



# **UNIVERSIDAD DE MURCIA**

## **FACULTAD DE MEDICINA**

**Epidemiología Nutricional y Calidad Seminal.  
Análisis de la Composición de la Dieta y su  
Asociación con la Calidad Espermática**

**Dña. Ana Cutillas Tolín  
2013**

**UNIVERSIDAD DE  
MURCIA**



**Programa de Doctorado 2011/2012  
Departamento de Ciencias Sociosanitarias  
Área de Medicina Preventiva y Salud Pública  
Facultad de Medicina**

**“Epidemiología Nutricional y Calidad Seminal.  
Análisis de la Composición de la Dieta y su  
Asociación con la Calidad Espermática”**

**Tesis Doctoral**

**Ana Cutillas Tolín**

**Dirección**

**Alberto M. Torres Cantero**

**Jose Juan López Espín**

**Jaime Mendiola Olivares**

**Lidia Mínguez Alarcón**

*“La vida es breve,  
la ciencia extensa,  
la ocasión fugaz,  
la experiencia insegura,  
el juicio difícil”*

*Hipócrates*

## **Agradecimientos**

*En primer lugar, mi agradecimiento al Prof. Dr. Alberto M Torres Cantero, como Catedrático del Departamento de Ciencias Sociosanitarias de la Universidad de Murcia y uno de los directores de esta tesis, por la confianza depositada en mí y por ser ese profesor del que nunca me cansaré de aprender y admirar.*

*Mi más profundo agradecimiento a mis directores:*

*Prof. Dr. Jose J. López Espín has conseguido con tus impecables explicaciones que la estadística sea una de mis pasiones. Prof. Dr. Jaime Mendiola me has mostrado mi capacidad para encontrar el por qué de los resultados hallados y qué nuevas preguntas podemos formularnos. Prof. Dra. Lidia Mínguez Alarcón, gracias por compartir tan generosamente y con tanta cercanía tus conocimientos y tu inestimable ayuda.*

*Sin vosotros, no hubiese sido posible mi formación como investigadora.*

*De modo especial mi agradecimiento al Dr. Guillermo Vivero Salmerón, por haberme dedicado ese maravilloso tiempo en el que aprendí todas las técnicas dentro de un laboratorio de fertilidad humana.*

*Gracias a Laura Sarabia por su inmejorable trabajo en el laboratorio.*

*A la Dra. Manuela Roca por mostrarme la relación de ayuda y las necesidades de los pacientes con problemas de fertilidad.*

*Al Dr. Manuel Canteras Jordana, por sus sabios consejos y su gratuita disponibilidad.*

*Al Grupo de Epidemiología de la Nutrición (EPINUT) por su trabajo al evaluar la composición alimentaria en el estudio MYMS. Me gustaría dar las gracias especialmente a la Prof. Dra. Eva Navarrete por sus recomendaciones para seguir aprendiendo y al Prof. Dr. Jesús Vioque por su enorme esfuerzo en que esta disciplina tenga su hueco en España, sus interesantes trabajos y su enorme cercanía.*

*Me gustaría agradecer a Begoña Patiño el tiempo dedicado a darme a conocer el trabajo aplicado de la Nutrición Comunitaria y una visión ampliada de aspectos nutricionales que han enriquecido notablemente esta tesis.*

*Al Área de Medicina Preventiva de la Universidad de Murcia: Esperanza, Mariana, Pedro, Daniel, Ismael, Juan José y Pilar, por crear un inmejorable ambiente de trabajo.*

*A mis compañeros: Antonio, Indra, Pilar y Miriam por hacerme participe de sus proyectos, sus logros y ser el soplo de aire fresco entre tantas horas de batalla.*

*A la Fundación Seneca, por la concesión del proyecto “Estudio de calidad seminal en jóvenes de la Región de Murcia” (Fundación Séneca, 00694/PI/2010) que me ha permitido aportar mi granito de arena en este campo de trabajo.*

*A mis amigos por escuchar con interés las explicaciones sobre el tema de esta tesis y su enorme paciencia durante las extensas descripciones sobre el desarrollo de mi trabajo.*

*Gracias a Luis, por su apoyo para conseguir lo inalcanzable y sobre todo por ser el compañero que me estimula a pensar desde distintos ángulos.*

*Por último, un agradecimiento especial a Marta, Begoña y Emilio, mi familia, por apoyarme en mi desarrollo académico, por creer en mí siempre y darme ese amor que me impulsa a seguir creciendo.*

*Índice*

**Índice**

## Índice general

### Índice de tablas

### Índice de gráficos y figuras

Abreviaturas	1
Resumen/Abstract	5
I. Introducción	8
I.1. Epidemiología nutricional	9
I.1.1. El papel de la nutrición en nuestra salud	11
I.1.2. Los principales alimentos contribuyentes a la ingesta dietética y sus nutrientes específicos	12
I.1.3. Tablas de composición de alimentos	24
I.1.4. Recomendaciones nutricionales	27
I.1.4.1. Alimentos y grupos de alimentos	27
I.1.4.2. Macronutrientes	33
I.1.4.3. Micronutrientes	36
I.1.5. Métodos de evaluación de la dieta	42
I.1.5.1. Registro dietético	44
I.1.5.1.1. Registro dietético por pesada	44
I.1.5.1.2. Registro dietético por estimación del peso	44
I.1.5.1.3. Registro observado por pesada	44
I.1.5.1.4. Registro de alimentos combinado con el análisis químico	45
I.1.5.2. Historia dietética	46
I.1.5.3. Recuerdo de 24 horas	47
I.1.5.4. Cuestionarios de frecuencia alimentaria (CFA)	49
I.1.5.5. Validación y reproducibilidad de los CFA	51
I.1.5.5.1. Validación del CFA utilizado en el estudio MYMS (“Murcia Youth Men Study”)	53
I.1.6. El estudio de los patrones de consumo de alimentos	55
I.1.6.1. Los métodos de identificación de patrones dietéticos	57

I.1.6. 2. Análisis factorial	57
I.1.6. 3. Análisis de conglomerados	60
I.1.6. 4. Índices de calidad alimentaria:	61
I.1.6. 4. 1. Índice de alimentación saludable (HEI)	61
I.1.6. 4. 2. Índice de la dieta mediterránea (MED)	62
I.1. 7. La influencia de la ingesta energética en los análisis epidemiológicos	68
I.2. Calidad seminal	71
I.2.1. El aparato reproductor masculino	71
I.2. 1. 2. El testículo	71
I.2. 1. 3. Células de Sertoli	73
I.2. 1. 4. Células de Leydig	75
I.2. 1. 5. Escroto	76
I.2. 1. 6. El espermatozoide	78
I.2. 2. Fisiología del aparato reproductor masculino	79
I.2. 2. 1. Desarrollo de la función testicular	79
I.2. 2. 2. Espermatogénesis	86
I.2. 2. 3. Regulación hormonal	89
I.2. 3. La calidad seminal y sus parámetros asociados	91
I.2. 3. 1. Concentración espermática	92
I.2. 3. 2. Motilidad espermática	93
I.2. 3. 3. Volumen seminal	93
I.2. 3. 4. Recuento espermático total	94
I.2. 3. 5. Morfología espermática	94
I.2. 4. Condicionantes de la calidad seminal	96
I.2. 4. 1. Alteraciones del tracto reproductivo	96
I.2. 4. 2. Exposiciones ambientales	98
I.2. 4. 3. El descenso de la calidad seminal	101
<b>II. Justificación del estudio, objetivo e hipótesis</b>	<b>105</b>
II. 1. Justificación del estudio	106
II. 2. Objetivos	108
II. 3. Hipótesis	109

<b>III. Material y método</b>	<b>110</b>
III. 1. Descripción de la muestra	111
III. 2. Variables de estudio y métodos de medición	112
III. 2.1. Examen físico	112
III. 2.2. Evaluación dietética	112
III. 2.3. Análisis seminal	114
III. 3. Análisis estadístico	115
<b>IV. Resultados</b>	<b>118</b>
IV.1. Análisis descriptivo de la composición de la dieta de los jóvenes universitarios de la Región de Murcia y su adecuación a las recomendaciones nutricionales	119
IV.1.1. Grupos de alimentos	119
IV.1.2. Ingesta de macronutrientes	125
IV.1. 3. Ingesta de micronutrientes y antioxidantes	127
IV.2. Patrones Dietéticos e Índices de Calidad de la dieta en jóvenes Universitarios	134
IV.2.1. Patrones dietéticos “a posteriori” (I): análisis de conglomerados de k-medias	134
IV.2.2. Patrones dietéticos “a posteriori” (II): análisis factorial	140
IV.2.3. Patrones dietéticos “a priori”: índices de calidad de la dieta	153
IV.3. Análisis descriptivo del estilo de vida de los estudiantes varones de la Universidad de Murcia	157
IV.4. Análisis descriptivo de la calidad seminal de los participantes del estudio MYMS	159
IV.5. Relación entre patrones dietéticos y calidad seminal de los jóvenes de la Región de Murcia	160
IV.5.1. Calidad seminal y patrones dietéticos “a posteriori” (I): análisis de conglomerados de k-medias	160
IV.5.2. Calidad seminal y patrones dietéticos “a posteriori” (II):	

análisis factorial	165
IV.5.3. Calidad seminal y patrones dietéticos “a priori”: índices de calidad de la dieta	169
IV.6. Asociación entre la ingesta de ácidos grasos y los parámetros de la calidad seminal	175
<b>V. Discusión</b>	<b>180</b>
V.1. Características de la dieta y estilos de vida	181
V.2. Patrón de alimentos y calidad seminal	183
V.3. Consumo de ácidos grasos y calidad seminal	185
V.4. Limitaciones del estudio	187
V.5. Utilidad práctica y futuros proyectos	188
<b>VI. Conclusiones</b>	<b>189</b>
<b>VII. Bibliografía</b>	<b>191</b>
<b>VIII. Anexos</b>	<b>223</b>
Anexo 1. Cuestionario de frecuencia alimentaria utilizado en el estudio MYMS	224
Anexo 2. Equivalencias entre las frecuencias de consumo de alimentos y las raciones diarias ajustadas por tamaño	229
Anexo 3. Agrupación de los ítems del CFA <sub>MYMS</sub> en 46 grupos	233
Anexo 4. Agrupación de los ítems del CFA <sub>MYMS</sub> en 50 grupos	235

## Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutricional de distintos aceites	12
Tabla 2. Composición nutricional de las frutas	15
Tabla 3. Composición nutricional de verduras y hortalizas	18
Tabla 4. Composición nutricional de la leche	20
Tabla 5. Tipos de pescado	21
Tabla 6. Frecuencia de consumo recomendada por la Fundación Dieta Mediterránea	29
Tabla 7. Recomendaciones sobre macronutrientes (SEEDO-FESNAD)	34
Tabla 8. Objetivos nutricionales definidos por la SENC en el año 2001	35
Tabla 9. Ingestas recomendadas de micronutrientes en España	38
Tabla 10. Ingestas recomendadas de micronutrientes en la CEE	39
Tabla 11. Ingestas recomendadas de micronutrientes a nivel mundial	40
Tabla 12. CDR de vitaminas declaradas en el etiquetado de alimentos	41
Tabla 13. CDR de minerales declarados en el etiquetado de alimentos	41
Tabla 14. Ventajas e inconvenientes de los métodos de evaluación de la Dieta	43
Tabla 15. Matriz de coeficientes de los patrones dietéticos identificados en “Health Professionals Follow-up Study” (1986)	59
Tabla 16. Criterios para calcular el Healthy Eating Index, HEI	64
Tabla 17. Criterios para calcular el Healthy Eating Index, AHEI	65
Tabla 18. Criterios para calcular el Índice de Alimentación Saludable (IAS)	66
Tabla 19. Criterios para calcular el alternate Mediterranean Diet Score (aMED)	67
Tabla 20. Variación en el tiempo de los valores de referencia de los	

parámetros de la calidad seminal (WHO)	91
Tabla 21. Valores de referencia de los parámetros de la calidad seminal (WHO 2010)	92
Tabla 22. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día y en medidas caseras	113
Tabla 23. Ingestas medias de grupos de alimentos en el estudio MYMS	123
Tabla 24. Ingesta diaria de macronutrientes en el estudio MYMS	125
Tabla 25. Ingesta diaria de vitaminas en el estudio MYMS	127
Tabla 26. Ingesta diaria de minerales en el estudio MYMS	129
Tabla 27. Ingesta diaria de antioxidantes no vitamínicos en el estudio MYMS	133
Tabla 28. Análisis descriptivo de la ingesta de alimentos para los distintos grupos de patrón de consumo de alimentos	136
Tabla 29. Comunalidades de las variables en el análisis factorial inicial (Factorial 1)	142
Tabla 30. Comunalidades de las variables introducidas en el modelo final (Factorial 1)	142
Tabla 31. Varianza total explicada (Factorial 1)	142
Tabla 32. Matriz de componentes del análisis factorial (Factorial 1)	144
Tabla 33. Comunalidades de las variables en el análisis factorial inicial (Factorial 2)	146
Tabla 34. Comunalidades de las variables introducidas en el modelo final (Factorial 2)	146
Tabla 35. Varianza total explicada (Factorial 2)	146
Tabla 36. Matriz de componentes del análisis factorial (Factorial 2)	148
Tabla 37. Comunalidades de las variables en el análisis factorial inicial	

(Factorial 3)	150
Tabla 38. Comunalidades de las variables introducidas en el modelo final (Factorial 3)	150
Tabla 39. Varianza total explicada (Factorial 3)	150
Tabla 40. Matriz de componentes del análisis factorial (Factorial 3)	152
Tabla 41. Ingesta diaria de los componentes del Índice aMED en el estudio MYMS	153
Tabla 42. Ingesta diaria de los componentes del Índice AHEI en el estudio MYMS	156
Tabla 43. Características de los estilos de vida en el estudio MYMS	157
Tabla 44. Análisis descriptivo de las características de la calidad seminal del estudio MYMS	159
Tabla 45. Características demográficas y dietéticas de los participantes según sus patrones dietéticos de consumo (análisis de conglomerados)	161
Tabla 46. Asociación entre los grupos de comportamiento alimentario y parámetros de la calidad seminal (análisis de conglomerados)	162
Tabla 47. Asociación entre los patrones dietéticos y la calidad seminal (análisis factorial) (Parte I)	166
Tabla 48. Asociación entre los patrones dietéticos y la calidad seminal (análisis factorial) (Parte II)	168
Tabla 49. Asociación entre la puntuación del índice aMED y los parámetros de la calidad seminal	171
Tabla 50. Asociación entre la puntuación del índice AHEI y los parámetros de la calidad seminal	173
Tabla 51. Valores medios de los factores de confusión para el primer y cuarto cuartil de ingesta de ácidos grasos	177

Tabla 52. Modelo multivariante de la ingesta de ácidos grasos y los parámetros de la calidad seminal en el estudio MYMS	178
Tablas de Anexos	
Anexo 2. Tabla 1. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día	229
Anexo 2. Tabla 2. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día para: requesón, queso, helados, embutido, salchichas, paté, almejas y marisco, pimiento, espárragos y aceitunas.	229
Anexo 2. Tabla 3. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día para: bacon , tocino y panceta	229
Anexo 2. Tabla 4. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: lata de atún	229
Anexo 2. Tabla 5. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: lata de sardinas	230
Anexo 2. Tabla 6. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: pescados en salazón y/o ahumados: anchoas, bacalao, salmón	230
Anexo 2. Tabla 7. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: calamares y similares	230
Anexo 2. Tabla 8. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: cebolla, zanahoria, frutos secos	230
Anexo 2. Tabla 9. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: alcachofas	230
Anexo 2. Tabla 10. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: maíz hervido	230

