2003. El efecto de incorporación de distintos niveles de materias primas vegetales sobre los ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 en salmonídeos. Tesis. Escuela Ing. en Alimentos, Facultad de Ciencias Agraria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 66 p.
- SILLARD, S. 2002. Residuos de fluvalinato en cera de abejas de colmenares de la Décima Región. Tesis. Escuela Ing. en Alimentos, Facultad de Ciencias Agraria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 78 p.
- SILLARD, S. 2003. Protocolo para validación de métodos cromatográficos. Laboratorio de Fitoquímica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 6 p.
- SUAREZ, A., RAMIREZ, M. y HERNANDEZ, A. 1999. Lípidos. En: Tratado de Nutrición. Ed. Díaz de Santos. Madrid, España. Pp. 115-124.
- TRIOLA, M. 2000. Estadística elemental. Editorial Addison Wesley Longman. México, México, 795 p.
- VALENZUELA, A. 1999. El ácido docosahexaenoico (DHA) su esencialidad y requerimientos. Revista Chilena de Nutrición 26(3): 279-287.
- 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. N°1. 8 p.
- VALENZUELA, A., MANZINI, J., TOUSSANINT, G., UAUY, R. y PINEDA, J. 1999b. Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Departamento de Nutrición y Salud Humana. División de Vitaminas Roche México. N°2. 10 p.

- VALENZUELA, A., MANZINI, J., TOUSSANINT, G., UAUY, R. y PINEDA, J. 2000a. Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Departamento de Nutrición y Salud Humana. División de Vitaminas Roche México. N°3. 10 p.
- VALENZUELA, A., MANZINI, J., TOUSSANINT, G., UAUY, R. y PINEDA, J. 2000b. Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Departamento de Nutrición y Salud Humana. División de Vitaminas Roche México. N°4. 10 p.
- VALENZUELA, A. y NIETO, S. 2001. Ácido docosahexaenoico (DHA) en el desarrollo fetal y en nutrición materno infantil. *Revista Médica de Chile* 129(10): 1203-1211.
- VALENZUELA, A. y NIETO, S. 2003. Ácido grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. *Revista Chilena de Pediatría* 74(2): 149-157.
- VALENZUELA, A., SANHUEZA, J. y NIETO, S. 2002a. El uso de lípidos estructurados en la nutrición: una tecnología que abre nuevas perspectivas en el desarrollo de productos innovadores. *Revista Chilena de Nutrición* 29(2): 160-115.
- VALENZUELA, A., SANHUEZA, J. y NIETO, S. 2002b. ¿Es posible mejorar la calidad nutricional de los aceites comestibles?. *Revista Chilena de Nutrición* 29(1): 174-180.
- ZILLER, S. 1996. *Grasas y aceites alimentarios*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 71 p.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### Componentes de las muestras de los desayunos y almuerzos

<b>Agregados:</b>	
<b>Dulces</b>	Manjar, Mermelada, Dulce de membrillo
<b>Salados</b>	Huevo, Margarina, Paté, Queso, crema Queso
<b>Preparaciones culinarias e ingredientes mínimos:</b>	
1	<u>Caldillo de pescado o marisco</u> : pescado o marisco, papas, cebollas, zanahoria, tomate, perejil, aceite, sal y condimentos.
2	<u>Carbonada</u> : carne (vacuno o pollo o pavo), arroz o fideos cabello o pastina, papas, acelgas, zapallo, cebolla, zanahoria, aceite, sal y condimentos.
3	<u>Cazuela de albóndigas</u> : carne de vacuno, arroz, papas, zapallo, cebolla, zanahoria, arvejas, huevo, pan rallado o harina, aceite, sal y condimentos.
4	<u>Cazuela</u> : carne (vacuno o pollo o pavo), arroz, papas, zapallo, cebolla, zanahoria, arvejas, aceite, sal y condimentos.
5	<u>Menestrón</u> : porotos, tallarines, papas, cebolla, acelga, zapallo, zanahoria, aceite, sal y condimentos.
6	<u>Pantrucas</u> : carne de vacuno, huevo, pantrucas, papas, zanahoria, aceite, sal y condimentos.
7	<u>Garbanzos</u> : garbanzos, arroz, cebolla, zapallo, aceite, sal y condimentos.
8	<u>Lentejas</u> : lentejas, arroz o pan, cebolla, aceite, sal y condimentos.
9	<u>Porotos</u> : porotos, tallarines o mote, zapallo, cebolla, aceite, sal y condimentos.
10	<u>Estofado</u> : carne (vacuno o pollo o cerdo o cordero o pavo o pescado), papas, cebolla, zanahoria, aceite, sal y condimentos.
11	<u>Charquicán</u> : carne vacuno, ave o pescado, choclo, arvejas, papas, cebolla, zanahoria, zapallo, acelga, aceite, sal y condimentos.
12	<u>Fricassé</u> : carne (vacuno o pollo o cerdo o cordero o pavo o pescado), acelga, cebolla, papas, zanahoria, pan, aceite, sal y condimentos.
13	<u>Tomatican</u> : carne, choclo, tomate, cebolla, papas, aceite, sal y condimentos.
14	<u>Budín</u> : carne de vacuno o pescado o verdura, cebolla, huevo, leche, pan o harina, aceite, sal y condimentos (también se usa base de apanado).
15	<u>Carne de vacuno o pollo o cerdo o cordero o pavo o pescado al jugo</u> : carne específica, cebolla, zanahoria, aceite, sal y condimentos.
16	<u>Carne de vacuno o pollo o cerdo o cordero o pavo o pescado arvejada</u> : carne específica, arvejas, cebolla, zanahoria, aceite, sal y condimentos.
17	<u>Carne de vacuno o pollo o cerdo o cordero o pavo o pescado en salsa</u> : carne específica, cebolla, zanahoria, salsa de tomate, aceite, sal y condimentos.
18	<u>Carne de vacuno o pollo o cerdo o cordero o pavo o pescado con verduras</u> : carne específica, cebolla, zanahoria, choclo, aceite, sal y condimentos.
19	<u>Hamburguesa</u> : carne de vacuno o polo o pavo, huevo, pan o harina, cebolla, aceite, sal y condimentos (también se usa base de apanado).
20	<u>Guiso de verduras</u> : verdura base, cebolla, zanahoria, leche, huevo, aceite, sal y condimentos.
21	<u>Ajiaco</u> : carne de vacuno, cebolla, zanahoria, papas, huevo, pastina, aceite, sal y condimentos.



### ANEXO 3

#### Planilla de muestreo ración servida (cara anverso)

<b>PLANILLA DE MUESTREO RACION SERVIDA CONVENIO JUNAEB UACH</b>											
ESTABLECIMIENTO:				HORA LLEGADA:				CONCESIONARIO:			
RBD:				HORA INICIO:				ESTRATO:			
COMUNA:				HORA TERMINO:				SERVICIO:			
REGION:				ENCARGADO:				FECHA:			
Nº	Azar										
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
OBSERVACIONES:											



## ANEXO 5

## Composición de las minutas de las muestras de desayuno y almuerzo

Nº	Muestra	Servicio	Clasificación	Región
1	Fideos c/huevo; Manzana ; Flan de leche	Almuerzo	huevo+fideos	1
2	Pure c/huevo; almendrado	Almuerzo	huevo+pure	13
3	Pure c/huevo revuelto; ens. de repollo; avena c/ leche; almendrado	Almuerzo	huevo+pure	11
4	Puré de papasc/huevo revuelto; ciruelas al jugo ;pan	Almuerzo	huevo+pure	9
5	Huevo revuelto c/puré; Batido; Pan	Almuerzo	huevo+pure	7
6	Puré c/huevo; Ens. De repollo; Batido pie de limon; Pan	Almuerzo	huevo+pure	10
7	Puré de papas con huevo en salsa; Pasas al jugo; Pan	Almuerzo	huevo+pure	10
8	Charquican de verduras c/huevo; Sémola c/leche; pan	Almuerzo	huevo+verduras	7
9	Ens. de repollo-zanahoria; Charquican c/huevo; Flan de chocolate	Almuerzo	huevo+verduras	13
10	Lentejas guisadas; ensalada de lechuga y fruta fresca	Almuerzo	leguminosas	13
11	Beterraga c/cebolla; Lentejas c/arroz; naranja	Almuerzo	leguminosas+arroz	10
12	Garbanzos c/arroz; Pera; refresco de piña	Almuerzo	leguminosas+arroz	5
13	Garbanzos con arroz; Mousse de chocolate; Jugo	Almuerzo	leguminosas+arroz	13
14	Tomate a la chilena;Lentejas c/arroz; Naranja	Almuerzo	leguminosas+arroz	13
15	Lentejas con arroz; Flan	Almuerzo	leguminosas+arroz	13
16	Lentejas con arroz; Ens. Lechuga; Budin	Almuerzo	leguminosas+arroz	10
17	Ens. de beterraga c/zanahoria; Garbanzos c/arroz; Fla de leche	Almuerzo	leguminosas+arroz	10
18	Lentejas con arroz; Pasas al jugo	Almuerzo	leguminosas+arroz	10
19	Lentejas con arroz; Fruta Natural	Almuerzo	leguminosas+arroz	10
20	Lentejas c/arroz; Ens. de tomate; Fruta(naranja); Hallulla	Almuerzo	leguminosas+arroz	10
21	Ens. de repollo; porotos c/tallarines, sémola c/leche, jugo	Almuerzo	leguminosas+fideos	10
22	Ensalada beterraga; Porotos c/tallarines; Manzana	Almuerzo	leguminosas+fideos	13
23	Porotos con tallarines; Naranja; Pan	Almuerzo	leguminosas+fideos	10
24	Ens. Repollo; Porotos con tallarines; Jalea con fruta	Almuerzo	leguminosas+fideos	11
25	Ens. de zanahoria; Porotos con tallarines; Fruta fresca; Pan	Almuerzo	leguminosas+fideos	10
26	Ens. Rusa; Arroz marinero; Jalea con fruta	Almuerzo	mariscos+arroz	13
27	Repollo c/zanahoria; Arroz c/ marisco y verdura; Jalea c/fruta; Pan	Almuerzo	mariscos+arroz	10
28	Tallarines c/salsa de mariscos; compota de ciruelas y mote	Almuerzo	mariscos+fideos	11
29	Ens.lechuga;Tallarines c/salsa de mariscos;Com.de ciruelas c/mote	Almuerzo	mariscos+fideos	11
30	Pavo arvejado c/papas salteadas; Arroz c/leche	Almuerzo	pavo+arroz	7
31	Ensa. De lechuga; Pavo a la jardinera c/arroz; Sémola con leche	Almuerzo	pavo+arroz	13
32	Beterraga ;cebolla; pescado arvejado c/arroz ,jalea con fruta	Almuerzo	pescado+arroz	13
33	Pescado al jugo; arroz; sémola c/leche	Almuerzo	pescado+arroz	10
34	Charquican c/pescado; Arroz c/leche	Almuerzo	pescado+arroz	1
35	Pescado salsa arroz; Refresco naranja; Manzana	Almuerzo	pescado+arroz	5
36	Croquetas de pescado con arroz; Flan	Almuerzo	pescado+arroz	13
37	Ensalada de papas c/cebolla; Arroz c/pino de pescado; Semola c/leche .	Almuerzo	pescado+arroz	13
38	Pescado en salsa c/arroz; Choclo zanahoria; Leche asada c/sabor	Almuerzo	pescado+arroz	10
39	Croqueta de pescado c/arroz; Mousse ; Chocolate c/sabor	Almuerzo	pescado+arroz	10
40	Pescado en salsa c/pure; pera ;refresco	Almuerzo	pescado+pure	9
41	Ave al jugo c/arroz; Postre manzana y Pan	Almuerzo	pollo+arroz	10
42	Ave al jugo con arroz graneado; leche asada; Hallulla	Almuerzo	pollo+arroz	10
43	Repollo/choclo; Pollo arvejado c/fideos; Comp.ciruelas deshi	Almuerzo	pollo+fideos	5
44	Pollo al jugo con Puré de papas; Compota de manzana deshidra.	Almuerzo	pollo+pure	13
45	Ens. Coliflor/zanahoria; Carbonada de ave; Naranja	Almuerzo	pollo+verduras	7
46	Carbonada de ave; Betarraga c/cebolla; Compota de ciruela	Almuerzo	pollo+verduras	13
47	Cazuela de ave; Flan de leche	Almuerzo	pollo+verduras	10
48	Ave con verduras; Papas doradas; Arroz con leche ; Hallulla	Almuerzo	pollo+verduras	10
49	Carne al jugo c/arroz; leche asada; pan	Almuerzo	vacuno+arroz	9
50	Ens. de lechuga;Carne con arroz; Leche asada	Almuerzo	vacuno+arroz	10
51	Ens. de repollo; Hamburguesa c/arroz; Sémola c/leche y mermelada	Almuerzo	vacuno+arroz	10
52	Tallarines c/salsa de carne de vacuno; compota de ciruelas; pan	Almuerzo	vacuno+fideos	10
53	Tallarines c/salsa de carne de vacuno;compota de ciruela; pan	Almuerzo	vacuno+fideos	10
54	Tallarines a la italiana; Manjar crema almendrado	Almuerzo	vacuno+fideos	13
55	Espirales c/salsa de carne; repollo; Mousse; Pan	Almuerzo	vacuno+fideos	10
56	Jardinera c/carne ; Bavorois 20 ; Refresco 10	Almuerzo	vacuno+pure	1
57	Pino de carne con puré de papas; fruta; Refresco; 1/2Pan	Almuerzo	vacuno+pure	1
58	Carne al jugo c/pure; Sémola con leche; salsa chocolate	Almuerzo	vacuno+pure	5

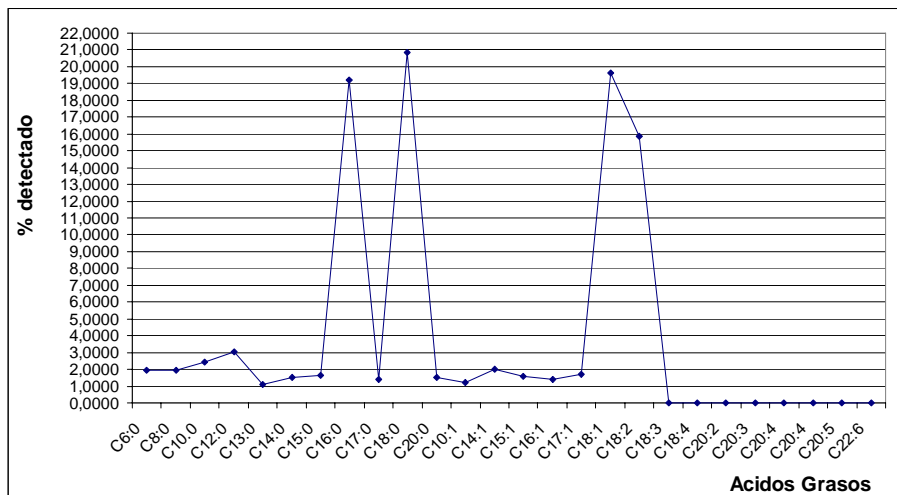


Nº	Muestra	Servicio	Clasificación	Región
59	Carne al jugo con puré; Mousse; Refresco	Almuerzo	vacuno+pure	13
60	Hamburguesa de carne(vacuno); Puré deshidratado ; Manzana al jugo	Almuerzo	vacuno+pure	10
61	Ens. de coliflor c/arvejas; Carne al jugo; Puré deshidratado; Flan; Hallulla	Almuerzo	vacuno+pure	10
62	Ens. de apio, carbonada de vacuno; mousse de chocolate	Almuerzo	vacuno+verduras	13
63	Ens. Tomate; Carbonada vacuno; Mousse de leche c/caramelo	Almuerzo	vacuno+verduras	13
64	Papas doradas con carne y verduras; Ens. de repollo; Leche asada; Hallulla	Almuerzo	vacuno+verduras	10
65	Ens. Beterraga c/cebolla; charquican ; sémola c/leche	Almuerzo	verduras	7
66	Charquican; Repollo c/zanahoria; Jugo guinda	Almuerzo	verduras	13
67	Acelga c/fideos; leche asada; pan	Almuerzo	verduras+fideos	7
68	Carbonada con pastina; Plátano; Refresco ; Medio Pan	Almuerzo	verduras+fideos	1
69	Guiso verduras c/ fideos; Ens.de tomate c/cebolla; leche asada	Almuerzo	verduras+fideos	10
70	Leche cereal coco; Galleta	Desayuno	leche+cereal+galleta	7
71	Leche cereal toffe; Galletas	Desayuno	leche+cereal+galleta	13
72	Leche cereal arroz chocolate; pan c/huevo	Desayuno	leche+cereal+huevo	9
73	Leche cereal chocolate; Pan con huevo revuelto	Desayuno	leche+cereal+huevo	5
74	Leche cereal plátano 50%, cereales c/fruta	Desayuno	leche+cereales	11
75	Leche sabor bocado; Cereal y manzana	Desayuno	leche+cereales	13
76	Leche sabor toffe; Cereal y manzana	Desayuno	leche+cereales	13
77	Yogurt natural con cereales y fruta picada	Desayuno	leche+cereales	10
78	Leche cereal bocado; Cereal con fruta	Desayuno	leche+cereales	10
79	Leche cereal Frutilla; Pan con dulce menbrillo	Desayuno	leche+dulce	13
80	Leche sabor café; Pan c/mermelada	Desayuno	leche+dulce	10
81	Leche modificada chocolate;galleta JUNAEB	Desayuno	leche+galleta	10
82	Leche sabor coco; galletac/mermelada	Desayuno	leche+galleta	5
83	Leche cereal Plátano;Pan con margarina	Desayuno	leche+margarina	13
84	Leche sabor chocolate; pan c/manjar	Desayuno	leche+manjar	9
85	Leche sabor chocolate ; pan c/margarina	Desayuno	leche+margarina	11
86	Leche sabor frutilla; pan con margarina	Desayuno	leche+margarina	9
87	Leche sabor vainilla; pan c/margarina	Desayuno	leche+margarina	7
88	Leche c/sabor chocolate ; Pan c/margarina y mermelada	Desayuno	leche+margarina	1
89	Leche sabor café; Pan con margarina	Desayuno	leche+margarina	5
90	Leche sabor café; Pan con mermelada	Desayuno	leche+margarina	13
91	Leche sabor Chocolate; Pan con margarina	Desayuno	leche+margarina	10
92	Leche sabor manjar; Pan con margarina	Desayuno	leche+margarina	10
93	Leche sabor chocolate; Pan con paté	Desayuno	leche+pate	13
94	Leche cereal bocado; Pan con paté	Desayuno	leche+pate	10
95	Leche sabor vainilla; Pan con paté	Desayuno	leche+pate	10
96	Leche sabor café; Pan con queso crema	Desayuno	leche+queso	13
97	Leche sabor Té; Pan con queso crema	Desayuno	leche+queso	10
98	Leche cereal; Pan c/queso untable	Desayuno	leche+queso	10
99	Leche sabor manjar; Pan con queso	Desayuno	leche+queso	10
100	Yoghurt cereales laminados y fruta picada	Desayuno	yogurt+cereales	13
101	Yogurt ;cereal/fruta	Desayuno	yogurt+cereales	7
102	Yogurt naranja c/cereales y frutas	Desayuno	yogurt+cereales	13
103	Yogurt; Galleta	Desayuno	yogurt+galleta	5
104	Yogurt ; pan c/ margarina	Desayuno	yogurt+margarina	9
105	Yogur; Pan c/margarina	Desayuno	yogurt+margarina	10

## ANEXO 6

## Comprobación de selectividad o especificidad del método cromatográfico.

## ➤ Resultado de la inyección de muestra libre de ácidos grasos n-3.



## ➤ Tiempos de retención para la inyección de muestra con presencias de ácidos grasos n-3.

## a) Ácido graso C18:3:

[mg/mL] media	Área media	Tiempo de retención
1,5806	139697,33	39,4750
2,8549	190997,67	39,0420
4,9129	248170,67	39,1000
<b>Media</b>	<b>39,2057</b>	
<b>Desv. Stand</b>	<b>0,2350</b>	

## b) Ácido graso C18:4:

[mg/mL] media	Área media	Tiempo de retención
2,1378	189130,00	40,4900
4,1389	257249,99	40,0120
7,2278	365188,67	40,0750
<b>Media</b>	<b>40,1923</b>	
<b>Desv. Stand</b>	<b>0,2597</b>	

## c) Ácido graso C20:5:

[mg/mL] media	Área media	Tiempo de retención
7,0532	622104,33	51,5420
14,3164	871179,33	50,5470
22,9582	1153226,67	50,6000
<b>Media</b>	<b>50,8963</b>	
<b>Desv. Stand</b>	<b>0,5598</b>	

## d) Ácido graso C22:6:

[mg/mL] media	Área media	Tiempo de retención
3,8762	345242,00	72,5870
7,6701	469658,99	70,7670
12,0702	610422,33	71,0000
<b>Media</b>	<b>71,4513</b>	
<b>Desv. Stand</b>	<b>0,9904</b>	

## ANEXO 7

### Comprobación de la linealidad del método cromatográfico.

Según SILLARD (2003), la linealidad de un método analítico, se refiere a la proporcionalidad entre la concentración del analito y su respuesta.

Primeramente, se determina el *rango lineal*, es decir, el intervalo comprendido entre la concentración mínima y máxima de analito para el modelo.

**Coefficiente de correlación (r):** entrega la asociación entre la concentración y la respuesta del equipo. El rango de este coeficiente varía entre 0 y 1.

**Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>):** evalúa el ajuste del modelo lineal propuesto  $Y = a + b X$ , donde el rango del coeficiente de determinación varía entre -1 y 1, indicando estos valores exactos una recta perfectamente lineal.