Anexo 2. Tabla 11. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: prunas	231
Anexo 2. Tabla 12. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: bolsa de patatas fritas y palitos o croquetas de pescado	231
Anexo 2. Tabla 13. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: margarina y mantequilla	231
Anexo 2. Tabla 14. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: croquetas de pollo o jamón	231
Anexo 2. Tabla 15. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: ajo	232
Anexo 2. Tabla 16. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: mermeladas y miel	232
Anexo 3 Tabla 1. Agrupación de los 101 items alimenticios en 46 grupos de alimentos, en base al contenido nutrientes y la pirámide alimenticia de Walter C. Willett	233
Anexo 4. Tabla 1. Agrupación de los 101 items alimenticios en 50 grupos de alimentos, en base al contenido en nutrientes y la pirámide alimenticia de la Dieta Mediterránea actualizada (Bach-Faig <i>et al.</i> 2010)	235

## Índice de figuras

Figura 1. Pirámide de la Dieta Mediterránea	30
Figura 2. Pirámide de la alimentación saludable para adultos sanos	32
Figura 3. Sección transversal de un testículo	72
Figura 4. Sección transversal de un túbulo seminífero	73
Figura 5. Corte transversal de varios túbulos seminíferos	75
Figura 6. El espermatozoide humano	78
Figura 7. Eventos del desarrollo reproductivo masculino	79
Figura 8. Cronología del desarrollo genital y tracto reproductivo en el feto	82
Figura 9. Espermatogénesis	87
Figura 10. Regulación hormonal de la espermatogénesis	90
Figura 11. Morfología espermática normal	95
Figura 12. Descenso de la concentración espermática	101
Figura 13. Gráfico radial comparativo entre la Dieta Mediterránea y la dieta de la muestra de estudio (MYMS)	120
Figura 14. Comparación de los valores entre la ingesta de vitaminas E, B <sub>12</sub> y A recomendada y la hallada en la muestra de estudio	128
Figura 15. Comparación de los valores entre la ingesta de vitaminas D y B <sub>6</sub> recomendada y la hallada en la muestra de estudio	128
Figura 16. Comparación de los valores entre la ingesta de vitaminas C y ácido fólico recomendadas y la hallada en la muestra de estudio	128
Figura 17. Proporción de individuos que cumplen o no la ingesta diaria recomendada de vitaminas	128
Figura 18. Comparación de los valores entre la ingesta de Fe, Zn y K recomendada y la hallada en la muestra de estudio	131
Figura 19. Comparación de los valores entre la ingesta de I, Mg y Ca	

recomendada y la hallada en la muestra de estudio	131
Figura 20. Proporción de individuos que cumplen o no la ingesta diaria recomendada de minerales	131
Figura 21. Contribución de cada tipo de antioxidante a la ingesta total de Antioxidantes	132
Figura 22. Gráficos radiales de los grupos según la ingesta alimentaria (conglomerados de k-medias)	135
Figura 23. Esquema del proceso desarrollado para la identificación de patrones dietéticos mediante análisis factorial	141
Figura 24. Gráfico de sedimentación (Factorial 1)	143
Figura 25. Gráfico de componentes (Factorial 1)	145
Figura 26. Gráfico de sedimentación (Factorial 2)	147
Figura 27. Gráfico de componentes (Factorial 2)	149
Figura 28. Gráfico de sedimentación (Factorial 3)	151
Figura 29. Gráfico de componentes (Factorial 3)	152
Figura 30. Proporción de individuos que alcanzan la puntuación máxima de los ítems del índice AHEI (%)	154
Figura 31. Proporción de individuos en relación al tiempo dedicado a ver la televisión (horas/día)	158
Figura 32. Recuento espermático (conglomerados de k-medias)	164
Figura 33. Movimiento no progresivo (conglomerados de k-medias)	164
Figura 34. Motilidad progresiva (conglomerados de k-medias)	164
Figura 35. Recuento de espermatozoides móviles (conglomerados de k-medias)	164
Figura 36. Relación entre la ingesta de ácido graso $\alpha$ - linolénico y esteárico y la movilidad espermática	176

Figura 37. Relación entre la ingesta de colesterol y el volumen

Espermático

176

## **Abreviaturas**

## Abreviaturas

ADA: Asociación Americana de Dietética

AGM: ácidos grasos monoinsaturados

AGP: ácidos grasos poliinsaturados

AGS: ácidos grasos saturados

AGT: ácidos grasos trans

ALA: ácido graso  $\alpha$ -linolénico

AHEI: Alternate Healthy Eating Index

AI: Adequate Intake, Ingesta Adecuada

aMED: alternate Mediterranean Diet Score

AMH (Anti-Müllerian Hormone): hormona antimulleriana

BEDCA: Base de Datos Española de Composición de Alimentos

CDR: Cantidad Diaria Recomendada

CESNID: Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietética.

CFA: Cuestionario de Frecuencia Alimentaria

DAG: Distancia Anogenital

DHA (Docosahexaenoic acid): ácido graso docosahexaenoico

DHT (Dihydrotestosterone): dihidrotestosterona

EPA (Eicosapentaenoic acid): ácido graso eicosapentaenoico

EPINUT : Grupo de Epidemiología de la Nutrición (Universidad Miguel Hernández de Elche)

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

FDM: Fundación Dieta Mediterránea

FESNAD: Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética.

FFQ: Food Frequency Questionnaire, Cuestionario de Frecuencia Alimentaria

FSH (Follicle-stimulating hormone): hormona folículo-estimulante

GPX: glutatión peroxidasa

GRD: glutatión reductasa

GWAS (Genome-Wide Association Studies): estudios de asociación de genoma completo.

HEI: Healthy Eating Index

IAS: Índice de Alimentación Saludable

IC: Intervalo de Confianza

INSL3 (Insulin-like Factor 3): factor similar a la insulina tipo 3

INMA: Proyecto “Infancia y Medio Ambiente”

INFOODS: International Network of Food Data Systems. Red Internacional de Sistemas de Datos sobre Alimentos

IQR (Interquartile Range): Rango intercuartílico

IR: Ingesta Recomendada

KMO: medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin

LH (Luteinizing hormone): hormona luteinizante

IMC: Índice de Masa Corporal

IM: Immobile, proporción de espermatozoides inmóviles

MD: Dieta Mediterránea

MED: Mediterranean Diet Score

MYMS: Murcia Youth Men Study, Estudio de hombres jóvenes de Murcia

NP: No Progressive, movilidad no progresiva

OMS: Organización Mundial de la Salud

PR: PRogressive, movilidad progresiva

RDA: Recommended Dietary Allowances, recomendaciones dietéticas

SCF: Scientific Committee on Food (Comunidad Económica Europea, CEE)

SEEDO: Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad

SemFYC: Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria.

SENC: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria

SNPs (Single-Nucleotide Polymorphism): Polimorfismos de un Solo Nucleótido

SOD: Superóxido Dismutasa

TDS (Testicular Dysgenesis Syndrome): Síndrome de Disgesia Testicular

TCA : Tablas de Composición de Alimentos

UL: tolerable Upper intake Level, nivel de ingesta máxima tolerable

USDA: United States Department of Agriculture

WHO: World Health Organisation, Organización Mundial de la Salud

$\omega$ : omega [en ácidos grasos omega 3 ( $\omega$ -3) y omega 6 ( $\omega$ -6)].

**Resumen/Abstract**

## Resumen

### *Antecedentes/ Objetivos*

Desde los últimos cincuenta años la calidad seminal ha disminuido de forma progresiva. Nuestro objetivo es investigar si la calidad seminal en hombres jóvenes está asociada con la dieta.

### *Material y Métodos*

Este estudio transversal comprende a 215 jóvenes universitarios de Murcia. Se evaluó la dieta a través de un cuestionario de frecuencia alimentaria. Se identificaron patrones dietéticos mediante análisis factorial, de clústers e índices de calidad de la dieta. Se estudió su relación con la calidad seminal.

### *Resultados*

Un patrón dietético “mediterráneo” se asocia con mejores recuentos espermáticos y de espermatozoides móviles. No se observó una asociación lineal entre la calidad seminal y los índices aMED y AHEI. La movilidad espermática total estaba relacionada positivamente con altas ingestas de los ácidos grasos  $\alpha$ -linolénico (ALA) y esteárico.

### *Conclusión*

La calidad seminal de la población joven y sana podría verse influenciada por los patrones de ingesta alimentaria.

**Palabras clave:** ácidos grasos, calidad seminal, dieta, dieta Mediterránea, índice AHEI, índice aMED, ingesta alimentaria, patrones dietéticos.

## **Abstract**

### ***Introduction***

Over the past fifty years there have been evidences of a decline in semen quality. This study investigates whether semen quality in young men is associated with diet.

### ***Materials and Methods***

This cross sectional study included 215 university students from Murcia. Diet was assessed through a food frequency questionnaire. We identified dietary patterns using factor and cluster analysis and diet quality indexes. We evaluated its relationship with semen quality.

### ***Results***

“Mediterranean” pattern was associated with higher sperm counts and mobile spermatozoa counts. A lineal association between aMED and AHEI indexes was not observed. Total motility was related to higher intakes of fatty acids  $\alpha$ -linolenic (ALA) and stearic.

### ***Conclusion***

The semen quality in healthy young population could be influenced by patterns of dietary intake

**Keywords:** aMED index, AHEI index, dietary intake, dietary patterns, fatty acids, Mediterranean diet, semen quality.

## **I. Introducción**

## **I. Introducción**

### **I.1. Epidemiología nutricional**

La epidemiología nutricional surge a partir del interés de conocer cómo los aspectos dietéticos pueden influir sobre las enfermedades humanas (Willett 2013a). No debe confundirse la epidemiología nutricional con el estudio cuantitativo del consumo de energía y nutrientes por el hombre o la evaluación de su estado nutricional (Serra Majem & Sánchez Villegas, 2006), ya que aquella abarca mucho más. Podemos definir la “Epidemiología Nutricional” como la disciplina que sigue el método epidemiológico para estudiar el papel de la nutrición y el consumo de determinados alimentos en el origen y/o desarrollo de distintas enfermedades. Además, estudia los factores (socioeconómicos, culturales, agronómicos) implicados en la alimentación, la evaluación de intervenciones nutricionales y la investigación de tóxicos en los alimentos.

La epidemiología nutricional es una disciplina joven, probablemente debido a la dificultad de medir la dieta como un factor de exposición. Probablemente la dieta y la actividad física se encuentran entre las exposiciones más difíciles de evaluar en los estudios observacionales y su medición conlleva un considerable error de medida (Michels 2003). La complejidad de la evaluación dietética reside en que la exposición a los nutrientes es continua, con un amplio rango en la variación de la dieta intraindividual y variaciones interindividuales. Los cambios en la dieta son difíciles de situar en el tiempo y a veces se producen de forma progresiva. Además, los individuos no conocen los nutrientes que consumen y muchas veces no son conscientes de las cantidades de los alimentos utilizadas en las distintas comidas (Willett 2013a).

Los métodos de evaluación dietética son la piedra angular de estos estudios y han sido un gran desafío para la epidemiología nutricional (Willett 2013a). Encontramos una gran variedad de técnicas dependiendo de la elección de una de ellas o del método de la finalidad de la investigación (cada una con ventajas e inconvenientes): registros por pesada, recuerdo de 24 horas, historia dietética, cuestionarios de frecuencia alimentaria, etc. (Levine & Morgan, 1991).

La epidemiología nutricional comenzó con el estudio de enfermedades carenciales como el escorbuto (Lind 1753), ampliándose desde entonces al estudio de enfermedades como diabetes, malformaciones congénitas, demencia, Parkinson, osteoporosis o cataratas (Boeing *et al.*, 2012), y tomando un papel protagonista el estudio del cáncer (Ferrari *et al.*, 2013, Dahm *et al.*, 2012) y las enfermedades cardíacas (Chowdhury *et al.*, 2012, Kalanuria *et al.*, 2012, Ribarič 2012).

La metodología y la interpretación de los resultados en esta rama de la epidemiología se nutre del saber de otras disciplinas: nutrición clínica, bioquímica, fisiología, biología y toxicología. Por ejemplo, la bioquímica ha permitido identificar nutrientes y sus metabolitos relacionados con determinadas enfermedades (Gawlowski *et al.*, 2009, Virtanen *et al.*, 2012). Los estudios con modelos experimentales animales son esenciales para la evaluación previa de la utilización de micronutrientes en intervenciones nutricionales (Ross *et al.* 2012). Una de las herramientas prometedoras es la genómica nutricional. La genómica nutricional estudia las interacciones funcionales de los alimentos y sus componentes con el genoma a nivel molecular, celular y sistémico, con el objetivo de prevenir o tratar enfermedades a través de la dieta (Ordovás & Carmena, 2004). Este término engloba una gran variedad de líneas científicas que podrían explicar muchos de los resultados obtenidos a partir de la investigación epidemiológica. Por ejemplo, la metabolómica trata de dilucidar el ya conocido importante papel que la nutrición juega en el metabolismo humano y la salud (Menni *et al.*, 2013). En la vanguardia se encuentran los estudios de asociación de genoma completo o GWAS, del inglés *Genome-Wide Association Studies*, los cuales tienen como finalidad estudiar la asociación entre polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs) y las características de enfermedades graves. Estos estudios de epidemiología genética también son utilizados incorporando aspectos nutricionales (Dumitrescu *et al.*, 2012)

Hipócrates, el padre de la medicina occidental dijo: “Que el alimento sea tu mejor medicina y tu mejor medicina sea tu alimento”. La epidemiología nutricional tiene ante sí, el desafío de que un factor crítico de una salud pública de calidad como es la nutrición, sea suficientemente investigado, desarrolle intervenciones que den solución a los problemas nutricionales de la población y que las desigualdades nutricionales existentes en el mundo se vuelvan mínimas (Serra Majem & Sánchez Villegas, 2006).

### **I.1.1. El papel de la nutrición en nuestra salud**

La nutrición se define como el conjunto de procesos mediante los cuales el ser vivo, utiliza, transforma e incorpora en sus propias estructuras, los nutrientes que recibe del mundo exterior mediante la alimentación. Se puede sintetizar la diferencia entre alimentación y nutrición, diciendo que la alimentación proporciona alimento y la nutrición los utiliza bajo la forma de nutrientes (Díaz Romero *et al.*, 2012).

Todos sabemos que la nutrición es uno de los pilares de la salud. Un buen estado nutricional depende de que cada persona tenga las ingestas apropiadas de macronutrientes y micronutrientes en combinación con una adecuada atención sanitaria y el acceso a agua potable (WHO 1992). Las enfermedades carenciales: escorbuto, raquitismo, anemia perniciosa y ferropénica o bocio, siguen estando presentes en la sociedad. Las ingestas adecuadas de nutrientes también dependen de que cada persona conozca qué es una dieta sana y equilibrada y tome conciencia de su importancia. El aumento del sobrepeso y la obesidad en todo el mundo es uno de los principales desafíos para la salud pública. Personas de todas las edades y condiciones se enfrentan a este tipo de malnutrición, a consecuencia de la cual están aumentando vertiginosamente las tasas de diabetes y de otras enfermedades relacionadas con el régimen alimentario, incluso en los países en desarrollo (OMS 2012).