El mejor indicador del ajuste del modelo lineal es un test estadístico, en el cual se calcula un valor de  $t_r$  con  $n-2$  grados de libertad y se compara con el valor de  $t$  tabulado para el nivel de confianza requerido (95%). Si el valor de  $t_r$  es mayor que el  $t$  tabulado, la correlación es significativa, por lo tanto lineal.

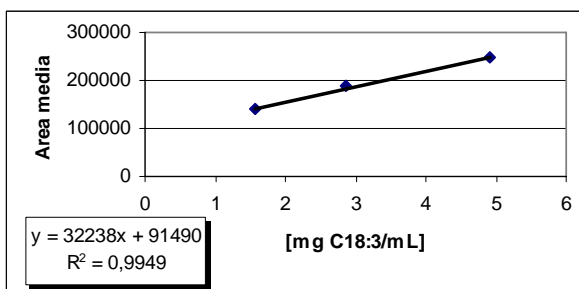
$$t_r = \frac{|r| \sqrt{(n - 2)}}{\sqrt{(1 - r^2)}}$$

Los resultados obtenidos al inyectar 2  $\mu\text{L}$  por cada muestra en el cromatógrafo, se obtiene lo siguiente para cada ácido graso:

#### a) Ácido graso C18:3:

Muestra	[mg/mL] media	Area promedio
1	1,5806	139697,33
2	2,8549	190997,67
3	4,9129	248170,67

Donde al graficar se obtiene la siguiente linealidad:



### ANEXO 7 Continuación.

Al aplicar la fórmula para obtener el tipo de correlación se tiene para C18:3:

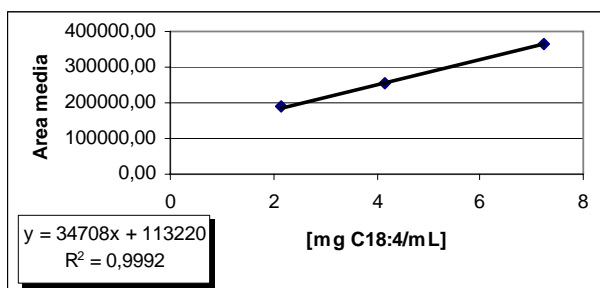
n =	3
R <sup>2</sup> =	0,9949
r =	0,9974
tr =	13,9670
t tabla(gL;α/2) (1;0,975) =	12,7062

Por lo tanto, se puede concluir que: sí  $tr > t$  tabla, corresponde a una correlación significativa, por lo tanto LINEAL.

#### b) Ácido graso C18:4:

Muestra	[mg/mL] media	Area promedio
1	2,1378	189130,00
2	4,1389	257249,99
3	7,2278	365188,67

Donde al graficar se obtiene la siguiente linealidad:



Al aplicar la fórmula para obtener el tipo de correlación se tiene para C18:4:

n =	3
R <sup>2</sup> =	0,9992
r =	0,9996
tr =	35,3412
t tabla(gL;α/2) (1;0,975) =	12,7062

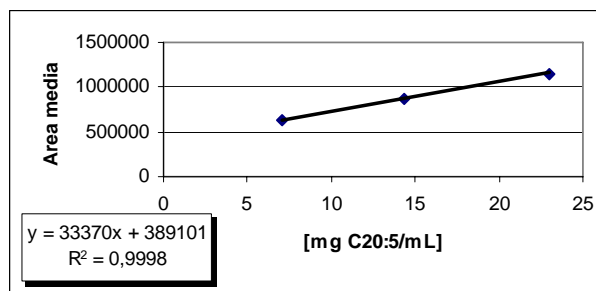
Por lo tanto, se puede concluir que: sí  $tr > t$  tabla, corresponde a una correlación significativa, por lo tanto LINEAL.

#### c) Ácido graso C20:5:

Muestra	[mg/mL] media	Area promedio
1	7,0532	622104,33
2	14,3164	871179,33
3	22,9582	1153226,67

Donde al graficar se obtiene la siguiente linealidad:

## ANEXO 7 Continuación.



Al aplicar la fórmula para obtener el tipo de correlación se tiene para C20:5:

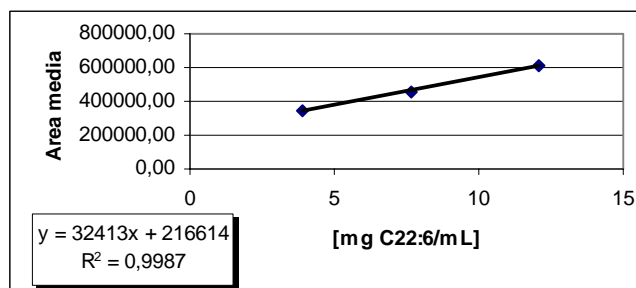
<b>n =</b>	3
<b>R<sup>2</sup> =</b>	0,9998
<b>r =</b>	0,9999
<b>tr =</b>	70,7036
t tabla(gL;α/2) (1;0,975) =	12,7062

Por lo tanto, se puede concluir que: sí  $tr > t$  tabla, corresponde a una correlación significativa, por lo tanto LINEAL.

### d) Ácido graso C22:6:

Muestra	[mg/mL] media	Area promedio
1	3,8762	345242,00
2	7,6701	469658,99
3	12,0702	610422,33

Donde al graficar se obtiene la siguiente linealidad:



Al aplicar la fórmula para obtener el tipo de correlación se tiene para C22:6:

<b>n =</b>	3
<b>R<sup>2</sup> =</b>	0,9987
<b>r =</b>	0,9993
<b>tr =</b>	27,7170
t tabla(gL;α/2) (1;0,975) =	12,7062

Por lo tanto, se puede concluir que: sí  $tr > t$  tabla, corresponde a una correlación significativa, por lo tanto LINEAL.

## ANEXO 8

### Comprobación de la precisión del método cromatográfico.

Relaciona la dispersión de las medidas alrededor de su valor medio o central y corresponde al grado de concordancia entre ensayos individuales cuando el método se aplica repetidamente a múltiples alícuotas de una muestra homogénea. Se expresa matemáticamente como la Desviación Estándar Relativa (DER) o Coeficiente de Variación (CV). Se calcula como:

$$DER = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

En un método analítico debe estudiarse la precisión sobre:

- El sistema.** Se evalúa la dispersión de al menos 6 inyecciones del estándar a una determinada concentración.
- El método.** Se evalúa la dispersión de varias preparaciones de una muestra (6) con una determinada concentración de estándar.

Es conveniente indicar los límites de confianza, es decir, el rango en el cual pueden variar los valores calculados.

$$\bar{X} - \frac{t_{v,\alpha} \times S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + \frac{t_{v,\alpha} \times S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$t_{v,\alpha}$  = Valor de “**t de student**”, tabulado para n mediciones con  $v = n-1$  grados de libertad y para un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de un 5 %.

Las expresiones matemáticas antes mencionadas, se aplican para determinar la precisión de los ácidos grasos *n*-3 al inyectar 1  $\mu$ L por cada muestra en el cromatógrafo, obteniéndose lo siguiente para cada una de ellas:

## ANEXO 8 Continuación.

a) **Ácido graso C18:3:**

Repetición	% detección	[mg/mL]
1	2,7729	5,0467
2	2,6600	4,8412
3	3,0632	5,5750
4	2,8437	5,1755
5	2,9073	5,2913
6	2,8260	5,1433
7	3,0235	5,5028

Donde:

n =	7
media [mg/mL] =	5,2251
D. Estándar [mg/mL] =	0,2557
DER =	4,8936%
G. Libertad =	6
t tabla(gL;α/2) (6;0,975) =	2,4469
Intervalo de conf. del 95 %	4,9886 : 5,4116

b) **Ácido graso C18:4:**

Repetición	% detección	[mg/mL]
1	4,0873	7,4389
2	3,7799	6,8794
3	4,4483	8,0959
4	4,1521	7,5568
5	4,2461	7,7279
6	4,2235	7,6868
7	4,3623	7,9394

Donde:

n =	7
media [mg/mL] =	7,6179
D. Estándar [mg/mL] =	0,3937
DER =	5,1676%
G. Libertad =	6
t. Tabulado =	2,4469
Intervalo de conf. del 95 %	7,2538 : 7,9820

c) **Ácido graso C20:5:**

Repetición	% detección	[mg/mL]
1	13,6430	24,8303
2	11,8518	21,5703
3	14,4472	26,2939
4	13,7532	25,0308
5	13,3795	24,3507
6	13,7747	25,0700
7	12,2760	22,3423

**ANEXO 8 Continuación.**

Donde:

n =	7
media [mg/mL] =	24,2126
D. Estándar [mg/mL] =	1,6642
DER =	6,8732%
G. Libertad =	6
t. Tabulado =	2,4469
Intervalo de conf. del 95 %	22,6734 : 25,7518

**d) Ácido graso C22:6:**

Repetición	% detección	[mg/mL]
1	9,2077	16,7580
2	6,1920	11,2694
3	6,5543	11,9288
4	7,2900	13,2678
5	6,9071	12,5709
6	7,2142	13,1298
7	5,9289	10,7906

Donde:

n =	7
media [mg/mL] =	12,8165
D. Estándar [mg/mL] =	1,9657
DER =	15,3371%
G. Libertad =	6
t. Tabulado =	2,4469
Intervalo de conf. del 95 %	10,9985 : 14,6345



## ANEXO 9

### Comprobación de la exactitud del método cromatográfico.

De acuerdo al método descrito por Quattrocchi *et al.*, citado por SILLARD (2002). La exactitud o recuperación corresponde a la diferencia entre el valor obtenido (media) y el valor verdadero.

$$R_{media} = \frac{\bar{X}}{\hat{X}} \times 100$$

Donde:  $\bar{X}$  = Valor medio y  $\hat{X}$  = Valor verdadero.

La exactitud o Porcentaje de Recuperación del analito debe acercarse al 100%. Cuando se realizan análisis de trazas (microcomponentes), no siempre se alcanzan recuperaciones tan elevadas y se consideran habituales recuperaciones entre 60 y 80%.

#### a) Cálculo del porcentaje de Recuperación para el ácido graso C18:3.

Repeticiones	Concentración encontrada (mg/mL)		
	54,6	109,2	163,8
1	1,6002	3,0004	4,8121
2	1,5291	2,7368	5,0619
3	1,6124	2,8296	4,8649
<b>Promedio (mg/mL)</b>	1,5806	2,8556	4,9130
<b>DE (mg/mL)</b>	0,0450	0,1337	0,1317
<b>Recuperación</b>	<b>100,83%</b>	<b>91,09%</b>	<b>104,47%</b>
<b>R. media (n=9)</b>		<b>98,80%</b>	
<b>DE (mg/mL)</b>		6,92%	
<b>DER o CV</b>		7,01%	

Para el método establecido la recuperación media para el Ácido graso C18:3 con un n=9 es de 98,80%. Para probar si la exactitud es apropiada, es decir, que la recuperación media no difiere de 100, se realizó la prueba de "t de student", donde se prueba la siguiente hipótesis:  $H_0: \mu_0 = 100$  v/s  $H_1: \mu_0 \neq 100$

$$t_{ob} = \frac{|100 - R_{media}| \times \sqrt{n}}{DER}$$

## ANEXO 9 Continuación

$$t_{ob} = \frac{|100,00 - 98,80| \times \sqrt{9}}{7,01} = 0,5136$$

$$t_{\text{tabla}} = t_{n-2; 1-\alpha/2} = t_{8; 0,975} = 2,31$$

Como  $t_{\text{obs.}} < t_{\text{tabla}}$  ( $0,5136 < 2,31$ ) se acepta  $H_0$ , por lo tanto no existen diferencias significativas entre la recuperación media y 100.

### b) Cálculo del porcentaje de Recuperación para el ácido graso C18:4.

Repeticiones	Concentración encontrada (mg/mL)		
	54,6	109,2	163,8
1	2,2091	4,2822	7,0943
2	2,0596	4,0171	7,4221
3	2,1611	4,1174	7,1671
<b>Promedio (mg/mL)</b>	2,1433	4,1389	7,2278
<b>DE (mg/mL)</b>	0,0763	0,1338	0,1721
<b>Recuperación</b>	<b>93,78%</b>	<b>90,55%</b>	<b>105,42%</b>
<b>R. media (n=9)</b>	<b>96,59%</b>		
<b>DE (mg/mL)</b>	7,82%		
<b>DER o CV</b>	8,10%		

Para el método establecido la recuperación media para el Ácido graso C18:4 con un  $n=9$  es de 96,59%. Para probar si la exactitud es apropiada, o sea que la recuperación media no difiere de 100, se realizó la prueba de “t de student”, donde se prueba la siguiente hipótesis:  $H_0: \mu_0 = 100$  v/s  $H_1: \mu_0 \neq 100$

$$t_{ob} = \frac{|100 - R_{\text{media}}| \times \sqrt{n}}{DER}$$

$$t_{ob} = \frac{|100,00 - 96,59| \times \sqrt{9}}{8,10} = 1,2926$$

$$t_{\text{tabla}} = t_{n-2; 1-\alpha/2} = t_{8; 0,975} = 2,31$$

Como  $t_{\text{obs.}} < t_{\text{tabla}}$  ( $1,2926 < 2,31$ ) se acepta  $H_0$ , por lo tanto no existen diferencias significativas entre la recuperación media y 100.

## ANEXO 9 Continuación

## c) Cálculo del porcentaje de Recuperación para el ácido graso C20:5.

Repeticiones	Concentración encontrada (mg/mL)		
	54,6	109,2	163,8
1	6,8138	13,8299	23,4223
2	7,1491	14,4286	22,9733
3	7,1969	14,6908	22,9648
<b>Promedio (mg/mL)</b>	7,0532	14,3164	23,1201
<b>DE (mg/mL)</b>	0,2088	0,4413	0,2617
<b>Recuperación</b>	<b>97,10%</b>	<b>98,55%</b>	<b>106,10%</b>
<b>R. media (n=9)</b>	<b>100,58%</b>		
<b>DE (mg/mL)</b>	4,83%		
<b>DER o CV</b>	4,80%		

Para el método establecido la recuperación media para el Ácido graso C20:5 con un n=9 es de 100,58%. Para probar si la exactitud es apropiada, o sea que la recuperación media no difiere de 100, se realizó la prueba de “t de student”, donde se prueba la siguiente hipótesis:  $H_0: \mu_0 = 100$  v/s  $H_1: \mu_0 \neq 100$ .

$$t_{ob} = \frac{|100 - R_{media}| \times \sqrt{n}}{DER}$$

$$t_{ob} = \frac{|100,00 - 100,58| \times \sqrt{9}}{4,80} = 0,3625$$

$$t_{tabla} = t_{n-2; 1-\alpha/2} = t_{8; 0,975} = 2,31$$

Como  $t_{obs.} < t_{tabla}$  ( $0,3625 < 2,31$ ) se acepta  $H_0$ , por lo tanto no existen diferencias significativas entre la recuperación media y 100.

## ANEXO 9 Continuación

## d) Cálculo del porcentaje de Recuperación para el ácido graso C22:6.

Repeticiones	Concentración encontrada (mg/mL)		
	54,6	109,2	163,8
1	4,3023	7,6620	12,1602
2	3,7104	7,6210	12,2852
3	3,6159	7,7272	11,7653
<b>Promedio (mg/mL)</b>	3,8762	7,6701	12,0702
<b>DE (mg/mL)</b>	0,3720	0,0536	0,2714
<b>Recuperación</b>	<b>100,81%</b>	<b>99,74%</b>	<b>104,64%</b>
<b>R. media (n=9)</b>	<b>101,73%</b>		
<b>DE (mg/mL)</b>	2,58%		
<b>DER o CV</b>	2,53%		

Para el método establecido la recuperación media para el Ácido graso C22:6 con un n=9 es de 101,73%. Para probar si la exactitud es apropiada, o sea que la recuperación media no difiere de 100, se realizó la prueba de “t de student”, donde se prueba la siguiente hipótesis:  $H_0: \mu_0 = 100$  v/s  $H_1: \mu_0 \neq 100$ .

$$t_{ob} = \frac{|100 - R_{media}| \times \sqrt{n}}{DER}$$

$$t_{ob} = \frac{|100,00 - 101,73| \times \sqrt{9}}{2,53} = 2,0514$$

$$t_{tabla} = t_{n-2; 1-\alpha/2} = t_{8; 0,975} = 2,31$$

Como  $t_{obs.} < t_{tabla}$  ( $2,0514 < 2,31$ ) se acepta  $H_0$ , por lo tanto no existen diferencias significativas entre la recuperación media y 100.

## ANEXO 10

### Determinación de la sensibilidad del método cromatográfico.

#### 1.- Límite de detección:

$$\text{Límite de detección (LD)} = \frac{2 \times S_{yx}}{b}$$

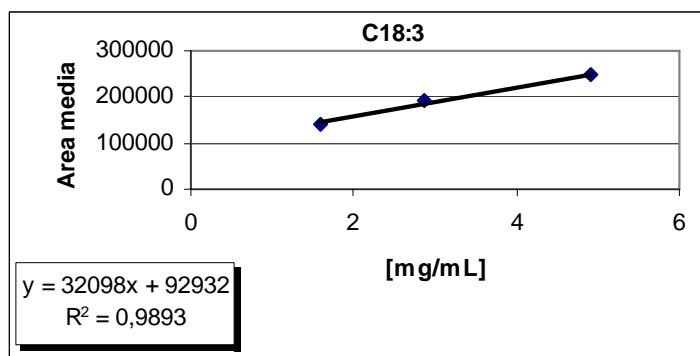
donde:  $S_{yx}$  = Error estándar de estimación (error típico XY).

$b$  = Coeficiente de regresión de la ecuación de la recta ( $Y=a+b \cdot X$ ).

#### 2.- Límite de cuantificación:

$$\text{Límite de cuantificación (LC)} = \frac{10 \times S_{yx}}{b}$$

#### a) Cálculo del límite de detección y cuantificación del ácido graso C18:3.



Ecuación de la recta:  $Y = 92932 + 32098 \cdot X$

Coeficientes de regresión:  $a = 92932 \text{ mg/mL};$

$b = 32098 \text{ mg/mL}$

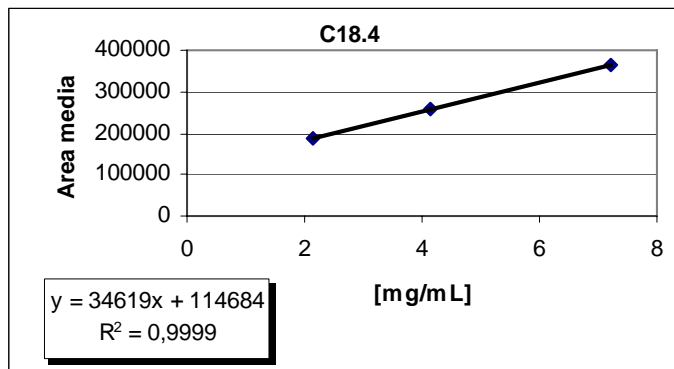
Error estándar de estimación:  $S_{yx} = 7944,45 \text{ mg/mL}$

Límite de detección (LD) =  $\left( \frac{2 \times 7944,45 \text{ mg/mL}}{32098 \text{ mg/mL}} \right) = 0,5067 \text{ mg/mL}$

Límite de cuantificación (LC) =  $\left( \frac{10 \times 7944,45 \text{ mg/mL}}{32098 \text{ mg/mL}} \right) = 2,5334 \text{ mg/mL}$

## ANEXO 10 Continuación

### b) Cálculo del límite de detección y cuantificación del ácido graso C18:4.



Ecuación de la recta:  $Y = 114684 + 34619 \cdot X$

Coefficientes de regresión:  $a = 114684 \text{ mg/mL};$

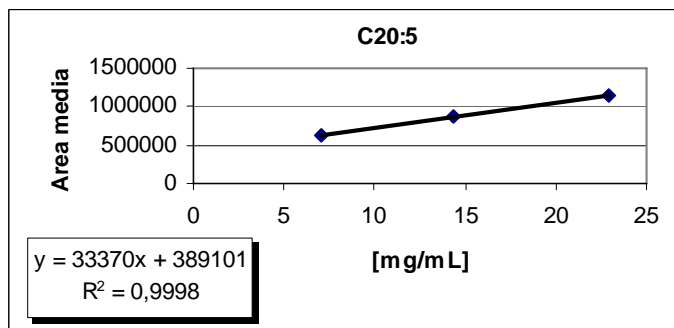
$b = 34619 \text{ mg/mL}$

Error estándar de estimación:  $S_{yx} = 888,40 \text{ mg/mL}$

Límite de detección (LD) =  $\left( \frac{2 \times 888,40 \text{ mg/mL}}{34619 \text{ mg/mL}} \right) = 0,0531 \text{ mg/mL}$

Límite de cuantificación (LC) =  $\left( \frac{10 \times 888,40 \text{ mg/mL}}{34619 \text{ mg/mL}} \right) = 0,2657 \text{ mg/mL}$

### c) Cálculo del límite de detección y cuantificación del ácido graso C20:5



**ANEXO 10 Continuación**

Ecuación de la recta:  $Y = 389101 + 33370 \cdot X$

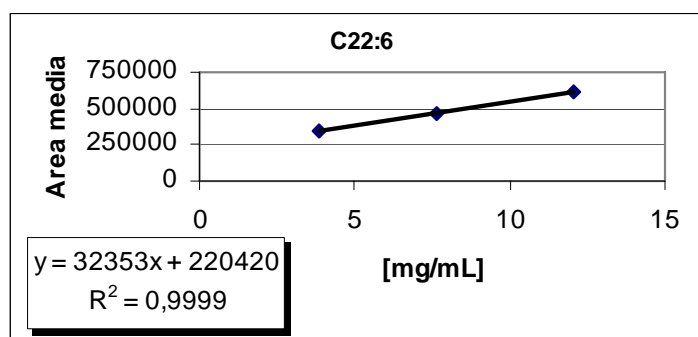
Coeficientes de regresión:  $a = 389101 \text{ mg/mL};$