A principios de este siglo, las enfermedades crónicas constituían el 46% de la carga global de la enfermedad (WHO 2002). Existen evidencias de que la dieta y/o los hábitos de vida están relacionadas con la mayoría de estas enfermedades crónicas, como diabetes tipo II, hipertensión y enfermedades cardiovasculares cáncer, caries y osteoporosis (Nishida *et al.*, 2004), siendo la prevención será la forma más costo-efectiva y factible de abordarla (Darnton-Hill *et al.*, 2004)

La responsabilidad y participación de la comunidad en la mejora de los hábitos nutricionales es esencial. Sin embargo, los gobiernos tienen un importante papel en crear políticas públicas saludables y apoyar que el entorno facilite el acceso a comida nutritiva, asequible y segura (Wegener *et al.*, 2012).

## I.1.2. Los principales alimentos contribuyentes a la ingesta dietética y sus nutrientes específicos

Cada alimento presenta una composición característica en cuanto a hidratos de carbono, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales. Podemos decir que la forma natural de las sustancias nutritivas, o nutrientes, es el alimento (Salvador Castell *et al.*, 2006). La dieta ha sido descrita por su composición química, por ejemplo su contenido en nutrientes (Willett & Sampson, 2013). De forma alternativa, la dieta puede ser caracterizada también, en función de los alimentos o grupos de alimentos (Willett & Sampson, 2013).

En esta sección se presentan los principales grupos de alimentos con una descripción breve de su composición nutricional y sus características distintivas.

### a) Aceites

El aceite de oliva es el aceite básico para la cocina Mediterránea. Éste se diferencia de los demás tipos de aceites (girasol, maíz, soja) en que su contenido en ácidos grasos monoinsaturados es mucho mayor, dentro de los cuales el oleico constituye el ácido graso monoinsaturado principal. Además, el aceite de oliva se caracteriza por su menor aporte de ácidos poliinsaturados respecto al resto de aceites (Tabla 1).

Tabla 1. Composición nutricional de distintos aceites por cucharada sopera.

Aceite	Vit. E (g)	Lípidos (g) [Peso neto (g)]	Ácidos Grasos		
			Saturados (g)	Monoinsaturados (g)	Poliinsaturados (g)
<b>Girasol</b>	5,04	9 [9]	1,04	2,03	5,53
<b>Maíz</b>	2,7	9 [9]	1,11	2,35	5,1
<b>Oliva</b>	1,08	9 [9]	1,15	6,6	0,8
<b>Soja</b>	1,35	9 [9]	1,22	2,02	5,32

### b) Cereales

Como indican García-Villanova y Guerra Ruiz (2005), la composición química de los granos de cereales es bastante homogénea cuando se eliminan las envolturas. En

general, los cereales contienen de un 70 a un 78% de su peso total de hidratos de carbono (digeribles), de un 6 a un 13% de proteína y del 1 al 7% de grasa externas (García-Villanova Ruiz & Guerra Hernández, 2005). El arroz es el cereal con una mayor cantidad de hidratos de carbono digeribles, mientras que el trigo y la avena son los que más proteínas presentan. La avena y el maíz tienen un mayor contenido en lípidos que el trigo y el arroz.

Es recomendable el consumo de cereales integrales debido a que es en las envolturas externas donde se concentran la mayor cantidad de micronutrientes. Por ejemplo, el pan integral presenta mayor cantidad de P, Fe, Zn y las vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, niacina y la vitamina B<sub>6</sub>) que su versión refinada.

### c) Legumbres

De la familia de plantas leguminosas obtenemos las semillas secas, denominadas legumbres. Las legumbres destacan por ser una buena fuente proteica, de hidratos de carbono complejos, principalmente almidón y fibra, y vitaminas del grupo B.

### d) Frutas

Las frutas pueden ser clasificadas, atendiendo a su composición nutricional en (Abellán *et al.*, 2005):

#### 1. Frutas ácidas:

- Naranja
- Limón
- Mandarina
- Fresa

#### 2. Frutas azucaradas:

##### 2a. De pepita:

- Manzana
- Pera
- Uva

##### 2b. De hueso:

- Albaricoque
- Melocotón
- Ciruela

Dentro de las frutas ácidas se podría clasificar una fruta exótica, el kiwi, que se caracteriza por su alto contenido en vitamina C. El zumo de naranja tiene una composición muy similar a la naranja a excepción de la fibra y los carotenoides (CESNID 2008).

Las frutas azucaradas con hueso se diferencian de las frutas azucaradas con pepita en su mayor contenido en carotenoides. El plátano es relativamente diferente al resto de frutas pero podría ser englobado dentro del grupo de las frutas azucaradas. Aunque el plátano tiene un mayor aporte de glúcidos que la manzana y la pera, estos son muy similares a la cantidad de glúcidos que posee la uva. Por otra parte, el plátano tiene un contenido lipídico muy diferente al resto de frutas. Un plátano mediano de 150 g (peso bruto) tiene 0,2 gramos de lípidos de los cuales más de la mitad son saturados (0,12 g) y el resto poliinsaturados (CESNID 2008) (Tabla 2).

Tabla 2. Composición nutricional de las frutas. Información extraída de las Tablas de Composición de alimentos del CESNID.

Fruta	Unidad	Kcal	Agua (g) [peso neto (g)]	Glúcidos (g)	Fibra (g)	Fe (mg)	Zn (mg)	Vit A (µg)	Carotenoides (µg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)	Fólico (µg)
<b>Frutas Ácidas</b>												
Kiwi	U mediana	44	76,3 [90]	8,8	2,6	0,3	0,1	6	33	61	0,84	29
Naranja	U mediana	65	143,5 [165]	13,6	2,8	0,5	0,2	66	396	85	0,37	64
Limón	U mediana	25	102[115]	1,4	2,4	0,6	0,2	2	10	60	0,92	10
Zumo naranja	175 ml	62	156[175]	12,4	0,2	0,7	0	20	123	88	0,35	65
<b>Frutas Dulces</b>												
Manzana	U mediana	61	113,3[133]	14,3	1,8	0,1	0,1	3	20	5	0,78	1
Uva	R indiv.	86	100.6[125]	20,5	0,6	0,5	0,2	6	38	5	0,95	28
Melocotón	U mediana	51	130,5 [150]	11,8	3	0,6	0,2	125	750	11	0,75	24
Ciruela*	U	66	85,00%	9	3	—	—	213 IU	—	6	—	—
Melón	Tajada md	33	110,5[125]	7,1	0,8	0,3	0,4	75	450	40	0,2	3
Sandía	Tajada md	75	299[250]	15,8	0,7	0,5		83	495	28		10
Plátano	U mediana	82	66,6 [90]	25,3	2,7	0,4	0,2	16	98	11	0,23	19

U: Unidad

R: Ración (cantidad habitual de consumo)

R indiv.:Ración individual.

md: mediana

\* Valores extraídos de la USDA (Gebhardt &amp; Thomas, 2002)

*e) Verduras y hortalizas*

La composición química de hortalizas y verduras es muy variable, dependiendo del tipo y la procedencia. La característica más importante de verduras y hortalizas es su alta hidratación, que oscila entre el 80 y el 90% (Ros Berruezo & Periago Castón, 2005). La mayoría no contienen prácticamente grasa, y las proporciones de proteínas y de hidratos de carbono son, por lo general, muy bajas. Conviene indicar que las raíces (apio, nabo, rábano, zanahoria, remolacha...) contienen una mayor proporción de hidratos de carbono (Ros Berruezo & Periago Castón, 2005). El principal valor nutritivo de las verduras y hortalizas, deriva de su contenido en vitaminas y minerales (Tabla 3). De forma resumida podríamos indicar diferencias y similitudes entre la amplia variedad de alimentos que conforman este grupo:

Los **vegetales de hoja verde oscura** como las espinacas y acelgas presentan una mayor concentración de vitamina A, calcio, carotenoides y ácido fólico respecto al resto de vegetales (sobre todo las espinacas). Un grupo importante por elevado aporte de nutrientes, son las verduras que pertenecen a la familia de las **crucíferas**. Dentro de este conjunto se encuentran: la col, la coliflor, las coles de bruselas y el brócoli. Se diferencian de los vegetales de hoja verde oscura, en su mayor aporte calórico y de glúcidos, menor contenido de carotenoides pero una mayor cantidad de vitamina C. Las **lechugas y similares** (endivia, escarola...) son menos ricas en micronutrientes en general. El **pepino, calabacín y berenjena** presentan como el grupo anterior menos micronutrientes que el resto de verduras, pero éstos, además, poseen aún un menor contenido de carotenoides. Al igual que las coles, la **judía verde**, presenta un contenido relativamente alto de glúcidos entre los vegetales. Las judías verdes se diferencian del grupo de las crucíferas en un menor contenido de ácido fólico, vitamina C y calcio, y un mayor contenido de carotenoides y vitamina A. Atendiendo a su composición nutricional, la **cebolla** y el **ajo** podrían ser agrupados teniendo en cuenta que el ajo es utilizado para cocinar en menor proporción que la cebolla debido a su tamaño. Lo más destacable del **tomate**, y también un posible factor diferenciador, es su alto contenido en carotenoides y licopeno, siendo la principal y casi exclusiva, fuente de éste último antioxidante. La **zanahoria** tiene un contenido muy superior en comparación con el resto de verduras de Vitamina A y de carotenoides. La **calabaza** sería el vegetal más similar a la zanahoria desde un punto de vista nutricional. El **pimiento**, al igual que el

grupo de las coles, tiene una alta cantidad de vitamina C pero se diferencia de éstas en el menor aporte de calcio y ácido fólico. El pimiento, sobre todo el rojo, aporta una cantidad relativamente alta de carotenoides. Se diferencian del tomate en un destacable mayor contenido de vitamina C. El **espárrago** además de ser rico en fibra, presenta una cantidad considerable de  $\beta$ -carotenos. Podríamos agrupar los alimentos anteriormente citados (zanahoria, calabaza, tomate, pimiento y espárrago) por su alto contenido en antioxidantes. Por otra parte, si comparamos la composición nutricional por 100 g podemos observar que es muy similar para la berenjena y la **alcachofa**, salvo que la alcachofa tiene un mayor contenido en fibra. Por último, el **maíz hervido** aporta una mayor cantidad de hidratos de carbono y es rico en zeoxantina, carotenoide el cual le confiere su color amarillo característico.

Es importante indicar que los nitratos utilizados en la agricultura como fertilizantes de hortalizas y verduras al transformarse en nitritos pueden tener un efecto tóxico en el hombre, sobre todo en lactantes. La ingesta total de nitratos de los alimentos oscila normalmente entre 50 y 150 mg/persona/día. Los vegetales que tienen una elevada capacidad para acumular nitratos son las espinacas, acelgas, remolacha y lechuga. El nitrito en el estomago puede reaccionar con las aminas resultantes del metabolismo de los alimentos proteicos, originando nitrosaminas que son agentes cancerígenos (Ros Berruezo & Periago Castón, 2005).

Tabla 3. Composición nutricional de verduras y hortalizas. Información extraída de las Tablas de Composición de alimentos del CESNID.

Verduras/Hortalizas	Unidad	Kcal	Agua (g) [peso neto (g)]	Glúcidos (g)	Fibra (g)	Fe (mg)	Ca(mg)	Vit A (µg)	Carotenoides (µg)	Vit C (mg)	Fólico (mg)
Espinacas (cocinadas)	Ración individual	35	231.9[250]	1.1	7.5	6.0	280	1893	11358	59	350
Coliflor (cruda)	Ración individual	59	251.6[275]	6.3	6.6	1.4	199	1	6	138	228
Lechuga	Ración individual	12	66.4[70]	1.2	1.1	0.5	28	0.2	445	4	41
Tomate	Uno mediano		126.7[135]	4.7	1.5	0.7	15	100	599	26	39
Cebolla	Unidad mediana	41	114.2 [125]	8.8	2.2	0.4	35	0	0	9	0.0
Ajo (crudo)	Un diente	4	3[2]	0.7	0.1	0.0	1.0	0.0	0.0	1	0
Zanahoria (cruda)	Unidad mediana	24	61.4[70]	4.9	1.8	0.2	29	942	5653	5	21
Judías verdes (hervidas)	Ración individual	50	209[225]	7.4	6.8	2.7	90	115	690	15	101
Berenjena (cruda)	Una mediana	50	230.5[250]	9.6	6.0	0.8	33	21	125	10	0
Calabacín	Uno mediano	43	236.5[250]	5.0	2.5	1.0	48	10	58	50	125
Pepino	Unidad mediana	16	129.2[135]	2.7	1.1	0.4	26	2	15	7	18
Pimiento rojo	Unidad mediana	50	161.1[175]	7.9	3.1	0.7	18	547	3282	266	40
Pimiento verde	Unidad mediana	20	102.9 [110]	2.9	2.1	0.4	10	44	267	129	32
Alcachofa	Ración individual	50	187.5[225]	5.1	21.1	2.3	99	18	106	14	63
Espárrago blanco	Ración individual	26	191.0[200]	3.4	3.0	1.5	51	155	929	43	226
Maíz hervido	Lata pequeña	134	101.9 [140]	25.5	3.2	0.8	6	6	151	1	46

*f) Frutos secos y aceitunas*

Los **frutos secos** se caracterizan principalmente por su bajo contenido hídrico y su alto contenido lipídico (en la mayoría superior al 50%) (Megías Rangil 2005). Las **nueces** se diferencia del resto de frutos secos por su mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados; encontrándose en almendras, avellanas, cacahuetes, pistachos, anacardos y nueces de macadamia un mayor contenido en ácidos grasos monoinsaturados (Gebhardt & Thomas, 2002). Por otra parte, la **castaña** es, atendiendo a su composición nutritiva, muy diferente al resto de frutos secos ya que posee más cantidad de agua, menos proteínas y un bajo contenido lipídico (Megías Rangil 2005).

La **aceituna** es una fruta oleaginosa rica en ácidos grasos monoinsaturados (oleico) consumida generalmente tras ser preparadas en salmuera.

*g) Lácteos*

La **leche** está formada en su mayor parte de agua. Contiene proteínas (caseína y proteínas del suero), hidratos de carbono (lactosa y pequeñas cantidades de oligosacáridos), lípidos, y es una de las fuentes principales de calcio en la población y aporta ciertas vitaminas (Tabla 4). Debido a su procesamiento industrial y sus implicaciones nutricionales, la materia grasa es un componente muy importante (Baró Rodríguez *et al.*, 2005). Sus principales vitaminas son:

- vitamina A
- vitamina D
- vitamina E
- vitamina B<sub>2</sub> (riboflavina)
- vitamina B<sub>12</sub>

Tabla 4 . Composición nutricional de los principales tipos de leche según su contenido lipídico. Información extraída de las Tablas de Composición de alimentos del CESNID.

Leche	Unidad	Kcal	Agua (g) [peso neto (g)]	Grasas (mg)	Colesterol (mg)	Ca (mg)	Vit. A (µg)	Vit. D (µg)	Vit. E (mg)	Vit. B <sub>2</sub> (mg)	Vit. B <sub>12</sub> (µg)
Entera	Taza	141	198.7[225]	7.8	31	265	95	0,03	0,21	0,41	0,8
Semidesnatada	Taza	104	203,8[225]	3,6	13	263	45	0,01	0,16	0,39	0,7
Desnatada	Taza	78	206,2 [225]	0,5	5	257	0	0,01	0,01	0,37	0,5

Vit.: vitamina

La composición nutricional de los **yogures** varía en función de la composición de la leche de partida, de la cantidad de leche en polvo añadida, y de las cepas y condiciones de la fermentación (Baró Rodríguez *et al.*, 2005). Podemos decir que el valor nutritivo del yogur es similar a la leche de la cual procede. Por el contrario, los **quesos** van a presentar de una forma más concentrada todos los nutrientes de la leche. Los quesos frescos se obtienen por coagulación ácida, mientras que los quesos curados y semicurados tras el procesado de hongos y bacterias. Los distintos tipos de queso se diferencian en la cantidad de grasas, presentándose éstas en una menor proporción en el queso fresco.

#### *h) Pescado*

Los principales componentes químicos de la carne del pescado son: agua, proteínas y lípidos (Ros Berruezo & Martínez Graciá, 2005). Los ácidos grasos poliinsaturados mayoritarios de origen marino son el ácido graso eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). Ambos tipos de ácidos grasos pertenecen al grupo de ácidos omega-3. Según el contenido en grasa de la porción comestible del pescado, éstos se clasifican de la siguiente forma (Ros Berruezo & Martínez Graciá 2005) (Tabla 5):

- **Magros:** con un contenido en grasa de hasta el 2,5%
- **Semigrasos:** con un contenido en grasa del 2,5 al 6%
- **Grasos:** con un contenido en grasa del 6 al 25%

Tabla 5. Tipos de pescado.

Tipos de pescado		
Magros	Semigrasos	Grasos
Merluza	Dorada	Atún
Besugo	Lubina	Bonito
Gallo	Trucha	Boquerón
Lenguado	Salmonete	Caballa
Rape	Pez espada	Salmón
		Sardina
		Jurel
		Anguila

De forma global, podemos decir que el pescado es una buena fuente de vitaminas del grupo B, sobre todo de tiamina (B<sub>1</sub>), riboflavina (B<sub>2</sub>) y niacina (B<sub>3</sub>), y en el caso de las especies grasas, también de vitaminas A y D. Otra de las vitaminas destacadas es la B<sub>12</sub>, sobre todo en sardina y arenque (especies cupleidas).

*i) Marisco*

El **marisco** tiene un bajo contenido en grasas pero alto en proteínas. Además aporta gran cantidad de vitaminas del grupo B y de minerales, principalmente calcio, magnesio y fósforo.

*j) Huevo*

Un **huevo de gallina** mediano aporta unas 75 Kcal (CESNID 2008). Proporciona además, proteínas de alto valor nutricional, lípidos, colesterol, vitaminas y minerales. Entre las vitaminas destacan la vitamina A, D, E y las vitaminas del grupo B. En cuanto al contenido en minerales, un huevo de 59 gramos (medio-grande) cubre el 10% de las recomendaciones para el hombre de hierro y zinc, un 16% para las de yodo, y un 18% para las de selenio (Ruiz López & Moreno–Torres Herrera, 2005).

*k) Carne*

El tejido predominante en la **carne** es el tejido muscular. La musculatura, una vez liberada de la grasa que normalmente la acompaña, es relativamente constante en su composición nutricional en una amplia diversidad de animales. Contiene como promedio un 76% de agua, un 21.5% de proteínas, un 1.5% de grasa y un 1% de minerales (potasio, fósforo y magnesio) (Ros Berruezo & Martínez Graciá, 2005). Entre las vitaminas que aporta se encuentra mayoritariamente vitaminas del grupo B: tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico y ácido fólico. Dentro del grupo de las carnes tradicionalmente se han diferenciado entre:

- **carne roja** (cerdo, cordero, ternera)
- **carne blanca** (pollo, pato, conejo)

La **carne roja** es mucho más rica en lípidos que la carne blanca.

Las **vísceras** de los animales aportan mucho más colesterol que la carne y el huevo, pero también una gran cantidad de hierro.

Los **embutidos** (salchichas, chorizo, jamón, beicon, patés...) son altamente ricos en grasas siendo casi la mitad de ellas ácidos grasos saturados.

#### *l) Patatas*

La patata está compuesta de hidratos de carbono complejos (almidón) y agua principalmente. Entre las vitaminas y minerales podemos destacar la vitamina C, niacina, vitamina B<sub>6</sub> y potasio. Se consumen asadas, hervidas o fritas. Las patatas hervidas conservan casi el doble de agua que las patatas fritas. Es recomendable ser consciente que las patatas fritas proporcionan el doble de kilocalorías que las patatas hervidas.

#### *m) Dulces*

El valor nutritivo de los dulces (postres lácteos, bollos, galletas) se reduce a su alto contenido en azúcares. Proporcionan un elevada ingesta energética. El chocolate también es enormemente calórico. Una onza de chocolate sin leche de un peso medio de 8 gramos proporciona 42 kcal, 3.4 g de azúcar y 2.8 g de grasa, de los cuales 1.71 g son grasas saturadas y 0.92 g son grasas monoinsaturadas (CESNID 2008).

#### *n) Bebidas alcohólicas*

Las bebidas alcohólicas (vino, cerveza, whisky, ron, vodka) aportan un valor alimenticio principalmente, y casi exclusivamente, calórico. Por ello, podemos decir que son un ejemplo claro de alimento con un gran aporte de calorías vacías ya que no aportan cantidades considerables de nutrientes. Además, las bebidas alcohólicas alteran el equilibrio de otros elementos de la dieta e incluso pueden desplazarlos (Olalla Herrera & López Martínez , 2005).

### I.1.3. Tablas de composición de alimentos

Uno de los aspectos esenciales de la investigación en epidemiología nutricional es conocer la composición química de los alimentos. Las tablas de composición de alimentos (TCA) son recopilaciones cuantitativas de los nutrientes que componen los alimentos. Son una herramienta esencial para (Díaz Romero & Rodríguez Galdón, 2012):

- transformar los alimentos ingeridos en nutrientes aportados
- elaborar dietas a nivel individual y colectivo
- investigar en nutrición y epidemiología nutricional
- establecer las guías alimentarias de una población
- diseñar alimentos nuevos por la industria alimentaria.

Es muy común utilizar las TCA como parte de una aplicación informática, la cual podríamos describir como una base de datos de composición de alimentos en la que se introducen los datos necesarios y, a través de cálculos matemáticos, se presenta la composición nutricional en el formato de nuestro interés.

Las TCA contienen datos referentes a:

- porción comestible (cantidad del alimento que verdaderamente se ingiere)
- hidratos de carbono
- grasa
- proteínas
- vitaminas
- minerales
- otros (carotenoides, fibra, oligosacáridos).

Greenfield y Southgate distinguen tres métodos de elaboración de TCA: el directo, el indirecto y el combinado (Greenfield *et al.*, 2003).

- En el método directo se analiza en el laboratorio la composición química de los alimentos tras el muestreo de los alimentos consumidos en un área geográfica determinada.
- En el método indirecto se recopilan datos existentes sobre la composición nutricional de los alimentos a partir de laboratorios de

inspección alimentaria, empresas del sector y publicaciones científicas.

- En el método combinado se utiliza el método directo para evaluar la composición nutricional de los alimentos más consumidos en la población, mientras que con el resto de alimentos se utiliza el método indirecto.

Es necesaria la actualización de las TCA ya que éstas ofrecen datos sobre la composición de alimentos en un período determinado. Dichos datos sufren variaciones, en algunos casos en pocos años, referentes a la aparición o desaparición de productos, cambios en la composición de los ya existentes, introducción de nuevas variedades biológicas o cambios en la preparación de los alimentos (Farran Codina & Zamora Ros, 2006).

Los valores encontrados en las TCA difieren en su calidad. Ésta viene caracterizada por las diferentes formas en las que se ha obtenido los distintos datos. Una mayor calidad de los datos permite una acertada comparabilidad entre países. En general, los tipos de datos, según el orden de preferencia de la comunidad científica debido a la forma en la que han sido obtenidos, son (Greenfield *et al.*, 2003):

- valores analíticos, obtenidos mediante análisis bromatológico
- valores imputados, elaborados a partir de estimaciones en base a alimentos similares o datos parciales
- valores calculados, obtenidos de recetas en las que se calcula su contenido en nutrientes tras la recopilación de los datos de composición de sus ingredientes. Los datos obtenidos son corregidos por unos factores que hacen referencia a los cambios producidos por su forma de preparación o cocinado.
- valores prestados, sacados de otras tablas de composición de alimentos.
- valores supuestos, acordes con ciertas normas, son datos cuyo valor es cero o se conoce con certeza.

La elaboración de las TCA es un proceso enormemente complejo y su utilización está sujeta a un elevado número de limitaciones, independientemente del método utilizado. Las TCA priorizan los alimentos más consumidos o con un contenido mayor de un componente de interés, debido al descomunal número y tipos de alimentos en el mercado (CESNID 2008). En ocasiones, los métodos analíticos utilizados no son los

más adecuados para ese tipo de alimento o han sido diseñados para cumplir objetivos diferentes en la evaluación de la ingesta de nutrientes. También, dichas técnicas en ocasiones son poco fiables (no son suficientemente precisas) o poco factibles por motivos económicos o por su propia exigencia (Farran Codina & Zamora Ros, 2006).

Por otra parte, los datos ofrecidos por las TCA son absolutos, es decir no tienen en cuenta el porcentaje del nutriente ingerido que llega a la sangre y que es, por tanto, absorbido (Díaz Romero & Baró Rodríguez, 2012). Así, la biodisponibilidad de un mismo nutriente varía en función del alimento que lo contiene y de los alimentos que lo acompañen en la dieta (Díaz Romero & Baró Rodríguez, 2012). Por último, los alimentos, y su composición química, proceden de distintas especies biológicas en las que existe una variabilidad interindividual, están sujetos a factores ambientales y a los distintos procesos industriales (Farran Codina & Zamora Ros, 2006)

En referencia a su uso de las TCA, su fin óptimo es la estimación de la ingestión de nutrientes de individuos y poblaciones, ofreciendo los mejores resultados cuando se trabaja con poblaciones o con la estimación de ingestión de alimentos de un individuo durante un periodo largo de tiempo (CESNID 2008)

Entre las TCA españolas más conocidas, podemos destacar las diseñadas por:

- Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietética (CESNID) (Farran *et al.*, 2008)
- Universidad Complutense de Madrid (Moreiras *et al.*, 2013)
- Universidad de Granada (Mataix Verdú *et al.*, 2009)

Asimismo, se puede acceder online a la Base de Datos Española de Composición de Alimentos publicada por la Red BEDCA del Ministerio de Ciencia e Innovación, bajo la coordinación y financiación de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (Red BEDCA 2013)

A nivel mundial, existe una Red Internacional de Sistemas de Datos sobre Alimentos desde 1984 (INFOODS, International Network of Food Data Systems). INFOODS es una red mundial de expertos en composición de los alimentos que tienen como finalidad mejorar la calidad, la disponibilidad, la fiabilidad y la utilización de los datos de composición de alimentos (INFOODS 2013). A través de esta página web podemos acceder a un directorio de las principales TCA de los diferentes países.

## **I.1. 4. Recomendaciones nutricionales**

Los alimentos aportan los elementos estructurales y reguladores que el organismo necesita. El organismo contiene cientos de tipos de moléculas, pero para mantener un estado saludable requiere, en sentido estricto, la ingesta de sólo un pequeño número de compuestos orgánicos (9 aminoácidos, 2 ácidos grasos y 13 vitaminas) más una cantidad suficiente de energía, agua y minerales (Peña Morat *et al.*, 2005). Se denominan requerimientos o necesidades nutricionales a la cantidad de todos y cada uno de los nutrientes que debe ingerir un individuo para evitar la enfermedad, mantener un estado nutricional y desarrollarse correctamente, garantizando en los niños un crecimiento normal (PeñaMorat *et al.*, 2005).

### **I.1. 4.1. Alimentos y grupos de alimentos**

Las guías alimentarias son un conjunto de recomendaciones dirigidas a la población general. Su importancia estriba en la promoción de un estilo de vida saludable y la prevención de las enfermedades relacionadas con la dieta. Estas guías representan, en definitiva, una forma práctica de alcanzar los objetivos nutricionales para una población determinada a partir de un patrón habitual de consumo, indicando los aspectos que deberían modificarse (Garaulet Aza *et al.*, 2005)

#### **Dieta Mediterránea**

Numerosos estudios aportan pruebas de que una dieta Mediterránea está relacionado con un mejor estado de salud y un menor riesgo de muerte (Serra-Majem *et al.*, 2006; Sofi *et al.*, 2008; Buckland *et al.*, 2011), además de ser un factor protector de muchas enfermedades prevalentes entre las que destacan la hipertensión y las enfermedades cardiovasculares (Reddy *et al.*, 2004; Nuñez-Cordoba *et al.*, 2009), la diabetes (Salas-Salvadó *et al.*, 2010), el síndrome metabólico (Babio *et al.*, 2009; Kastorini *et al.*, 2010) y el cáncer (Bosetti *et al.*, 2009; La Vecchia *et al.*, 2009; Tyrovolas & Panagiotakos, 2010; Verberne *et al.*, 2010; Couto *et al.*, 2011) .

En 2011 se presentó la pirámide de los alimentos: “Pirámide de la Dieta Mediterránea: un estilo de vida actual” (Bach-Faig *et al.*, 2011). Esta nueva pirámide de recomendaciones nutricionales sienta las bases de un marco común adaptado a las diferencias nutricionales y contextos socioeconómicos de la Región Mediterránea. La Pirámide de la Dieta Mediterránea es el resultado de un consenso internacional y se basa en las últimas evidencias científicas en el campo de la nutrición y la salud. Son muchas las entidades que han colaborado en este trabajo, entre las que se encuentran:

- Fundación Dieta Mediterránea (FDM)
- Forum on Mediterranean Food Cultures
- Federation of European Nutrition Societies
- Federation of African Nutrition Societies
- Centre International des Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes
- International Union of Nutritional Sciences.

Todo el proceso para llegar a este documento de consenso y las recomendaciones nutricionales propuestas adaptadas a las costumbres y hábitos de cada país mediterráneo quedan recogidas en el artículo *Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates*, publicado en la revista *Public Health Nutrition* (Bach-Faig *et al.*, 2011).

La pirámide sitúa en la base los alimentos que deberían ser consumidos con una mayor frecuencia y en mayor cantidad. Éstos son principalmente de origen vegetal, y proporcionan nutrientes clave y otras sustancias protectoras que contribuyen al bienestar general y a conseguir una dieta equilibrada. Así, según ascendemos en esta representación gráfica los alimentos allí situados deben consumirse, progresivamente, menos frecuentemente.

Tabla 6. Frecuencia de consumo recomendada por la FDM .