$b = 33370 \text{ mg/mL}$

Error estándar de estimación:  $S_{yx} = 5326,62 \text{ mg/mL}$

Límite de detección (LD) =  $\left( \frac{2 \times 5326,62 \text{ mg/mL}}{33370 \text{ mg/mL}} \right) = 0,3193 \text{ mg/mL}$

Límite de cuantificación (LC) =  $\left( \frac{10 \times 5326,62 \text{ mg/mL}}{33370 \text{ mg/mL}} \right) = 1,5965 \text{ mg/mL}$

**d) Cálculo del límite de detección y cuantificación del ácido graso C22:6.**

Ecuación de la recta:  $Y = 220420 + 32353 \cdot X$

Coeficientes de regresión:  $a = 220420 \text{ mg/mL};$

$b = 32353 \text{ mg/mL}$

Error estándar de estimación:  $S_{yx} = 1334,55 \text{ mg/mL}$

Límite de detección (LD) =  $\left( \frac{2 \times 1334,55 \text{ mg/mL}}{32353 \text{ mg/mL}} \right) = 0,0838 \text{ mg/mL}$

Límite de cuantificación (LC) =  $\left( \frac{10 \times 1334,55 \text{ mg/mL}}{32353 \text{ mg/mL}} \right) = 0,4189 \text{ mg/mL}$

## ANEXO 11

### Resumen estadístico descriptivo para los ácidos grasos identificados en desayunos y almuerzos

<b>SERVICIO: DESAYUNO</b>																	
<b>ESTADISTICO</b>	<b>% SAFAS</b>	<b>% MUFAS</b>	<b>% PUFAS</b>	<b>% NIFAS</b>	<b>% n-3</b>	<b>% n-6</b>	<b>g SAFAS</b>	<b>g MUFAS</b>	<b>g PUFAS</b>	<b>g n-3</b>	<b>g n-6</b>	<b>g AL</b>	<b>g AA</b>	<b>g ALA</b>	<b>g EPA</b>	<b>g DHA</b>	<b>g EPA+DHA</b>
<b>Media</b>	<b>61,60</b>	<b>15,66</b>	<b>20,99</b>	<b>1,75</b>	<b>4,10</b>	<b>16,26</b>	<b>11,20</b>	<b>2,92</b>	<b>4,16</b>	<b>0,79</b>	<b>1,40</b>	<b>3,13</b>	<b>0,01</b>	<b>0,53</b>	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>0,17</b>
Interv. de conf. para la media al 95% Lím.inferior	58,80	14,51	18,42	1,19	3,30	14,32	8,88	2,23	2,92	0,53	1,10	2,16	0,00	0,32	0,06	0,02	0,09
Interv. de conf. para la media al 95% Lím.superior	64,41	16,80	23,57	2,32	4,89	18,20	13,52	3,61	5,40	1,05	1,71	4,09	0,01	0,74	0,21	0,05	0,25
Media recortada al 5%	61,76	15,31	20,71	1,59	3,95	15,98	10,87	2,80	3,79	0,71	1,35	2,79	0,00	0,44	0,10	0,03	0,14
Mediana	61,58	15,04	18,41	1,18	3,58	15,32	9,84	2,67	3,20	0,56	1,20	2,50	0,00	0,29	0,04	0,02	0,08
Varianza	68,70	11,44	57,95	2,79	5,47	32,87	47,17	4,17	13,40	0,59	0,80	8,18	0,00	0,39	0,05	0,00	0,05
Desv. típ.	8,29	3,38	7,61	1,67	2,34	5,73	6,87	2,04	3,66	0,77	0,89	2,86	0,01	0,63	0,21	0,05	0,23
Mínimo	44,58	10,09	7,42	0,08	0,55	6,87	1,56	0,38	0,48	0,04	0,17	0,38	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Máximo	76,59	28,19	38,01	6,92	12,16	31,12	28,51	7,68	16,76	3,15	3,84	13,73	0,06	2,79	0,89	0,29	0,94
Rango	32,01	18,10	30,59	6,84	11,62	24,25	26,95	7,30	16,28	3,11	3,67	13,34	0,06	2,75	0,89	0,29	0,94
Asimetría	-0,29	1,98	0,67	1,58	1,19	0,83	0,48	0,89	1,55	1,64	0,87	1,98	2,76	2,44	2,65	3,47	2,21
Curtosis	-0,84	5,30	-0,27	2,01	2,58	0,36	-0,21	0,11	2,78	2,64	0,34	4,80	8,06	6,19	7,34	14,69	5,10
<b>SERVICIO: ALMUERZO</b>																	
<b>ESTADISTICO</b>	<b>% SAFAS</b>	<b>% MUFAS</b>	<b>% PUFAS</b>	<b>% NIFAS</b>	<b>% n-3</b>	<b>% n-6</b>	<b>g SAFAS</b>	<b>g MUFAS</b>	<b>g PUFAS</b>	<b>g n-3</b>	<b>g n-6</b>	<b>g AL</b>	<b>g AA</b>	<b>g ALA</b>	<b>g EPA</b>	<b>g DHA</b>	<b>g EPA+DHA</b>
<b>Media</b>	<b>42,80</b>	<b>11,56</b>	<b>44,35</b>	<b>1,31</b>	<b>8,61</b>	<b>35,61</b>	<b>29,11</b>	<b>7,88</b>	<b>30,90</b>	<b>5,95</b>	<b>6,66</b>	<b>24,79</b>	<b>0,05</b>	<b>4,68</b>	<b>0,66</b>	<b>0,48</b>	<b>1,14</b>
Interv. de conf. para la media al 95% Lím.inferior	40,97	11,10	42,21	0,98	8,00	33,74	25,93	6,99	27,21	5,21	5,89	21,74	0,03	4,06	0,54	0,27	0,83
Interv. de conf. para la media al 95% Lím.superior	44,62	12,02	46,48	1,63	9,21	37,49	32,29	8,78	34,58	6,69	7,43	27,84	0,06	5,30	0,77	0,70	1,45
Media recortada al 5%	41,84	11,48	45,33	1,12	8,50	36,45	28,19	7,58	30,05	5,75	6,46	24,09	0,04	4,51	0,61	0,36	0,97
Mediana	41,63	11,33	46,14	0,97	8,33	37,56	25,10	7,31	29,70	5,76	5,93	22,43	0,00	4,49	0,53	0,24	0,87
Varianza	57,53	3,64	79,07	1,81	6,30	61,04	175,11	13,75	235,15	9,53	10,40	161,25	0,01	6,70	0,22	0,82	1,66
Desv. típ.	7,58	1,91	8,89	1,34	2,51	7,81	13,23	3,71	15,33	3,09	3,22	12,70	0,07	2,59	0,47	0,91	1,29
Mínimo	33,22	7,94	11,31	0,08	2,68	7,42	10,59	2,68	4,03	1,39	1,51	2,64	0,00	0,37	0,07	0,01	0,14
Máximo	70,45	16,48	58,25	9,94	19,20	45,61	67,88	22,68	74,63	14,77	17,01	60,51	0,29	12,29	2,91	7,22	10,13
Rango	37,23	8,54	46,94	9,86	16,52	38,19	57,29	20,01	70,60	13,38	15,50	57,86	0,29	11,92	2,84	7,21	9,99
Asimetría	2,18	0,57	-1,90	4,37	1,14	-1,74	1,06	1,38	0,74	0,93	0,97	0,75	1,95	0,91	2,23	6,27	5,27
Curtosis	5,47	-0,03	4,67	25,24	4,00	3,61	0,86	2,94	0,61	0,98	0,95	0,47	3,34	1,01	7,12	45,89	35,19



## ANEXO 12

**Resumen descriptivo para los ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y no identificados en las muestras de raciones alimenticias.**

Ácidos Grasos	Servicio	N	Media (%)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo (%)	Máximo (%)
						Límite inferior	Límite superior		
Saturados	Desayunos	36	61,60	8,29	1,38	58,80	64,41	44,58	76,59
	Almuerzos	69	42,80	7,58	0,91	40,97	44,62	33,22	70,45
Monoinsaturados	Desayunos	36	15,66	3,38	0,56	14,51	16,80	10,09	28,19
	Almuerzos	69	11,56	1,91	0,23	11,10	12,02	7,94	16,48
Poliinsaturados	Desayunos	36	20,99	7,61	1,27	18,42	23,57	7,42	38,00
	Almuerzos	69	44,35	8,89	1,07	42,21	46,48	11,31	58,25
No identificados	Desayunos	36	1,75	1,67	0,29	1,19	2,32	0,08	6,92
	Almuerzos	69	1,31	1,34	0,16	0,98	1,63	0,08	9,94

## ANEXO 13

**Resumen descriptivo para los ácidos grasos AL, AA, ALA, EPA y DHA en las muestras de raciones alimenticias.**

Ácidos Grasos	Servicio	N	Media (g)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
AL	Desayunos	36	3,13	2,86	0,48	2,16	4,09	0,38	13,73
	Almuerzos	69	24,79	12,70	1,53	21,74	27,84	2,64	60,51
AA	Desayunos	36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,06
	Almuerzos	69	0,05	0,07	0,01	0,03	0,06	0,00	0,29
ALA	Desayunos	36	0,53	0,63	0,10	0,32	0,74	0,04	2,79
	Almuerzos	69	4,68	2,59	0,31	4,06	5,30	0,37	12,29
EPA	Desayunos	36	0,13	0,21	0,04	0,06	0,21	0,00	0,89
	Almuerzos	69	0,66	0,47	0,06	0,54	0,77	0,07	2,91
DHA	Desayunos	36	0,04	0,05	0,09	0,02	0,05	0,00	0,29
	Almuerzos	69	0,48	0,91	0,11	0,27	0,70	0,01	7,22

## ANEXO 14

**Resumen descriptivo para la sumatoria de los ácidos grasos *n*-3 y *n*-6 en desayunos y almuerzos.**

Ácidos Grasos	Servicio	N	Media (g)	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
<i>n</i> -3	Desayunos	36	0,79	0,77	0,13	0,53	1,05	0,04	3,15
	Almuerzos	69	5,95	3,09	0,37	5,21	6,69	1,39	14,77
<i>n</i> -6	Desayunos	36	1,40	0,89	0,15	1,10	1,71	0,17	3,84
	Almuerzos	69	6,66	3,22	0,39	5,89	7,43	1,51	17,01

## ANEXO 15

### Resultados de los análisis de normalidad, asociación lineal y regresión lineal realizados para la relación *n-6* y *n-3* de las muestras de raciones alimenticias

#### a) Verificación de la Normalidad de los ácidos grasos *n-3* y *n-6*.

Para analizar la distribución normal de los ácidos grasos *n-3* y *n-6* se plantean la siguiente prueba de hipótesis:

$H_0: (p \geq 0,05^1)$  Las variables de ácidos grasos *n-3* y *n-6* de las muestras presentan distribución normal.

$H_1: (p < 0,05^1)$  Las variables de ácidos grasos *n-3* y *n-6* de las muestras no presentan distribución normal.