Grupo de alimentos	Recomendación
Derivados Lácteos	2 raciones/ día
Huevos	2-4 raciones/ semana
Carnes Blancas	2 raciones/ semana
Carnes Rojas	< 2 raciones/semana
Carnes procesadas	≤ 1 ración/ semana
Pescado y Marico	≥ 2 raciones/ semana
Verduras	≥ 2 raciones/ comida principal
Frutas	1 o 2 raciones/ comida principal
Frutos Secos /Aceitunas	1-2 raciones/día
Legumbres	≥ 2 raciones/ semana
Pan, Cereales y Pastas	1 o 2 raciones/ comida principal
Patatas	≤ 3 raciones/ semana
Dulces	≤ 2 raciones/ semana
Aceite de Oliva	1 o 2 cucharadas/ comida principal
Vino y Cerveza	1 ración/ día

La pirámide se divide en tres secciones principales atendiendo a la frecuencia de consumo recomendada (Tabla 6). Se presenta a continuación un resumen de estas recomendaciones.

#### De referencia para consumo diario

La hidratación es fundamental. Se debe beber unos 2 litros de **agua** o **infusiones** de hierbas y reducir al máximo la ingesta de bebidas gaseosas con un alto contenido en azúcares. Cada una de las tres comidas principales deben contener **cereales** (arroz, pasta, pan, cuscús ) y **frutas**, con una frecuencia de 1 a 2 en cada toma. Se consumirán 2 raciones de **verduras** tanto en la comida como en la cena, siendo al menos una de ellas cruda. El **aceite de oliva** debe ser la grasa predominante para cocinar los alimentos y/o aderezarlos, debido a su alto aporte en ácido oleico y su alta resistencia al calor.

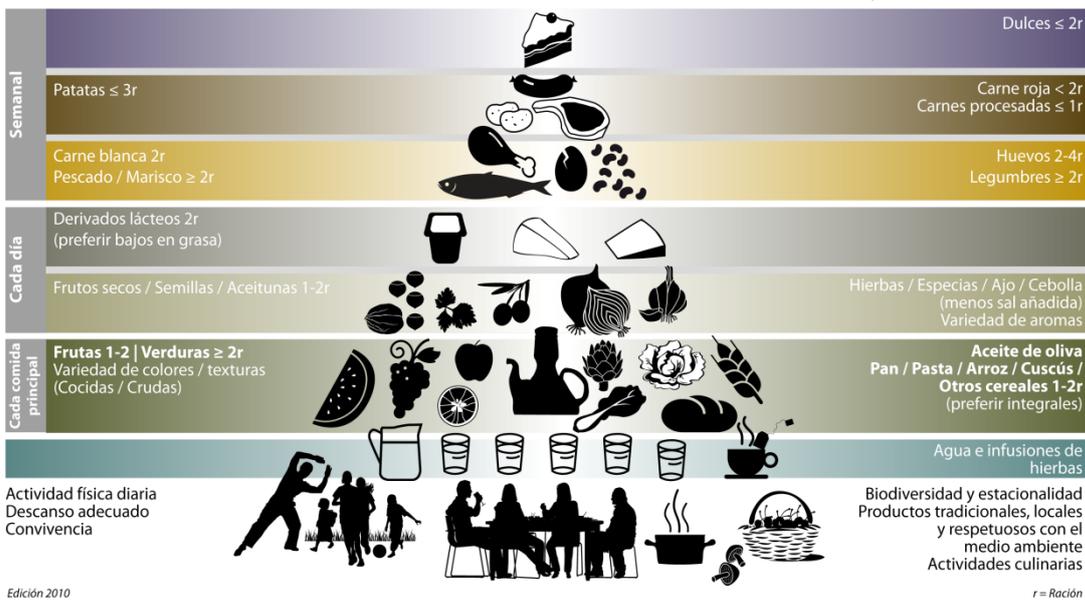
Se debe reducir la sal tanto como sea posible añadiéndole sabor a los platos a través de especias, **hierbas aromáticas, ajo y cebolla**. Los **lácteos** (leche, yogures, queso) son una buena fuente de calcio pero se debe de elegir lácteos desnatados debido al gran aporte de grasa saturadas. Las **aceitunas**, los **frutos secos** y las **semillas** son un excelente aperitivo y una buena fuente de grasas saludables, proteínas, vitaminas, minerales y fibra (FDM 2013). Se recomienda una copa o dos al día de **vino** y **cerveza** debido a su alto aporte de antioxidantes.

De referencia de consumo semanal

Los platos mediterráneos no suelen contener alimentos proteicos de origen animal como ingrediente principal, sino que son añadidos a otras preparaciones para hacerlas más gustosas. Se ha de consumir preferentemente pescado y marisco (más de 2 raciones) por su aporte de ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -3. Entre los productos de origen animal, es preferible elegir en las comidas carne blanca o magra (2 raciones) y huevo (2 ó 4 raciones) antes que la carne roja (menos de 2 raciones), ya que ésta última presenta más grasas saturadas. La ingesta de embutidos o carne procesada debe ser reducida al máximo (menos de 1 ración). Las legumbres son la principal fuente proteica de origen vegetal (más de 2 raciones). Consumidas junto a cereales como arroz proporciona un perfil proteico de alta calidad. Las patatas forman parte de una gran variedad de recetas tradicionales acompañando carnes y pescados. Preferiblemente deben ser frescas y cocinadas con poco aceite (menos de 3 raciones).

**Pirámide de la Dieta Mediterránea: un estilo de vida actual**  
Guía para la población adulta

Medida de la ración basada en la frugalidad y hábitos locales  
Vino con moderación y respetando las costumbres



© 2010 Fundación Dieta Mediterránea. El uso y la promoción de esta pirámide se recomienda sin ninguna restricción.

Edición 2010

r = Ración



Figura 1. Pirámide de la Dieta Mediterránea: un estilo de vida actual. Reproducido de FDM 2010.

*De consumo de manera ocasional*

En el vértice de la pirámide encontramos los dulces. El azúcar, los caramelos, los pasteles, la bollería, los zumos de fruta azucarados y los refrescos azucarados se deberían consumir en pequeñas cantidades y sólo de vez en cuando.

**Consejos de la SENC y la semFYC**

La Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) y la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (semFYC) han editado una guía alimentaria que lleva por título “Consejos para una Alimentación Saludable”. En ella se recomienda realizar como mínimo cinco comidas al día, ingerir una cantidad superior a dos litros de agua diarios, incorporar una amplia variedad de alimentos en nuestra dieta y seguir las pautas indicadas en la Pirámide de la Alimentación Saludable para adultos sanos (Figura 2). En la presentación de esta guía dietética, Javier Aranceta Batrina Batrina indica que: “La alimentación en las distintas comunidades autónomas españolas es deficitaria en frutas, verduras y hortalizas que deberían completar cinco o más raciones al día [...] También necesitamos incrementar el consumo de cereales integrales, lácteos bajos en grasa y pescado. Como compensación moderaremos los aportes de carnes, embutidos, alimentos ricos en grasas saturadas, bollería industrial y bebidas edulcoradas” (Dapcich *et al.*, 2007).



Figura 2 . Pirámide de la alimentación saludable para adultos sanos. Extraído de Dapcich *et al.*, 2007.

### **I.1. 4.2. Macronutrientes**

Los macronutrientes son aquellos nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica de nuestro organismo. Entre los denominados macronutrientes se encuentran los hidratos de carbono, las proteínas y los lípidos.

Durante años se pensó que los hidratos de carbono no eran esenciales para la vida, pero se ha comprobado que una dieta que no los contenga provoca inexorablemente lipólisis, formación de cuerpos cetónicos, incremento del catabolismo proteico y una pérdida exagerada de sodio y otros cationes, condicionando finalmente deshidratación e hipotensión (Peña Morat *et al.*, 2005). Esta secuencia, puede ser evitada con la ingesta de 50-100 g/día, aunque esta cifra varía en función sobre todo de la masa muscular (Peña Morat *et al.*, 2005). Sin embargo, los requerimientos mínimos no se encuentran claramente establecidos ya que algunos ácidos orgánicos y aminoácidos pueden convertirse en glucosa. Sí que existe cierto consenso en que lo recomendable es que entre el 50-55% de la ingesta energética corresponda a los hidratos de carbono (Gargallo Fernández Fernández *et al.*, 2011). La función primordial de los carbohidratos es producir energía metabólica para desarrollar las funciones vitales (Díaz Romero & Baró Rodríguez, 2012).

Las proteínas son fundamentales en nuestra dieta debido a su función estructural y enzimática. De los 20 aminoácidos que forman parte de las proteínas, diez son esenciales ya que el organismo no es capaz de sintetizarlos. Los aminoácidos esenciales son: arginina, lisina, metionina, histidina, treonina, leucina, isoleucina, fenilalanina, valina y triptófano. Si las proteínas tienen en su estructura todos los aminoácidos esenciales se dice que tienen una alta calidad proteica o un alto valor biológico. Las proteínas de origen vegetal suelen tener una calidad o valor biológico inferior a las proteínas de origen animal. En la edad adulta, se recomienda que las proteínas constituyan del 15 al 25% de la ingesta energética diaria (Gargallo Fernández Fernández *et al.*, 2011).

Los lípidos son un grupo heterogéneo de sustancias insolubles en agua cuya función principal es la producción y almacenamiento de energía. Los lípidos totales o la grasa total deberían representar del 25 al 35% de la ingesta energética diaria (Gargallo Fernández Fernández *et al.*, 2011). Tradicionalmente, dentro de este grupo se ha

diferenciado entre grasas saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas cada una de las cuales tiene definida su ingesta recomendada (Tabla 7).

Tabla 7. Recomendaciones de distribución de Macronutrientes. Consenso SEEDO-FESNAD. Extraído de Gargallo Fernández *et al.* 2011.

Macronutrientes	Ingesta energética
<b>Hidratos de carbono</b>	45-55 %
<b>Proteínas</b>	15-25 %
<b>Grasas</b>	
<b>Totales</b>	25-35 %
<b>Saturadas</b>	< 7%
<b>Monoinsaturadas</b>	15-20%
<b>Poliinsaturadas</b>	< 7%
<b>Trans</b>	< 2%
<b>Fibra</b>	20-40 g

La fibra no constituye en sí misma un macronutriente pero las evidencias científicas han mostrado que un mayor consumo de fibra podría estar asociado con un menor riesgo de cáncer de colon y recto (Murphy *et al.*, 2012) e incluso una menor mortalidad general (Burger *et al.*, 2012). La fibra es de origen vegetal y puede ser hidrolizada y absorbida parcialmente (Peña Morat *et al.*, 2005). Entre sus funciones se encuentran la regulación del peristaltismo intestinal y su utilización como sustrato por la biota bacteriana intestinal. Es recomendable que diariamente se ingieran entre 20 y 40 gramos (Gargallo Fernández *et al.*, 2011).

En España, tras una importante revisión del conocimiento científico actual y teniendo en cuenta los hábitos alimentarios de la población se han definido una serie de objetivos nutricionales (Garaulet Aza *et al.*, 2005). Así, en el año 2001 la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) redactó un documento de consenso en el cual se marcaban unos objetivos nutricionales intermedios y finales para la población española. Estos objetivos nutricionales debían ser evaluados y ajustados según la situación de la ingesta dietética en los años 2005 y 2010 (SENC 2012) (Tabla 8).

Tabla 8. Objetivos nutricionales definidos por la SENC en el año 2001.(extraído de SENC 2012).

	Objetivos nutricionales	
	Intermedios <sup>1</sup>	Finales <sup>2</sup>
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	< 25	21-23
<b>Hidratos de Carbono (% Energía)</b>	> 50%	50-55%
<b>Lípidos (% Energía)</b>		
<b>Grasa total</b>	≤ 35%	30-35%
<b>Ácidos grasos saturados</b>	10%	7-8%
<b>Ácidos grasos monoinsaturados</b>	20%	15-20%
<b>Ácidos grasos poliinsaturados</b>	5%	5%
<b>ω-6</b>	—	2 g linolénico
<b>ω-3</b>	—	> 200 mg DHA
<b>Colesterol</b>	< 350 mg/día	< 300 mg/día
<b>Fibra dietética</b>	> 22 g/día	> 25 g/día
<b>Folato</b>	> 300 µg/día	> 400 µg/día
<b>Calcio</b>	≥ 800 mg/día	≥ 800 mg/día
<b>Flúor</b>	1 mg/día	1 mg/día
<b>Yodo</b>	150 µg/día	150 µg/día
<b>Sal común</b>	< 7 g/día	< 6 g/día
<b>Vino</b>	< 2 vasos/día	< 2 vasos/día
<b>Frutas</b>	> 300 g/día	> 400 g/día
<b>Verduras y hortalizas</b>	> 250 g/día	> 300 g/día
<b>Alimentos azucarados</b>	—	< 4/día
<b>Lactancia</b>	4 meses (exclusiva)	≥ 6 meses

1. Deben ser evaluados a finales del 2005
2. Deben ser evaluados a finales del 2010

### I.1. 4.3. Micronutrientes

Existen distintas aproximaciones para establecer recomendaciones sobre la ingesta de micronutrientes. Entre estos se encuentran los aportes dietéticos recomendados (RDA), la ingesta adecuada (AI) el nivel de ingesta máxima tolerable (UL) y el requerimiento medio (AR). Paulatinamente, se han ido incorporando nuevos conceptos para ayudar a definir los valores de referencia más actuales (García-Gabarra *et al.*, 2006). Distintos países y organizaciones reconocidas definen nuevos conceptos para que la información recogida en sus recomendaciones sea lo más clara posible. Por ello, la familiarización con la terminología no está exenta de esfuerzo. A continuación, se definen conceptos básicos referentes a la ingesta de nutrientes:

Las recomendaciones dietéticas (RDA, Recommended Dietary Allowances) se pueden definir como la ingesta dietética diaria suficiente para cubrir las necesidades de un nutriente de un 97-98% de los individuos sanos de un grupo de edad y género determinados.

La ingesta adecuada (Adequate Intake, AI) es la cantidad de nutrientes recomendada cuando no puede establecerse la RDA. Se basa en la determinación experimental, estudios observacionales o por extrapolación del rango de valores de ingesta para los cuales no se manifiestan efectos adversos por la población sana.

El nivel de ingesta máxima tolerable (tolerable Upper intake Level, UL) es la cantidad máxima de un nutriente que se puede ingerir sin que exista riesgo para la salud, para la gran mayoría de la población (97-98%) a largo plazo.

La mayoría de países han establecido sus propias recomendaciones según las características de su población y los objetivos que se persiguen. En España se establecieron en 1981, y ha sido el Consejo Superior de Investigaciones Científicas quién ha revisado las recomendaciones nutricionales para los españoles (Peña *et al.*, 2005). Las Ingestas Recomendadas (IR) son los valores de referencia que vienen presentados en las tablas españolas, definidas como la cantidad de energía y/o nutrientes que se recomienda ingerir para cubrir las necesidades nutricionales de prácticamente la totalidad de la población (Cuervo *et al.*, 2009), con lo que son equivalentes a las RDA. En España, existen varios organismos y sociedades científicas que han editado sus propios valores de referencia sobre la ingesta recomendada de nutrientes que no siempre

coinciden en los contenidos y formas presentadas (Cuervo *et al.*, 2009). En la Tabla 9 se presentan las IR para la población Española, recogidas en la 13ª edición del libro editado por la Universidad Complutense de Madrid (Moreiras *et al.*, 2009). La clasificación de la población española se realizó en función de la edad, género y situación fisiológica especial (embarazo o lactancia).