Mediante la Prueba de Kolmogorov – Smirnov para una muestra, se obtuvieron los siguientes resultados:

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		GN3	GN6
N		105	105
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	4,183294	4,857649
	Desviación típica	3,533755	3,654366
Diferencias más extremas	Absoluta	0,120	0,109
	Positiva	0,107	0,109
	Negativa	-0,120	-0,100
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,233	1,122
Sig. asintót. (bilateral)		0,096	0,161

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Conclusión: de acuerdo al *p*-valor asociado al estadístico de contraste (*n-3* = 0,096 y *n-6* = 0,161), que es mayor al nivel de significación (0,05), se acepta la  $H_0$ , es decir, las variables de ácidos grasos *n-3* y *n-6* de las muestras presentan distribución normal, y luego se procedió a confirmar la asociación lineal entre estas variables.

<sup>1</sup> Nivel de significancia utilizado por método estadístico en Software Estadístico SPSS para Windows, versión 10.0.6.

### b) Verificación de la asociación lineal de los ácidos grasos *n-3* y *n-6*.

Para analizar la asociación lineal entre los ácidos grasos *n-3* y *n-6* se plantea la siguiente prueba de hipótesis:

$H_0: (p \geq 0,05^1)$  No existe relación aparente entre los ácidos grasos *n-3* y *n-6* presentes en las raciones alimenticias.

$H_1: (p < 0,05^1)$  Existe relación aparente entre los ácidos grasos *n-3* y *n-6* presentes en las raciones alimenticias.

A partir de los resultados obtenidos por el estadístico (coeficientes de correlación de Pearson = 0,925) y dado a que el p-valor es menor al nivel de significación (0,05), se corrobora que existe un grado de asociación entre los ácidos grasos *n-3* y *n-6* de las muestras de raciones alimenticias.

Correlaciones <sup>a</sup>

		GN6	GN3
Productos cruzados est.	GN6	1,000	0,925
	GN3	0,925	1,000
Sig. (unilateral)	GN6	,	0,000
	GN3	0,000	,
N	GN6	105	105
	GN3	105	105

a. Los coeficientes se han calculado a través del origen.

### c) Regresión lineal de los ácidos grasos *n-3* y *n-6*.

De acuerdo a la Regresión lineal aplicada a los ácidos grasos *n-6* y *n-3*, se obtuvieron los siguientes resultados:

Relación <i>n6=5.n3</i>	Coeficientes no estandarizados (b)	Error típico	<i>t</i>	Sig.( <i>p</i> )	Intervalo de confianza para b al 95%		R	R <sup>2</sup>	Error típico de la estimación
					Límite inferior	Límite superior			
$Y = b \cdot X$	<b>1,027</b>	0,041	24,825	0,000	<b>0,945</b>	<b>1,109</b>	0,925	0,856	2,317

Por lo tanto, según la prueba de hipótesis planteada se acepta la  $H_0$ , concluyéndose que el coeficiente de regresión se encuentra dentro de la recomendación (5:1).

<sup>1</sup> Nivel de significancia utilizado por método estadístico en Software Estadístico SPSS para Windows, versión 10.0.6.

### ANEXO 16

#### Prueba de Hipótesis para análisis de distribución normal para los niveles de EPA+DHA en las raciones de desayunos y almuerzos.

De acuerdo al planteamiento de Hipótesis:

$H_0$ : ( $\mu_{\text{Desayuno}} \leq 1,0 \text{ g}$  y/o  $\mu_{\text{Almuerzo}} \leq 1,0 \text{ g}$ ) Los niveles de EPA+DHA, tanto en el servicio de desayuno como en el de almuerzo, no superan el valor mínimo recomendado de 1,0 g al día.

$H_1$ : ( $\mu_{\text{Desayuno}} > 1,0 \text{ g}$  y/o  $\mu_{\text{Almuerzo}} > 1,0 \text{ g}$ ) En al menos uno de los servicios (desayuno o almuerzo), los niveles de EPA+DHA superan el valor mínimo recomendado de 1,0 g al día.

Para calcular la estadística de prueba ( $\alpha=0,05$ ), y dado a que el  $n > 30$ , tanto en desayunos como en almuerzos, se aplicó prueba de distribución normal estándar (Z), obteniéndose valores críticos de Z, en prueba de dos colas a partir de las medias y desviación estándar de los niveles de EPA+DHA de las muestras de desayunos y almuerzos, como se detalla a continuación:

Prueba de Distribución Normal (Z)		
$\alpha = 0,05$	$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$	$\mu = 1,0 \text{ g}$
<p>El diagrama muestra una curva normal estándar con el eje horizontal etiquetado como Z. El centro de la curva está en Z=0. Se marcan dos valores críticos en los extremos: Zc = 1,96 a la izquierda y Zc = 1,96 a la derecha. Las áreas bajo la curva fuera de estos límites están sombreadas y etiquetadas como 0,025. Las áreas entre los límites críticos y el centro están etiquetadas como 0,475.</p>		
DATOS	DESAYUNOS	ALMUERZOS
$n$	36	69
$\bar{x}$	0,169	1,139
$\sigma$	0,228	1,340
Z	-21,810	0,896

Conclusión:

$Z_{\text{Desayunos}} < Z_{\text{crítico 1}} \ll Z_{\text{crítico 2}}$ , por lo tanto  $\bar{x}_{\text{Desayunos}} \leq \mu$ ; y

$Z_{\text{crítico 1}} > Z_{\text{Almuerzos}} < Z_{\text{crítico 2}}$ , por lo tanto  $\bar{x}_{\text{Almuerzos}} > \mu$ .

Se rechaza la  $H_0$ , al menos en el servicio de almuerzo, los aportes de EPA+DHA se encuentran sobre la recomendación de consumo diario de 1,0 g.

## ANEXO 17

**Clasificación por tipo de minutas de los desayunos y almuerzos, de acuerdo al componente principal y el acompañamiento del servicio, por programa de alimentación.**

Programa	Servicio	Componente	Subgrupos	Nº de muestras
Enseñanza Básica 700 Kcal (Urbano) (n=67)	Desayuno 250 Kcal (n=22)	Principal	Leche	16
			Leche cereal	3
			Yogurt	3
		Acompañamiento	Cereales	4
			Galleta	3
			Pan con agregado	15
	Almuerzo 450 Kcal (n=45)	Principal	Guiso de Ave	6
			Guiso Huevo	4
			Guiso Marino	11
			Guiso Vacuno	8
			Guiso Leguminosa	13
			Guiso Verduras	3
		Acompañamiento	Arroz	21
			Fideos	8
Enseñanza Básica 1.000 Kcal (Rural) (n=38)	Desayuno 350 Kcal (n=14)	Principal	Leche	11
			Yogurt	3
		Acompañamiento	Cereales	4
			Galleta	2
			Pan con agregado	8
			Verduras	8
	Almuerzo 650 Kcal (n=24)	Principal	Guiso de Ave	4
			Guiso Huevo	5
			Guiso Marino	2
			Guiso Vacuno	8
			Guiso Leguminosa	3
			Guiso Verduras	2
		Acompañamiento	Arroz	7
			Fideos	8
	Puré	6		
	Verduras	3		

## ANEXO 18

## Resumen descriptivo para los niveles de n-3 y n-6 en las minutas clasificadas

## a) Programa Básica 700 Kcal (urbano)

## • Desayunos 250 Kcal, clasificados según componente principal.

Ácidos grasos	Clasificación minuta	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
n-3	Leche	16	0,8740	0,6284	0,1571	0,5392	1,2089	0,1056	1,9399
	Leche cereal	3	0,1093	0,0634	0,0366	-0,0481	0,2667	0,0371	0,1554
	Yogurt	3	0,5662	0,4132	0,2386	-0,4602	1,5927	0,2388	1,0305
n-6	Leche	16	1,4100	0,9013	0,2253	0,9297	1,8903	0,3193	3,2363
	Leche cereal	3	0,3864	0,3420	0,1974	-0,4632	1,2360	0,1718	0,7808
	Yogurt	3	1,0782	0,3731	0,2154	0,1513	2,0050	0,7839	1,4978

## • Desayunos 250 Kcal, clasificados según acompañamiento.

Ácidos grasos	Clasificación minuta	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
n-3	Cereales	4	0,1929	0,1227	0,0613	-0,0023	0,3882	0,0371	0,3091
	Galleta	3	0,2679	0,1491	0,0861	-0,1024	0,6382	0,1354	0,4293
	Pan	15	0,9624	0,6063	0,1566	0,6266	1,2982	0,1056	1,9399
n-6	Cereales	4	0,3372	0,1761	0,0880	0,0570	0,6173	0,1718	0,5343
	Galleta	3	0,8392	0,0984	0,0568	0,5946	1,0837	0,7808	0,9528
	Pan	15	1,5391	0,8547	0,2207	1,0658	2,0125	0,3193	3,2363

## • Almuerzos 450 Kcal, clasificados según componente principal.

Ácidos grasos	Clasificación minuta	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
n-3	Guiso de Ave	6	6,2989	2,5652	1,0472	3,6069	8,9909	3,1176	8,5320
	Guiso Huevo	4	4,8498	1,2072	0,6036	2,9289	6,7707	3,0641	5,6798
	Guiso Marino	13	5,7144	2,9389	0,8151	3,9384	7,4903	1,3857	13,5009
	Guiso Vacuno	11	5,9883	6,2989	1,0050	3,7489	8,2276	1,5121	14,7664
	Guiso Leguminosa	8	3,9152	2,1696	0,7671	2,1014	5,7290	1,9687	8,7481
	Guiso Verduras	3	4,8717	1,4833	0,8564	1,1870	8,5563	3,5979	6,5001
n-6	Guiso de Ave	6	5,9966	1,7310	0,7067	4,1799	7,8132	4,0322	8,7523
	Guiso Huevo	4	5,0626	1,9202	0,9601	2,0071	8,1181	2,6976	7,3093
	Guiso Marino	13	5,6676	2,1051	0,5838	4,3955	6,9397	1,5063	8,7484
	Guiso Vacuno	11	5,6709	2,9339	0,8846	3,6999	7,6419	2,6181	12,0484
	Guiso Leguminosa	8	4,6630	1,8666	0,6599	3,1025	6,2235	1,9316	6,7514
	Guiso Verduras	3	4,5592	2,0734	1,1971	-0,5915	9,7099	2,8994	6,8834

## • Almuerzos 450 Kcal, clasificados según acompañamiento.

Ácidos grasos	Clasificación minuta	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
n-3	Arroz	21	5,2440	2,7505	0,6002	3,9920	6,4960	1,3857	13,5009
	Fideos	8	5,1004	1,7619	0,6229	3,6274	6,5734	2,2950	7,2201
	Puré	8	5,9725	3,6774	1,3002	2,8981	9,0469	3,2712	14,7664
	Verduras	8	5,5726	2,5972	0,9182	3,4013	7,7439	2,3714	8,7481
n-6	Arroz	21	5,4416	2,2752	0,4965	4,4060	6,4773	1,5063	9,1734
	Fideos	8	6,3626	2,7889	0,9860	4,0311	8,6942	2,6976	12,0484
	Puré	8	5,1022	1,5602	0,5516	3,7978	6,4065	3,0519	7,3093
	Verduras	8	4,6596	1,7532	0,6198	3,1939	6,1253	1,9316	6,6170