También existen recomendaciones de la ingesta de micronutrientes a nivel internacional. En 1992, la Comisión de Alimentos de la Comunidad Europea publicó los valores de referencia elaborados por el Scientific Committee on Food (SCF 2012) (Tabla 10). Por su parte, la FAO y la OMS han publicado diversos documentos sobre requerimientos nutricionales para revisar y actualizar los valores de referencia a nivel mundial (Cuervo *et al.*, 2009) (Tabla 11).

Tabla 9. Ingestas recomendadas de vitaminas y minerales en España (Extraído de Cuervo *et al.*, 2009).

Edad	Vitaminas										Minerales							
	B <sub>1</sub> mg	B <sub>2</sub> mg	B <sub>3</sub> mg	B <sub>6</sub> mg	B <sub>9</sub> μg	B <sub>12</sub> μg	C μg	A μg	D μg	E mg	Ca mg	P mg	K g	Mg mg	Fe mg	Zn mg	I μg	Se μg
<b>Hombres</b> 6-9 años	0.8	1.2	13	1.4	200	1.5	55	400	5	8	800	700	2000	250	9	10	90	30
16-19 años	1.2	1.8	20	2.1	400	2	60	1000	5	12	1000	1200	3500	400	15	15	145	50
20-39 años	1.2	1.8	20	1.8	400	2	60	1000	5	12	800	700	3500	350	10	15	140	70
<b>Mujeres</b> 16-19 años	0.9	1.4	15	1.7	400	2	60	800	5	12	1000	1200	3500	330	18	15	115	50
20-39 años	0.9	1.4	15	1.6	400	2	60	800	5	12	800	700	3500	330	18	15	110	55

Tabla 10. Ingestas recomendadas de vitaminas y minerales, European Community 1992 (Extraído de Cuervo *et al.*, 2009).

	Vitaminas									Minerales							
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>12</sub>	C	A	D	Ca	P	K	Fe	Zn	Cu	I	Se
Edad	mg	mg	mg	mg	μg	μg	mg	μg	μg	mg	mg	g	mg	mg	mg	μg	μg
<b>Hombres</b>																	
7-10 años	0.8	1.2	13	1.1	150	1.0	30	500	0-10	550	450	2000	6	7	0.7	100	25
15-17 años	1.2	1.6	18	1.5	200	1.4	40	700	0-15	1000	775	3100	13	9	1.0	130	45
> 18 años	1.1	1.6	18	1.5	200	1.4	45	700	0-10	700	550	3100	9	9.5	1.1	130	55
<b>Mujeres</b>																	
15-17 años	0.9	1.3	14	1.1	200	1.4	40	600	0-15	800	625	3100	21	7	1.0	130	45
> 18 años	0.9	1.3	14	1.1	200*	1.4	45	600	0-10	700	550	3100	20	7	1.1	130	55

\* Se ha visto que la ingesta de 400μg de ácido fólico, en forma de suplementos, en las etapas cercanas a la concepción pueden prevenir problemas en la formación del tubo neural del niño.

Tabla 11. Ingestas recomendadas de vitaminas y minerales, FAO/WHO 20011 (Extraído de Cuervo *et al.*, 2009).

	Vitaminas													Minerales					
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>6</sub>	B <sub>9</sub>	B <sub>12</sub>	C	A	D	E <sup>1</sup>	K	B <sub>5</sub>	B <sub>8</sub>	Ca	Mg	Fe	Zn	I	Se
Edad(años)	mg	mg	mg	mg	µg	µg	mg	µg	µg	mg	µg	mg	µg	mg	mg	g	mg	µg	µg
<b>Hombres</b>																			
7-9	0.9	0.9	12	1.0	300	1.8	35	500	5	7	25	4	20	700	100	6-18 <sup>2</sup>	3.3-11.3 <sup>2</sup>	100	21
10-18	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	40	600	5	10	35-65	5	25	1300	250	10-38 <sup>2,3</sup>	5.7-19.2	135-110	34
19-50	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	45	600	5	10	65	5	30	1000	260	9-27 <sup>2</sup>	4.2-14	130	34
<b>Mujeres</b>																			
10-18	1.1	1.1	16	1.2	400	2.4	40	600	5	7.5	35-65	5	25	1300	230	9-65 <sup>2,3</sup>	4.6-15.5 <sup>2</sup>	140-100	26
19-50	1.1	1.1	14	1.3	400	2.4	45	500	5	7.5	55	5	30	1000	220	20-59 <sup>2</sup>	3.0-9.8 <sup>2</sup>	110	26

<sup>1</sup> Los datos disponibles se consideran insuficientes para establecer ingestas recomendadas de vitamina E, por lo que en la presente tabla se presentan las “ingestas aceptables”.<sup>2</sup> En función de la biodisponibilidad.<sup>3</sup> En función de cuando se produce el estirón puberal

Es interesante indicar que los valores que aparecen en las etiquetas de los alimentos, que hacen referencia a las cantidades diarias recomendadas de nutrientes, siguen la normativa aprobada por el Real Decreto 1669/2009 del 6 de noviembre. Este decreto modificó la norma de etiquetado sobre propiedades nutritivas de los productos alimenticios precedentes para actualizar los nuevos conocimientos científicos y tecnológicos. Entre los cambios se encuentra la definición de fibra para determinar el uso de expresiones como “alto contenido en fibra” o “fuente de fibra”. Como anexo se regula las cantidades diarias recomendadas de las vitaminas y minerales que pueden declararse (Tablas 12 y 13). Por regla general, para decidir lo que constituye una cantidad significativa se considera un 15 por ciento de la cantidad recomendada especificada en el presente anexo y suministrada por 100 gramos o 100 ml o por envase, si este contiene una única porción (Real Decreto 1669/2009).

Tabla 12. Vitaminas que pueden declararse en el etiquetado de productos alimenticios y sus cantidades diarias recomendadas.

Vitaminas	CDR <sup>1</sup>
Vitamina A (µg)	800
Vitamina D (µg)	5
Vitamina E	12
Vitamina K (µg)	75
Vitamina C (mg)	80
Tiamina (mg)	1.1
Riboflavina (mg)	1.4
Niacina (mg)	16
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	1.4
Ácido Fólico (µg)	200
Vitamina B <sub>12</sub> (µg)	2.5
Biotina (µg)	50
Ácido pantoténico (mg)	6

Tabla 13. Minerales que pueden declararse en el etiquetado de productos alimenticios y sus cantidades diarias recomendadas.

Minerales	CDR <sup>1</sup>
Potasio (mg)	20000
Cloruro (mg)	800
Calcio (mg)	800
Fósforo (mg)	700
Magnesio (mg)	375
Hierro (mg)	14
Zinc (mg)	10
Cobre (mg)	1

<sup>1</sup>CDR: Cantidad Diaria Recomendada.

### **I.1.5. Métodos de Evaluación de la Dieta**

Podemos estimar la ingesta de alimentos en la población siguiendo métodos diferentes, los cuales van a caracterizarse en función de cómo son obtenidos los datos, fundamentalmente, y el periodo de tiempo al que se refiere el consumo de alimentos. La elección de uno de los distintos métodos depende del objetivo de la investigación y las condiciones en las que esta se desarrolle. Una vez recogida toda la información referente a la ingesta de alimentos se “traduce” a cantidades de nutrientes e ingesta energética. Este paso se lleva a cabo utilizando generalmente macro bases de datos que engloban las tablas de composición de alimentos. Esta información es de gran interés en epidemiología, por ejemplo en estudios que busquen la identificación del modelo de consumo predominante, grupos de riesgo, el patrón de mortalidad en la población, la monitorización de la ingesta de contaminantes, relaciones entre la ingesta de nutrientes y el riesgo de aparición de patologías concretas. La validez de un método se refiere a la medida en que la técnica aplicada permite determinar las estimaciones deseadas quedando exento de errores sistemáticos. La validación de los métodos de evaluación dietética es alcanzada comparando los datos obtenidos por un determinado método con otros procedentes de otro método considerado de referencia o mediante biomarcadores (Serra & Aranceta Batrina, 2006).

Se puede valorar la ingesta alimentaria a distintos niveles. A nivel nacional, a través del balance alimentario nacional que se lleva a cabo periódicamente, se puede conocer la disponibilidad de alimentos de un país. Podemos conocer así por ejemplo, cuantos kilogramos de carne per cápita se consume al año. Nos ofrece información sobre el consumo potencial de alimentos aunque no es indicativo del consumo real. Esta información puede ser útil para recoger tendencias nacionales en cuanto al tipo de alimentos consumidos (Yago Torregrosa *et al.*, 2005). A través de encuestas podemos conocer la ingesta alimentaria tanto a nivel individual como a nivel familiar (encuestas de consumo familiar). Las encuestas alimentarias en las que se recoge la información a nivel de individuo se pueden hacer recogiendo datos sobre lo consumido en un tiempo pasado (cuestionario de frecuencia alimentaria, recuerdo de 24 horas) como de forma prospectiva a través de registros. La Tabla 14 recoge una descripción sintetizada de las

ventajas e inconvenientes de los métodos de evaluación dietética.

Tabla 14. Ventajas e inconvenientes de los métodos de evaluación de la dieta.

Ventajas		Limitaciones
<b>Registro Dietético por Pesada</b>	Muy preciso	Alto esfuerzo de Colaboración Posible baja tasa de respuesta Puede variar la dieta habitual Sólo aplicable en personas capacitadas
<b>Registro Dietético por Estimación del Peso</b>	Menor esfuerzo que en el registro por pesada Mayor tasa de respuesta	Puede variar la dieta habitual Sólo aplicable en personas capacitadas Posibles errores en la estimación de los pesos
<b>Registro observado por pesada</b>	Muy preciso	Coste elevado Uso sólo en colectivos institucionalizados
<b>Recordatorio de 24 horas</b>	Rápido Barato Alta tasa de respuesta	Subjetividad de la información Problemas en individuos con dieta muy variable
<b>Cuestionario de Frecuencia de Consumo Alimentario</b>	Rápido Barato Eficiente Su estructura facilita el uso de métodos informáticos	Subjetividad de la información Necesaria validación del cuestionario Limitación del uso de la información a los objetivos iniciales
<b>Historia Dietética</b>	Requiere poco esfuerzo de colaboración	Subjetividad de la información Coste elevado

## **I.1.5. 1. Registro dietético**

### **I.1.5. 1.1. Registro dietético por pesada**

El registro de alimentos por pesada o diario alimentario es un procedimiento en el que utilizando un formulario el encuestado o su representante va anotando el peso de todos los alimentos y bebidas ingeridas en el momento de su consumo, y a lo largo de un periodo de tiempo establecido. La validez de los registros por pesada se ha comprobado por ejemplo comparando la ingesta diaria de proteínas con la excreción de nitrógeno en orina diaria, observándose que en los primeros días el registro era más exacto respecto a los días siguientes, recomendándose el registro aleatorio (Gersovitz *et al.*, 1978). Este método es el que consigue los resultados más precisos, pero necesita un gran esfuerzo de colaboración y como consecuencia puede ofrecer bajas tasas de respuesta

### **I.1.5.1. 2. Registro dietético por estimación del peso**

El registro dietético por estimación del peso como su nombre indica, registra la dieta calculando el peso por estimación. Se utilizan medidas de uso doméstico (cucharadas soperas, vaso de agua...), etiquetas de los productos, formas y dimensiones de alimentos sólidos, apoyándose a veces en fotografías. Se ha validado este método comparándolo con registros por pesada (Eppright *et al.*, 1952; Nettleton *et al.*, 1980). La variación interindividual e intraindividual será mayor por ser el método menos exacto. Como ventaja presenta, que es un modelo menos molesto para el encuestado lográndose tasas de respuesta más satisfactorias que en los registros por pesada, aunque la exactitud del método es menor.

### **I.1.5.1. 3. Registro observado por pesada**

El método de doble pesada o registro observado por pesada es similar al registro por pesada pero en este caso es una persona entrenada (distinta al encuestado) quien completa la información. Se utiliza por ejemplo para pacientes hospitalizados, ancianos o analfabetos.

#### **I.1.5.1.4. Registro de alimentos combinado con el análisis químico**

El registro de alimentos combinado con el análisis químico es el método de mayor validez ya que elimina los errores asociados al uso de las tablas de composición de alimentos, pero su gran complejidad y costo restringen en gran medida su uso. Los análisis químicos de muestras de alimentos se pueden obtener mediante (Aranceta Batrina & Pérez Rodrigo, 2006):

- la preparación de mezclas de alimentos representativas del patrón de consumo medio de la población de estudio
- la recogida de muestras duplicadas de los alimentos consumidos
- la recogida de muestras alícuotas de los alimentos consumidos.

### **I.1.5. 2. Historia dietética**

En la historia dietética por medio de la entrevista personal, profesionales entrenados intentan obtener la mayor cantidad de información sobre la ingesta de individuos con la mayor precisión posible. El objetivo es evaluar el consumo global de alimentos, el patrón dietético habitual y el tamaño de las raciones durante un periodo de tiempo, variable entre un mes y un año, con énfasis en la valoración cualitativa de la ingesta, más que en las cantidades precisas. La validez y fiabilidad de este método depende, en gran medida, de la capacidad del encuestado para recordar sus hábitos de consumo, y de la capacidad del encuestador para dirigir la entrevista. Estos estudios han sido validados contrastando sus resultados con datos procedentes de registros alimentarios realizados a lo largo de varios días con anterioridad a la entrevista. Las validaciones realizadas de este método muestran que tiende a sobreestimar la ingesta real (Aranceta Batrina & Serra Majem, 2006), aunque se suele considerar que alcanza buenos resultados en la reproducibilidad de la ingesta de energía, proteínas, grasas e hidratos de carbono (Van Staveren *et al.*, 1986; Nes *et al.*, 1991). La principal ventaja de la historia dietética es que no requiere un gran esfuerzo por parte de los encuestados, no obstante, la necesidad de un entrevistador bien entrenado encarece la investigación, sobre todo si se usa en estudios epidemiológicos con grandes muestras de población. Su principal desventaja es la subjetividad de la información ya que se basa en la capacidad de recuerdo del entrevistado. No está claramente establecido cuál debe ser el periodo de tiempo de estudio necesario y que permita garantizar la fiabilidad de los resultados, puesto que las respuestas pueden verse muy condicionadas por el pasado cercano (Aranceta Batrina *et al.*, 2006).

### I.1.5. 3. Recuerdo de 24 horas

El recuerdo o recordatorio de 24 horas es una entrevista en donde se pide al encuestado que recuerde minuciosamente todos los alimentos y bebidas ingeridos el día anterior o en las 24 horas precedentes. En algunos casos el periodo de tiempo utilizado puede ser diferente, incluso llegar hasta una semana previa a la entrevista. Se anota el tipo y la cantidad de alimentos consumidos y su forma de preparación, utilizando preferentemente medidas caseras, que luego serán convertidas en unidades.

La calidad del método y la minimización de los errores que conlleva su utilización, depende de cinco factores (Serra Majem & Ribas Barba, 2006): el entrevistado, el entrevistador, la cuantificación de la ración, la codificación del recordatorio y las tablas de composición.

La forma de llevar a cabo el recordatorio de 24 horas debe estar adaptada a los hábitos regionales del área de estudio. El entrevistado no debe ser avisado previamente a la entrevista para evitar sesgos y la calidad de la información estará determinada por la precisión con la que recuerde y describa los datos. Es imprescindible la estandarización de todos los encuestadores para minimizar el sesgo del observador. Otro aspecto importante es la estimación de la cantidad consumida. A diferencia de otros métodos, aquí no se pretende conocer la ración habitual de consumo sino la ingesta del día anterior. Por esta razón no se aconseja el empleo de “raciones estándar” ya que pueden variar según el área geográfica, el sexo o la familia (Yago Torregrosa *et al.*, 2005). Por otro lado, el proceso de codificación debe ser revisado por observadores independientes y si es posible por un programa informático, para reducir al máximo esta posible fuente de errores. Respecto a las tablas de composición de alimentos, se debe establecer previamente cuál de ellas concretamente va a ser usada y cómo se van a tratar los datos ausentes.

Este método tiende a infraestimar las ingestas medias de ancianos y niños debido a una mayor dificultad para recordar (Johnson *et al.*, 1994; Baxter *et al.*, 2010). Comparándolo con cuestionarios de frecuencia semicuantitativos los consumos medios estimados en nutrientes y energía son más bajos y la varianza es superior para casi todos los nutrientes (Serra Majem & Ribas Barba, 2006). El número ideal de encuestas sería dos o tres por individuo obtenidos en épocas distintas del año para los macronutrientes

(Serra Majem & Ribas Barba, 2006), incrementándose el número de determinaciones a medida que se aumenta la variabilidad intraindividual (Torres *et al.*, 1990, Willett 2013a).

Como conclusiones podemos indicar, que es un método con elevada tasa de respuesta, aplicable a la mayor parte de poblaciones, barato y relativamente rápido. Sin embargo, debido al exhaustivo esfuerzo para recopilar y procesar los múltiples días de "recuerdo de 24 horas" son poco usados como método principal para la estimación de la ingesta usual en las investigaciones epidemiológicas a gran escala (Baranowski *et al.*, 2013). Entre los inconvenientes del recordatorio de 24 horas podemos indicar la dependencia de la capacidad de recordar y la elevada variabilidad intraindividual de la dieta en un mismo individuo, lo que dificulta la identificación de relaciones en estudios epidemiológicos (Willett 2013a).

#### I.1.5. 4. Cuestionarios de Frecuencia Alimentaria (CFA)

Los cuestionarios de frecuencia alimentaria son un método que inciden principalmente en estimar la ingesta dietética media de un periodo de tiempo a largo plazo (semanas, meses, años) (Willett *et al.*, 2013b). Por tanto, se apoya en estimar la dieta promedio del individuo para evaluar la relación entre dieta y enfermedad. Un CFA se estructura en torno a una lista de alimentos, asociada a unas frecuencias de consumo y en la que se indica una medida de ingesta estándar de cada ítem alimenticio (unidad mediana, plato, ración). Para la elección de los ítems alimenticios del CFA, se puede modificar o adaptar un cuestionario existente a la población de estudio o configurarla *de novo*. Siempre que se utiliza un CFA debemos asegurarnos de que haya sido diseñado para una población culturalmente idéntica o muy similar. Si se diseña un nuevo CFA, en la selección de los alimentos se puede tener en cuenta los alimentos con un mayor contenido del nutriente de estudio o incluir los alimentos que se consumen con mayor frecuencia en la población de estudio. Con la primera opción podríamos incluir alimentos de consumo muy poco frecuentes entre los sujetos de estudio. Por el contrario, con la segunda opción podríamos eliminar alimentos muy importantes para nuestro objetivo. Una solución a este dilema es realizar un análisis de regresión identificando aquellos alimentos que más contribuyen a discriminar la variabilidad interindividual en el consumo de nutrientes objetivo.

El listado de alimentos de los CFA es uno de sus puntos clave. Esta lista, debe ser clara, concisa y coherentemente estructurada, además de cumplir que (Willett 2013b):

- los alimentos sean consumidos con relativa frecuencia por un número razonable de individuos
- los alimentos deben tener un contenido sustancial en alguno de los nutrientes estudiados
- la importancia de los distintos alimentos vendrá dada por su capacidad para discriminar la variabilidad entre individuos.

La unidad de tiempo anual es la más utilizada en estudios epidemiológicos, proporcionando información sobre un ciclo estacional completo (Willett 2013a).

Diversos estudios han mostrado que es más fácil recordar con qué frecuencia se come un determinado alimento varios años atrás, que precisar con detalle lo ingerido en los últimos días (Yago Torregrosa *et al.*, 2005).

El formato de respuesta de CFA puede ser de respuestas múltiples y cerradas, con entre cinco y diez opciones de frecuencia como óptimo, pero también pueden hacerse con respuestas semiabiertas (número de veces por unidad de tiempo) (Gorgojo Jiménez & Martín–Moreno, 2006). Por otra parte, el cuestionario puede ser rellenado por un entrevistador entrenado (aumentando la precisión de la información) o por el propio sujeto de estudio (menor costo). Un aspecto destacable es que los CFA es la estimación del tamaño de las raciones ingeridas por los individuos. Estos cuestionarios son de tipo semicuantitativo debido a que parten de una ración o porción de referencia, además de una frecuencia de consumo. En general, la estimación cuantitativa para las raciones (mediante explicaciones, fotografías, modelos) no contribuye a mejorar la validez y sí a su complejidad (Yago Torregrosa *et al.*, 2005). Este método de valoración de la dieta, puede incluir preguntas adicionales sobre el modo de preparación de alimentos y/o alimentos no registrados expresamente en el cuestionario.

El CFA es el método más rápido y eficiente para estimar el consumo habitual de alimentos durante un periodo de tiempo en una población (Gorgojo Jiménez & Martín–Moreno, 2006). Constituyen el método de evaluación de la ingesta dietética que ha adquirido mayor difusión por su facilidad y rapidez de ejecución (Vioque *et al.*, 2006). Además, su carácter estructurado hace más fácil la codificación informática que otros métodos, como el recordatorio de 24 horas. Las desventajas principales derivan de su diseño, ya que éste es complejo, requiere ser validado (Carroll *et al.*, 1997) y los alimentos registrados son limitados. La precisión de los CFA depende de la capacidad de memoria y síntesis de la persona encuestada.

### **I.1.5. 5. Validación y reproducibilidad de los CFA**

El método de evaluación dietética, probablemente más utilizado es el cuestionario de frecuencia alimentaria. En la epidemiología de la nutrición, una de las mayores dificultades que aún existen es disponer de instrumentos válidos y reproducibles que posibiliten la medición de la dieta con suficiente confianza y precisión. Esto es consecuencia de la enorme complejidad que conlleva el estudio de la dieta. Como ya ha sido indicado, a la hora de valorar la utilidad de un método de evaluación dietética tenemos que mostrar evidencias acerca de su reproducibilidad y validez.

La reproducibilidad se evalúa mediante la comprobación de que con el uso del CFA se obtienen resultados iguales al ser administrado repetidamente. Se aconseja que la administración repetida no sea muy próxima en el tiempo, ya que puede generar una alta reproducibilidad que no es real. Ésto es debido al aprendizaje del cuestionario y el recuerdo de las respuestas que fueron dadas. En la reproducibilidad del CFA, la variabilidad diaria, la estacionalidad y otros errores no sistemáticos pueden hacer poco precisa la estimación de la ingesta media (Vioque 2006).

La validez hace referencia a que el instrumento de evaluación esté libre de errores sistemáticos, es decir que no subestime o sobreestime la medida de la ingesta dietética. Teóricamente, para determinar si un cuestionario es válido, o mide realmente lo que se pretende medir, basta con comparar los resultados obtenidos de su utilización con un *gold stantandard* u otro método que ofrezca una certeza absoluta una medida real de la dieta. Sin embargo, no existe un método ideal de referencia para confirmar otros métodos de evaluación dietética, ya que ninguno de ellos evalúa con exactitud la dieta (Block *et al.*, 1982). No obstante los procedimientos más empleados para la validación de los CFA son la comparación de sus resultados con los encontrados en recordatorios de 24 horas y con los métodos de registro dietético (Cade *et al.*, 2002). Lo más común es la comparación mediante el análisis estadístico utilizando un índice de correlación. De esta forma se evalúa cuantitativamente, el grado en el que los dos métodos de evaluación dietética son similares o difieren entre sí. Los coeficientes de correlación observados en la estimación de nutrientes de un CFA suele oscilar entre 0.12-0.89 (Ramón Torrell 2006). Estos valores pueden ser considerados bajos dependiendo del nutriente.

Se pueden utilizar otras aproximaciones para evaluar el desempeño de un CFA, entre las que se incluyen (Willett *et al.*, 2013):

- la comparación de medias
- la proporción de la ingesta total calculada para cada alimento incluido en el cuestionario
- la comparación con marcadores bioquímicos
- la correlación con la respuesta fisiológica
- la habilidad para predecir la enfermedad

En la comparación de medias se comparan las medias aritméticas acompañadas de su desviación estándar procedentes de un CFA con las originadas a partir de otro método de evaluación dietética. Otro de los aspectos mencionados, la proporción de la ingesta total de cada alimento, permite saber la los alimentos que contribuyen de forma más notable a la ingesta de nutrientes. Esta información ayuda en la selección de los ítems alimenticios y en conocer el grado en el que el cuestionario está completo. Los indicadores bioquímicos proporcionan un buen gold estándar. Uno de los inconvenientes de los indicadores bioquímicos es la falta de métodos para conocer una medida suficientemente relacionada con la ingesta de los distintos nutrientes. Además en muchos casos, las determinaciones analíticas son enormemente costosas.

La habilidad de un CFA para predecir una respuesta fisiológica es una prueba cualitativa de su validez, aunque desafortunadamente son pocas las relaciones al respecto que han sido bien establecidas (Willett *et al.*, 2013) .

Por último es importante indicar, que entre las causas de una baja correlación los resultados obtenidos en un CFA y los resultados hallados con otro método de evaluación dietética, figuran el no considerar la ingesta de calorías totales cuando se estima la ingesta de un nutriente específico (Vioque 2006). Si se ha realizado el ajuste de calorías totales, se consigue un efecto similar al logrado cuando se usa la dieta isocalórica en ensayos con animales (Vioque 2006). Además, se eliminan fuentes de variación de los nutrientes de interés como actividad física, tamaño corporal y eficiencia metabólica (Willett *et al.*, 1986; 1990).

### **I.1.5. 5. 1. Validación del CFA utilizado en el estudio MYMS (“Murcia Youth Men Study”)**

En el estudio MYMS, a partir del cual se origina esta tesis, se utiliza un cuestionario de frecuencia alimentaria como método de evaluación dietética. Así, la explicación del proceso para su validación servirá como un ejemplo del desarrollo de este proceso no exento de complejidad.

El CFA empleado en el estudio MYMS fue desarrollado por el Grupo de Epidemiología de la Nutrición (EPINUT) de la Universidad Miguel Hernández dirigido por el profesor Jesús Vioque. Dicho CFA tiene su origen en el que fue creado por el profesor Walter Willett de la Universidad de Harvard para el Estudio de Salud de las Enfermeras Norteamericanas (Willett *et al.*, 1985). Jesús Vioque y su equipo adaptaron este último CFA a principios de los años 90 para su uso en la población adulta española (Vioque & Gonzalez, 1991; Vioque *et al.*, 2006) y fue validado mediante indicadores bioquímicos de antioxidantes posteriormente (Vioque *et al.*, 2007). La muestra utilizada en este estudio de valoración procedía de la Comunidad Valenciana. Los CFA deben ser actualizados a través de la experiencia acumulada por su utilización repetida, el conocimiento científico desarrollado sobre este tema y la necesidad de adaptarse a la población en la cual son utilizados y a los nuevos alimentos disponibles en el mercado. Teniendo en cuenta todos estos factores para el estudio MYMS se eligió la versión más actualizada en ese momento, que incluía 101 ítems alimenticios. El CFA empleado en el “estudio MYMS fue diseñado y empleado por primera vez en la cohorte valenciana de mujeres embarazadas del estudio INMA (Infancia y Medio Ambiente) (CFA<sub>INMA</sub>). El proceso de validación del CFA<sub>INMA</sub> fue publicado de forma completa en el “*Nutrition Journal*” en el año 2013 (Vioque *et al.*, 2013). De forma resumida podemos indicar que la metodología y los resultados obtenidos en el proceso para su validación fue la siguiente (Vioque *et al.* 2013):

El CFA<sub>INMA</sub> fue completado por 740 mujeres embarazadas en las semanas 12 y 32 de gestación, para establecer su reproducibilidad. Además todas las participantes entregaron una muestra de sangre para la validación del CFA<sub>INMA</sub>. Los resultados mostraron que el CFA<sub>INMA</sub> era válido y reproducible. Se obtuvieron coeficientes de

correlación para la reproducibilidad del CFA para los principales grupos de alimentos ( $r = 0.51$ ) y nutrientes ( $r = 0.61$ ), pero no para el licopeno ( $r = 0.06$ ). En cuanto a la validez, se encontró una correlación estadísticamente significativa para la vitamina C ( $r = 0.18$ ),  $\alpha$ -caroteno ( $r = 0.32$ ),  $\beta$ -caroteno ( $r = 0.22$ ), luteína-zeaxantina ( $r = 0.29$ ) y  $\beta$ -criptoxantina ( $r = 0.26$ ). No se halló una correlación estadísticamente significativa para el retinol, licopeno,  $\alpha$ -tocoferol, vitamina B<sub>12</sub> y ácido fólico ( $r \leq 0.12$ ). Todos los nutrientes y grupos de alimentos fueron ajustados energéticamente usando el método de ajuste por residuales, además de la inclusión en los análisis de numerosos factores de confusión como el IMC, la clase social, la ingesta de alcohol, la ingesta del nutriente y la cantidad de colesterol en sangre para la medida de la concentración de carotenoides y vitamina E.

### **I.1.6. El estudio de los patrones de consumo de alimentos**

Muchos autores han incorporado en sus estudios nutricionales el análisis de la relación entre patrones dietéticos y diferentes enfermedades, condiciones o variables demográficas. El estudio de los patrones de consumo de alimentos presenta como atractivo principal el análisis dietético de los alimentos en su conjunto. De esta manera pueden apreciarse posibles efectos sinérgicos del consumo combinado de alimentos y/o relaciones complejas entre los distintos nutrientes. Otra de las ventajas, es que este tipo de análisis se acerca más a la realidad, ya que los alimentos no se consumen de forma aislada sino que muchos tipos de alimentos y nutrientes se consumen a la vez a lo largo del día. Además, algunos estudios de patrones dietéticos han observado una asociación entre éstos y algunas enfermedades como es el caso del Parkinson, no hallándose una relación estudiando la ingesta de nutrientes específicos (Gao *et al.*, 2007). La identificación de patrones dietéticos puede ser útil al sintetizar el efecto de confusión de la dieta en otros análisis. Por ejemplo, en un estudio de asociación entre la actividad física y una determinada enfermedad, se puede tener la certeza de que existe un sesgo a causa de la dieta. Llevar a cabo un análisis estadístico en el que se tenga en cuenta el efecto confusor de las variables que representan patrones dietéticos, puede proporcionar una buena herramienta para evitar una posible interpretación errónea de nuestros datos. Así, llegaremos controlar globalmente el efecto de confusión producido por la dieta en nuestro estudio de asociación (Willett 2013a).