## b) Programa Básica 1.000 Kcal (rural)

### • Desayunos 350 Kcal, clasificados según componente principal.

Ácidos grasos	Clasificación minuta	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
n-3	Leche	10	0,7753	0,8995	0,2845	0,1318	1,4188	0,1022	3,1458
	Yogurt	3	0,5817	0,4870	0,2811	-0,6279	1,7914	0,0854	1,0588
n-6	Leche	10	1,4069	0,6103	0,1930	0,9703	1,8435	0,4950	2,4034
	Yogurt	3	1,8804	0,9826	0,5673	-0,5604	4,3213	0,8332	2,7821

### • Desayunos 350 Kcal, clasificados según acompañamiento.

Ácidos grasos	Clasificación minuta	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
n-3	Cereales	4	0,1628	0,0807	0,0404	0,0343	0,2913	0,0854	0,2459
	Galleta	2	1,8965	1,7667	1,2493	-13,9769	17,7699	0,6472	3,1458
	Pan	8	1,0072	0,8658	0,3061	0,2833	1,7310	0,1581	3,0034
n-6	Cereales	4	1,0935	0,5801	0,2901	0,1705	2,0166	0,4950	1,8506
	Galleta	2	1,8996	0,1962	0,1387	0,1369	3,6623	1,7608	2,0383
	Pan	8	1,9222	1,0575	0,3739	1,0381	2,8063	0,6352	3,8408

### • Almuerzos 650 Kcal, clasificados según componente principal.

Ácidos grasos	Clasificación minuta	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
n-3	Guiso de Ave	4	7,8692	4,5383	2,2691	0,6477	15,0906	2,8743	13,8812
	Guiso Huevo	5	8,3721	3,2280	1,4436	4,3640	12,3801	5,8308	13,9986
	Guiso Marino	3	9,5038	2,2026	1,2717	4,0322	14,9755	8,1166	12,0436
	Guiso Vacuno	2	6,3213	1,0510	0,7432	-3,1216	15,7642	5,5781	7,0644
	Guiso Leguminosa	8	4,9985	3,9763	1,4058	1,6742	8,3227	1,4600	11,1179
	Guiso Verduras	2	6,4838	0,8010	0,5664	-0,7125	13,6802	5,9175	7,0502
n-6	Guiso de Ave	4	11,2079	4,8344	2,4172	3,5153	18,9005	6,2315	17,0074
	Guiso Huevo	5	9,6829	3,5385	1,5825	5,2893	14,0765	4,9145	14,5352
	Guiso Marino	3	8,8359	1,6623	0,9597	4,7066	12,9653	7,4375	10,6738
	Guiso Vacuno	2	8,9377	0,6869	0,4857	2,7659	15,1094	8,4519	9,4234
	Guiso Leguminosa	8	7,9187	4,3193	1,5271	4,3078	11,5297	2,0174	14,1776
	Guiso Verduras	2	7,6500	1,6494	1,1663	-7,1690	22,4689	6,4837	8,8163

### • Almuerzos 650 Kcal, clasificados según acompañamiento.

Ácidos grasos	Clasificación minuta	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
n-3	Arroz	7	5,4779	3,6835	1,3922	2,0712	8,8846	1,4600	12,0436
	Fideos	8	6,3213	3,9938	1,4120	2,9824	9,6602	1,7451	13,8812
	Puré	6	8,1227	1,9548	0,7980	6,0713	10,1741	5,8308	11,1179
	Verduras	3	9,9314	3,5304	2,0383	1,1615	18,7013	7,6586	13,9986
n-6	Arroz	7	7,5872	3,5042	1,3245	4,3464	10,8281	2,0174	13,1815
	Fideos	8	8,4860	3,8770	1,3707	5,2448	11,7272	5,0063	17,0074
	Puré	6	9,9827	3,1891	1,3020	6,6359	13,3295	4,9145	14,1776
	Verduras	3	11,7946	3,1122	1,7968	4,0635	19,5257	8,4112	14,5352

## ANEXO 19

### Análisis de varianza para las minutas clasificadas de 700 Kcal.<sup>1</sup>

#### a) Verificación de Normalidad

Para analizar la distribución normal de los ácidos grasos n-3 y n-6 en las minutas, se plantea la siguiente prueba de hipótesis:

$H_0: (p \geq 0,05^2)$  Las variables de ácidos grasos n-3 y n-6 de las muestras presentan distribución normal.

$H_1: (p < 0,05^2)$  Las variables de ácidos grasos n-3 y n-6 de las muestras no presentan distribución normal.

Mediante la Prueba de Kolmogorov – Smirnov para una muestra, se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Servicio de Desayuno de 250 Kcal.**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		GN3	GN6
N		22	22
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	0,727777	1,225153
	Desviación típica	0,611047	0,856912
Diferencias más extremas	Absoluta	0,186	0,148
	Positiva	0,186	0,148
	Negativa	-0,129	-0,109
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,873	0,694
Sig. asintót. (bilateral)		0,432	0,722

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Conclusión: de acuerdo al p-valor asociado al estadístico de contraste ( $n-3 = 0,432$  y  $n-6 = 0,722$ ), que es mayor al nivel de significación (0,05), se acepta la  $H_0$ , es decir, las variables de ácidos grasos n-3 y n-6 de las muestras de desayunos presentan distribución normal.

<sup>1</sup> Software Estadístico SPSS para Windows, versión 10.0.6.

<sup>2</sup> Nivel de significancia utilizado por método estadístico en Software Estadístico SPSS para Windows, versión 10.0.6.



- **Servicio de Almuerzo de 450 Kcal.**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		GN3	GN6
N		45	45
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	5,406378	5,405992
	Desviación típica	2,692584	2,179838
Diferencias más extremas	Absoluta	0,125	0,073
	Positiva	0,125	0,073
	Negativa	-0,068	-0,056
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,839	0,489
Sig. asintót. (bilateral)		0,483	0,970

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Conclusión: de acuerdo al p-valor asociado al estadístico de contraste ( $n-3 = 0,483$  y  $n-6 = 0,970$ ), que es mayor al nivel de significación (0,05), se acepta la  $H_0$ , es decir, las variables de ácidos grasos n-3 y n-6 de las muestras de almuerzo presentan distribución normal.

**b) Prueba de homogeneidad de varianzas**

- **Servicio de Desayuno de 250 Kcal.**

Variable Dependiente: gramos de ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$ .

Factor: Clasificación minuta de desayuno por componente principal y acompañamiento.

$H_0: s^2_1 = s^2_2 = s^2_3 = \dots = s^2_N$       v/s    $H_1: s^2_1 ? s^2_2 ? s^2_3 ? \dots ? s^2_N ?$

**Chequeo de Varianza para clasificación minuta por componente principal:**

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
$n-3$	4,706	2	19	0,022
$n-6$	1,579	2	19	0,232
$Logn-3$	0,308	2	19	0,738

- P-valor  $n-3 <$  criterio aceptación (0,05), se rechaza la  $H_0$ , varianza heterogénea, por lo tanto se realizó transformación aplicando logaritmo en base de 10 ( $\log_{10}$ ) a los ácidos grasos  $n-3$ .

- P-valor  $n-6 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.
- P-valor  $\log(n-3) >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.

### Chequeo de Varianza para clasificación minuta por acompañamiento:

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
$n-3$	6,256	2	19	0,008
$n-6$	3,325	2	19	0,058
$\text{Log}n-3$	0,443	2	19	0,648

- P-valor  $n-3 <$  criterio aceptación (0,05), se rechaza la Ho, varianza heterogénea, por lo tanto se realizó transformación aplicando logaritmo en base de 10 ( $\log_{10}$ ) a los ácidos grasos  $n-3$ .
- P-valor  $n-6 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.
- P-valor  $\log(n-3) >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.

### • Servicio de Almuerzo de 450 Kcal.

Variable Dependiente: gramos de ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$ .

Factor: Clasificación minuta de almuerzo por componente principal y acompañamiento.

Ho:  $s^2_1 = s^2_2 = s^2_3 = \dots = s^2_N$       v/s     $H_1: s^2_1 ? s^2_2 ? s^2_3 ? \dots ? s^2_N ?$

### Chequeo de Varianza para clasificación minuta por componente principal:

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
$n-3$	0,358	5	39	0,874
$n-6$	0,603	5	39	0,698

- P-valor  $n-3 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.

- P-valor  $n-6 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.

### Chequeo de Varianza para clasificación minuta por acompañamiento:

Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
$n-3$	0,369	3	41	0,776
$n-6$	0,699	3	41	0,558

- P-valor  $n-3 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.
- P-valor  $n-6 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.

### c) Análisis de varianza (nivel de confianza de 95%).

Prueba de hipótesis.

$H_0: (\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_n)$  Entre los niveles medios de  $n-3$  o  $n-6$  no existen diferencias significativas en su aporte en los tipos de minutas entregadas en desayunos y almuerzos según programa de alimentación.

$H_1: (\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \neq \mu_n)$  Al menos un tipo de minuta aporta un nivel medio mayor de ácidos grasos  $n-3$  o  $n-6$  en desayunos o almuerzos, en relación a las otras minutas analizadas.

De acuerdo al análisis de varianza aplicado, se tiene lo siguiente:

- **Servicio de Desayuno de 250 Kcal clasificados por componente principal.**

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
$n-6$	Inter-grupos	2,722	2	1,361	2,036	0,158
	Intra-grupos	12,698	19	0,668		
	Total	15,420	21			
$Logn-3$	Inter-grupos	1,806	2	0,903	6,625	0,007
	Intra-grupos	2,590	19	0,136		
	Total	4,395	21			

- P-valor  $n-6 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos  $n-6$  en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por componente principal.
- P-valor  $\text{Log } n-3 <$  criterio aceptación (0,05), se rechaza la  $H_0$ , al menos un tipo de minuta aporta un nivel medio mayor de ácidos grasos  $n-3$  en los desayunos clasificados por componente principal. Se aplica Test múltiple rango de DHS Tuckey con un 95% de confianza.

#### Comparaciones múltiples

##### HSD de Tukey

Variable dependiente	(I) codigopri	(J) codigopri	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<i>Logn-3</i>	1	2	0,8454444*	0,2322693	0,005	0,2553735	1,4355153
		3	0,1348402	0,2322693	0,832	-0,4552307	0,7249111
	2	1	-0,8454444*	0,2322693	0,005	-1,4355153	-0,2553735
		3	-0,7106042	0,3014324	0,072	-1,4763813	5,52E-02
	3	1	-0,1348402	0,2322693	0,832	-0,7249111	0,4552307
		2	0,7106042	0,3014324	0,072	-5,51730E-02	1,4763813

\*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel 0,05.

1: leche; 2: leche cereal; 3: yogurt.

- **Servicio de Desayuno de 250 Kcal clasificados por acompañamiento.**

#### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>n-6</i>	Inter-grupos	5,080	2	2,540	4,667	0,022
	Intra-grupos	10,340	19	0,544		
	Total	15,420	21			
<i>Logn-3</i>	Inter-grupos	1,845	2	0,923	6,874	0,006
	Intra-grupos	2,550	19	0,134		
	Total	4,395	21			

- P-valor  $n-6 <$  criterio aceptación (0,05), se rechaza la  $H_0$ , al menos un tipo de minuta aporta un nivel medio mayor de ácidos grasos  $n-6$  en los desayunos clasificados por acompañamiento. Se aplica Test múltiple rango de DHS Tuckey con un 95% de confianza..
- P-valor  $\text{Log } n-3 <$  criterio aceptación (0,05), se rechaza la  $H_0$ , al menos un tipo de minuta aporta un nivel medio mayor de ácidos grasos  $n-3$  en los

desayunos clasificados por componente acompañamiento. Se aplica Test múltiple rango de DHS Tuckey con un 95% de confianza.

#### Comparaciones múltiples

##### HSD de Tukey

Variable dependiente	(I) COGSEC	(J) COGSEC	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
<i>n-6</i>	1	2	-0,502020	0,563440	0,652	-1,933416	0,929376
		3	-1,201996 *	0,415136	0,024	-2,256632	-0,147360
	2	1	0,502020	0,563440	0,652	-0,929376	1,933416
		3	-0,699976	0,466572	0,313	-1,885284	0,485332
	3	1	1,201996 *	0,415136	0,024	0,147360	2,256632
		2	0,699976	0,466572	0,313	-0,485332	1,885284
<i>Logn-3</i>	1	2	-0,2103695	0,279808	0,736	-0,9212111	0,5004721
		3	-0,6990251*	0,206159	0,008	-1,2227650	-0,1752853
	2	1	0,2103695	0,279808	0,736	-0,5004721	0,9212111
		3	-0,4886556	0,231703	0,115	-1,0772884	1,00E-01
	3	1	0,6990251*	0,206159	0,008	0,1752853	1,2227650
		2	0,4886556	0,231703	0,115	-0,99771E-02	1,0772884

\*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel 0,05.

1: cereales; 2: galleta; 3: pan con agregado.

- **Servicio de almuerzo de 450 Kcal clasificados por componente principal.**

#### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>n-3</i>	Inter-grupos	29,622	5	5,924	0,798	0,558
	Intra-grupos	289,378	39	7,420		
	Total	319,000	44			
<i>n-6</i>	Inter-grupos	10,793	5	2,159	0,425	0,829
	Intra-grupos	198,281	39	5,084		
	Total	209,074	44			

- P-valor *n-3* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* en los tipos de minutas entregadas en los almuerzos clasificados por componente principal.
- P-valor *n-6* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-6* en los tipos de minutas entregadas en los almuerzos clasificados por componente principal.

- **Servicio de almuerzo de 450 Kcal clasificados por acompañamiento.**

## ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>n-3</i>	Inter-grupos	4,088	3	1,363	0,177	0,911
	Intra-grupos	314,912	41	7,681		
	Total	319,000	44			
<i>n-6</i>	Inter-grupos	12,543	3	4,181	0,872	0,463
	Intra-grupos	196,531	41	4,793		
	Total	209,074	44			

- P-valor *n-3* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* en los tipos de minutas entregadas en los almuerzos clasificados por componente principal.
- P-valor *n-6* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-6* en los tipos de minutas entregadas en los almuerzos clasificados por componente principal.

## ANEXO 20

### Análisis de varianza para las minutas clasificadas de 1.000 Kcal<sup>1</sup>.

#### a) Verificación de Normalidad

Para analizar la distribución normal de los ácidos grasos n-3 y n-6 en las minutas, se plantea la siguiente prueba de hipótesis:

$H_0: (p \geq 0,05^2)$  Las variables de ácidos grasos n-3 y n-6 de las muestras presentan distribución normal.

$H_1: (p < 0,05^2)$  Las variables de ácidos grasos n-3 y n-6 de las muestras no presentan distribución normal.

Mediante la Prueba de Kolmogorov – Smirnov para una muestra, se obtuvieron los siguientes resultados

- **Servicio de Desayuno de 350 Kcal.**

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		GN3	GN6
N		14	14
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	0,892963	1,682219
	Desviación típica	0,986036	0,912225
Diferencias más extremas	Absoluta	0,279	0,134
	Positiva	0,279	0,134
	Negativa	-0,206	-0,097
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,043	0,501
Sig. asintót. (bilateral)		0,227	0,963

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Conclusión: de acuerdo al p-valor asociado al estadístico de contraste ( $n-3 = 0,227$  y  $n-6 = 0,963$ ), que es mayor al nivel de significación (0,05), se acepta la  $H_0$ , es decir, las variables de ácidos grasos n-3 y n-6 de las muestras de desayunos presentan distribución normal.

<sup>1</sup> Software Estadístico SPSS para Windows, versión 10.0.6.

<sup>2</sup> Nivel de significancia utilizado por método estadístico en Software Estadístico SPSS para Windows, versión 10.0.6.

- **Servicio de Almuerzo de 650 Kcal.**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra**

		GN3	GN6
N		24	24
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	6,976926	9,011628
	Desviación típica	3,552878	3,577847
Diferencias más extremas	Absoluta	0,141	0,121
	Positiva	0,141	0,121
	Negativa	-0,116	-0,084
Z de Kolmogorov-Smirnov		0,691	0,592
Sig. asintót. (bilateral)		0,726	0,875

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Conclusión: de acuerdo al p-valor asociado al estadístico de contraste ( $n-3 = 0,726$  y  $n-6 = 0,875$ ), que es mayor al nivel de significación (0,05), se acepta la  $H_0$ , es decir, las variables de ácidos grasos n-3 y n-6 de las muestras de almuerzo presentan distribución normal.

**b) Prueba de homogeneidad de varianzas**

- **Servicio de Desayuno de 350 Kcal.**

Variable Dependiente: gramos de ácidos grasos  $n-3$  y  $n-6$ .

Factor: Clasificación minuta de desayuno por componente principal y acompañamiento.

$H_0: s^2_1 = s^2_2 = s^2_3 = \dots = s^2_N$       v/s     $H_1: s^2_1 \neq s^2_2 \neq s^2_3 \neq \dots \neq s^2_N$  ?

**Chequeo de Varianza para clasificación minuta por componente principal:**

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
$n-3$	0,384	1	11	0,548
$n-6$	0,767	1	11	0,400

- P-valor  $n-3 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.
- P-valor  $n-6 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.



**Chequeo de Varianza para clasificación minuta por acompañamiento:****Prueba de homogeneidad de varianzas**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<i>n-3</i>	3,456	2	11	0,068
<i>n-6</i>	2,247	2	11	0,152

- P-valor *n-3* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.
- P-valor *n-6* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.
- **Servicio de Almuerzo de 650 Kcal.**

Variable Dependiente: gramos de ácidos grasos *n-3* y *n-6*.

Factor: Clasificación minuta de almuerzo por componente principal y acompañamiento.

Ho:  $s^2_1 = s^2_2 = s^2_3 = \dots = s^2_N$       v/s    H<sub>1</sub>:  $s^2_1 ? s^2_2 ? s^2_3 ? \dots ? s^2_N ?$

**Chequeo de Varianza para clasificación minuta por componente principal:****Prueba de homogeneidad de varianzas**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<i>n-3</i>	1,618	5	18	0,206
<i>n-6</i>	2,412	5	18	0,077

- P-valor *n-3* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.
- P-valor *n-6* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.

**Chequeo de Varianza para clasificación minuta por acompañamiento:****Prueba de homogeneidad de varianzas**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
<i>n-3</i>	0,783	3	20	0,517
<i>n-6</i>	0,055	3	20	0,983

- P-valor  $n-3 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.
- P-valor  $n-6 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , varianza homogénea. Se aplica Análisis de varianza.

**c) Análisis de varianza (nivel de confianza de 95%).**

Prueba de hipótesis.

$H_0$ : ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_n$ ) Entre los niveles medios de  $n-3$  o  $n-6$  no existen diferencias significativas en su aporte en los tipos de minutas entregadas en desayunos y almuerzos según programa de alimentación.

$H_1$ : ( $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \dots \neq \mu_n$ ) Al menos un tipo de minuta aporta un nivel medio mayor de ácidos grasos  $n-3$  o  $n-6$  en desayunos o almuerzos, en relación a las otras minutas analizadas.

De acuerdo al análisis de varianza aplicado, se tiene lo siguiente:

- **Servicio de Desayuno de 350 Kcal clasificados por componente principal.**

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
$n-3$	Inter-grupos	8,648E-02	1	8,648E-02	0,123	0,733
	Intra-grupos	7,757	11	0,705		
	Total	7,843	12			
$n-6$	Inter-grupos	0,517	1	0,517	1,077	0,322
	Intra-grupos	5,283	11	0,480		
	Total	5,800	12			

- P-valor  $n-3 >$  criterio aceptación (0,05), se rechaza la  $H_0$ , no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos  $n-3$  en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por componente principal.
- P-valor  $n-6 >$  criterio aceptación (0,05), se acepta la  $H_0$ , no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos  $n-6$  en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por componente principal.

- **Servicio de Desayuno de 350 Kcal clasificados por acompañamiento.**

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>n-3</i>	Inter-grupos	4,251	2	2,126	2,787	0,105
	Intra-grupos	8,388	11	0,763		
	Total	12,639	13			
<i>n-6</i>	Inter-grupos	1,942	2	0,971	1,203	0,337
	Intra-grupos	8,876	11	0,807		
	Total	10,818	13			

- P-valor *n-3* > criterio aceptación (0,05), se rechaza la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por acompañamiento.
- P-valor *n-6* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-6* en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por acompañamiento.
- **Servicio de almuerzo de 650 Kcal clasificados por componente principal.**

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>n-3</i>	Inter-grupos	64,733	5	12,947	1,033	0,428
	Intra-grupos	225,595	18	12,533		
	Total	290,328	23			
<i>n-6</i>	Inter-grupos	34,914	5	6,983	0,484	0,783
	Intra-grupos	259,509	18	14,417		
	Total	294,423	23			

- P-valor *n-3* > criterio aceptación (0,05), se rechaza la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por componente principal.
- P-valor *n-6* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-6* en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por componente principal.

- **Servicio de almuerzo de 450 Kcal clasificados por acompañamiento.**

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>n-3</i>	Inter-grupos	53,233	3	17,744	1,497	0,246
	Intra-grupos	237,095	20	11,855		
	Total	290,328	23			
<i>n-6</i>	Inter-grupos	45,305	3	15,102	1,212	0,331
	Intra-grupos	249,118	20	12,456		
	Total	294,423	23			

- P-valor *n-3* > criterio aceptación (0,05), se rechaza la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-3* en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por acompañamiento.
- P-valor *n-6* > criterio aceptación (0,05), se acepta la Ho, no existen diferencias significativas en los aportes de ácidos grasos *n-6* en los tipos de minutas entregadas en los desayunos clasificados por acompañamiento.