Por otro lado, el estudio de la dieta en su conjunto y su relación con distintas patologías tiene sus limitaciones. La identificación de patrones dietéticos, aunque se base en técnicas estadísticas, tiene un componente subjetivo referente a la interpretación de las agrupaciones identificadas. Otra de sus limitaciones, es que pueden llegar a dar una serie recomendaciones dietéticas que no podrían ser las más adecuadas o efectivas. Este es el caso de que para una determinada patología un nutriente específico constituya un factor de riesgo, por ejemplo, la asociación entre colesterol y aterosclerosis. Si el nutriente no se encuentra diferenciado en los distintos patrones dietéticos identificados no hallará ninguna asociación significativa clara al verse enmascarada su posible asociación por formar parte de un conjunto más amplio, el patrón dietético. Además, se debe ser extremadamente cuidadoso a la hora de definir los grupos de alimentos de los que se parte a la hora de extraer o diferenciar del

conjunto de datos los principales patrones de consumo de alimentos. En general, a partir de un cuestionario de frecuencia alimentaria o un registro dietético se obtiene la frecuencia con la que cada alimento es ingerido. Debido a cuestiones técnicas, se ha de reducir el número de alimentos y/o ítems alimenticios que de los que se parte en el análisis estadístico, haciendo agrupaciones de alimentos. Un número elevado de agrupaciones de alimentos, que cumplen el papel de variables independientes, daría como resultado que dichas variables explicaran de forma aislada muy poco de la varianza hallada en nuestra muestra, siendo la identificación de un patrón de consumo de alimentos una tarea enormemente compleja.

Probablemente, la aproximación más acertada en los estudios de asociación entre dieta y enfermedad sea la combinación del análisis a nivel de nutrientes y alimentos (Willett 2013a). La reproducibilidad y validez de los patrones dietéticos ha sido comprobada a través biomarcadores en plasma sanguíneo (Millet *et al.*, 2001) y su correlación con distintos métodos de evaluación de la dieta (Hu *et al.*, 1999).

### **I.1.6. 1. Los métodos de identificación de patrones dietéticos**

Existen dos formas generales de estudiar la dieta en su totalidad. Una aproximación es el estudio de los patrones dietéticos “a priori” mientras que la otra opción es la identificación de patrones dietéticos “a posteriori”.

En la aproximación “a priori” se establecen unos patrones dietéticos determinados y se estudia cuanto de este patrón predefinido difiere el consumo de los distintos sujetos. Básicamente, consiste en diseñar un índice de calidad de la dieta fundamentado en la evidencia científica disponible.

En la aproximación “a posteriori” se identifican patrones o similitudes en la ingesta dietética de diferentes individuos mediante técnicas estadísticas y con una validez interna y reproducibilidad contrastada. Los principales métodos utilizados en esta opción son el análisis factorial y el análisis de conglomerados. En principio, estos métodos pueden usar alimentos o nutrientes, o una combinación de ambos como variables independientes (Willett 2013a). Los datos primarios de la ingesta alimentaria son a menudo reducidos a unos grupos de alimentos, de 20 a 40, con características nutricionales similares. Además las variables “alimentos” o “nutrientes” pueden ser transformadas para que sigan una distribución normal y/o ser ajustados por la ingesta energética antes de su uso en dichos análisis (Willett 2013a).

### **I.1.6. 2. Análisis Factorial**

El análisis factorial, a través del método de análisis de componentes principales, extrae uno o más factores que al estar basados en los grupos de alimentos que son consumidos con una frecuencia parecida en los sujetos que componen una muestra, pueden denominarse patrones dietéticos. Los factores resultantes vienen caracterizados por una matriz de la estructura factorial o matriz de componentes. En ella, cada uno de los coeficientes representados indica si el patrón dietético o factor identificado se encuentra más o menos representado por cada variable o grupo de alimentos. Un signo positivo del coeficiente muestra que la presencia de este grupo de alimentos es una característica del patrón dietético. Además, un mayor o menor valor absoluto del coeficiente indica que la presencia o ausencia (según su signo) de un determinado grupo de alimentos define en mayor o menor medida a ese patrón dietético

respectivamente. Habitualmente los coeficientes con un valor absoluto menor de 0.20 se suprime de las tablas o figuras para facilitar la interpretación, ya que se consideran que no aportan información suficiente. Tomemos como ejemplo el estudio prospectivo llevado a cabo por Frank B Hu y colaboradores sobre patrones dietéticos y riesgo de enfermedad coronaria en hombres (Hu 2000). En este estudio, se formaron 40 grupos de alimentos a partir de la información recolectada a través de un cuestionario de frecuencia alimentaria de 131 ítems. Se identificó utilizando análisis factorial dos patrones dietéticos: dieta prudente y dieta occidental. El patrón dietético prudente se caracterizaba por un mayor consumo de: verduras, legumbres, cereales integrales, fruta, pescado y aves de corral. El segundo factor o patrón dietético occidental presentó un mayor consumo de carne roja, carne procesada, cereales refinados, dulces y postres, patatas fritas y productos lácteos altos en grasa (Tabla 15). Los valores absolutos  $< 0.30$  han sido omitidos para simplificar la tabla. Los factores o patrones dietéticos identificados y calculados, mediante regresión lineal, el método de Bartlett o el método de Anderson-Rubin, constituyen una variable continua tomando para cada sujeto un valor relacionado con su menor o mayor afinidad a estos factores según su frecuencia de consumo de alimentos. El número de factores identificados debe ser elegido a juicio del propio investigador.

Éste es uno de sus mayores inconvenientes ya que aunque se suelen seguir una serie de criterios previos a la toma de esta decisión. Uno de estos criterios es que se seleccionen factores ortogonales, es decir, factores que no estén relacionados entre sí para evitar posibles dificultades en el análisis de los datos. Para ello, se utiliza la rotación “Varimax”. El primer factor identificado a través del análisis factorial explica la mayor cantidad de variación de las variables incluidas en el análisis, el segundo explica la siguiente mayor cantidad de varianza y así sucesivamente (Willett 2013a). Por ello, otro de los criterios para determinar el número de componentes del análisis factorial, es limitar la selección al número de factores con un tamaño de los autovalores determinado o, lo que es equivalente, con una proporción de la varianza explicada concreta. Para esta decisión ayuda la información gráfica que aporta el gráfico de sedimentación. Otra de las reglas es la propia interpretabilidad de los factores, al carecer de sentido extraer del conjunto de datos una pauta que no podemos identificar como un

Tabla 15. Matriz de coeficientes de los principales factores (patrones dietéticos) identificados en “Health Professionals Follow-up Study” en 1986. Adaptado de Hu *et al.* 2000.

Alimento o grupo de alimentos	Factor 1	Factor 2
	(Patrón dietético Prudente)	(Patrón dietético Occidental)
Otras verduras	0.75	-
Verduras de hojas verdes	0.64	-
Verduras oscuras o amarillas	0.63	-
Verduras crucíferas	0.63	-
Legumbres	0.61	-
Fruta	0.57	-
Tomates	0.56	-
Pescado	0.51	-
Ajo	0.42	-
Aves de corral	0.36	-
Cereales integrales	0.35	-
Carne roja	-	0.63
Carne procesada	-	0.59
Cereales refinados	-	0.49
Dulces y postres	-	0.47
Patatas fritas	-	0.46
Productos lácteos altos en grasa	-	0.45
Huevos	-	0.39
Refrescos azucarados	-	0.38
Aperitivos (Snacks)	-	0.37
Condimentos	-	0.36
Margarina	-	0.34
Patatas	-	0.33
Mantequilla	-	0.31

comportamiento de los sujetos a la hora de elegir su ingesta dietética. Generalmente podemos obtener una buena interpretación del patrón dietético seguido por los sujetos de una muestra extrayendo de 2 a 4 factores. En el ejemplo anterior Hu expone como razones para seleccionar 2 factores que:

- Los factores finalmente considerados tengan un autovalor mayor a 1
- El gráfico de sedimentación
- La interpretabilidad de los factores

Al definir los factores se calcula para cada individuo la puntuación correspondiente a cada factor. Dicha puntuación viene dada por la resolución de las ecuaciones lineales (tantas como factores) definidas por el valor de cada variable en cada sujeto y su coeficiente ponderado correspondiente. Una puntuación de cero se corresponde con una puntuación factorial igual a la media, mientras que una puntuación positiva o negativa se corresponde con puntuaciones mayores o menores que la media, respectivamente.

Una vez que se ha calculado para cada persona las puntuaciones referentes a cada factor o patrón dietético, se puede analizar su relación con la enfermedad o condición. Los factores pueden ser analizados cada vez uno de ellos en relación con la enfermedad, o pueden combinarse, por ejemplo, mediante clasificación cruzada de los sujetos teniendo en cuenta los dos factores (Willett 2013a).

### **I.1.6. 3. Análisis de Conglomerados**

El análisis de conglomerados o análisis clúster es una técnica estadística multivariante que también puede ser utilizada para identificar patrones dietéticos. En este método de análisis se parte de casos individuales que se van agrupando hasta formar unos grupos o conglomerados de características homogéneas. Para llegar a la formación de los clústers, generalmente, el programa estadístico selecciona los casos más distantes o diferentes entre sí y calcula los que se denomina centroide. El siguiente paso es asignar de forma secuencial cada uno de los casos al grupo o clúster que más se parece. Según se van incorporando casos o sujetos a uno de los clústers el centroide es recalculado. Esta técnica trata de maximizar las diferencias entre conglomerados o clústers. Cada sujeto es asignado a uno de los conglomerados constituyéndose así una variable categórica. Una vez que los conglomerados se encuentran definidos se hallan los valores medios de cada variable en cada uno de los conglomerados para caracterizar los patrones dietéticos correspondientes a cada una de las categorías definidas por la nueva variable creada. Tras haber identificado los distintos patrones se puede evaluar su relación con otra variable, por ejemplo una enfermedad, eligiendo una de las categorías como categoría de referencia y calculando los riesgos relativos para los otros tipos de clústers o categorías (Willett 2013a).

#### **I.1.6. 4. Índices de calidad alimentaria**

A partir de la recopilación de la evidencia científica disponible sobre alimentación y su relación con la salud se puede calcular un índice que evalúe globalmente la calidad de la dieta. Estos índices sirven como patrón estándar y para caracterizar los patrones dietéticos de la población determinando el grado de adherencia al patrón estándar.

Dentro de esta aproximación cabe destacar el Índice de Alimentación Saludable (Healthy Eating Index, HEI), diseñado a partir de las guías dietéticas para los americanos, y el Índice de Dieta Mediterránea (Mediterranean dietary Index, aMED) diseñado a partir de las características propias de este tipo de dieta.

##### **I.1.6. 4. 1. Índice de Alimentación saludable (HEI)**

El índice de alimentación saludable (HEI) fue creado en 1995 por Kennedy y colaboradores (Kennedy *et al.*, 1995). Este índice fue desarrollado basándose en sistema de 10 componentes:

- cinco grupos de alimentos
- cuatro nutrientes
- Una medida de la variedad de la dieta.

Cada uno de estos 10 componentes toma una puntuación de 0 a 10, siendo la puntuación total para este índice de 100 puntos (Kennedy *et al.*, 1995) (Tabla 16). Posteriormente, fue creado el índice alternativo de alimentación saludable (“Alternative Healthy Eating Index, AHEI”), debido a que el índice original no era efectivo para estudiar la asociación con enfermedades crónicas (Mc Cullough *et al.*, 2002) (Tabla 17). Esta versión resulta más específica para predecir enfermedades crónicas ya que tiene en cuenta el tipo de grasas, el tipo de carbohidratos y las fuentes de proteínas (Willett 2013a). Por otro lado, el índice de alimentación saludable (HEI) fue originalmente diseñado a partir de datos procedentes de registros de alimentos y recuerdos de 24 horas, otorgando la puntuación para el componente de la variedad de la dieta en función del número de alimentos diferentes consumidos durante un período de 3 días. Sin embargo, en epidemiología nutricional está más extendido el uso de Cuestionarios de

Frecuencia Alimentaria. Por ello, Willett y colaboradores propusieron que, cuando se usan cuestionarios de frecuencia alimentaria, la variedad de la dieta se calcule por el número diferente de ítems alimentarios del cuestionario consumidos con una frecuencia superior a una ración mensual (Royo Bordonada 2007). La alta correlación encontrada entre el índice de alimentación saludable mediante recuerdos de 24 horas y dicho índice obtenido a partir de cuestionarios de frecuencia alimentaria, indica que la estimación de este índice a partir de los cuestionarios de frecuencia alimentaria es correcta (Royo Bordonada 2007).

Los índices de alimentación saludable (HEI y AHEI) se han utilizado en múltiples estudios para evaluar la asociación entre el grado de adherencia a una dieta saludable y diferentes patologías como depresión (Kuczmarski *et al.*, 2010) y cáncer (Bosire *et al.*, 2013, García-Arenzana *et al.*, 2012). Estos han sido adaptados a la idiosincrasia de distintos países (Pinheiro & Atalah, 2005) entre los que se encuentra España (Norte & Ortiz, 2011) (Tabla 18).

#### **I.1.6. 4. 2. Índice de la Dieta Mediterránea (MED)**

Uno de los índices ampliamente utilizado es el índice de la Dieta Mediterránea. Este índice fue utilizado por primera vez por investigadores griegos (Trichopoulou *et al.*, 1995). Se usaron los grupos recomendados por Davidson y Passmore para crear un índice. No obstante se introdujeron algunas modificaciones, ya que combinaron las batatas con los cereales y no consideraron el grupo de los azúcares y siropes por su baja implicación en la salud general (Trichopoulou *et al.*, 1995). Se añadió para el computo de este índice información sobre la razón o ratio de grasas monoinsaturadas y saturadas, y el consumo moderado de alcohol. Así, este índice define las características de la dieta mediterránea, que se caracterizaría por una alta ingesta de productos de origen vegetal (frutas, verduras, cereales, patatas, frutos secos), escasez de carnes rojas y procesadas, la el aceite de oliva como la principal fuente de grasa, ingesta de pollo en cantidades moderadas, una baja ingesta de productos lácteos, y el consumo habitual y moderado de vino en las comidas. En 2003 el mismo grupo de investigación publicó un trabajo en el que se revisaba y modificaba ligeramente este índice para incluir el consumo de pescado (Trichopoulou *et al.*, 2003), momento desde el cual se denominó Índice alternativo de Dieta Mediterránea (alternate Mediterranean Diet Score, aMED) (Tabla

19). Para el cálculo de este índice se toma como referencia, para todos los grupos de alimentos, el valor correspondiente a la mediana de consumo. Este tipo de dieta tendría, sobre la base de la evidencia científica disponible entonces, la mayoría de los componentes de una dieta saludable, mientras que una dieta con una menor cantidad de algunos de los elementos definidos en ella sería, necesariamente, menos beneficiosa para la salud (Trichopoulou *et al.*, 1995). Si la ingesta diaria de los sujetos está por encima de la mediana de la muestra para cada una de las nueve variables definidas, se suma un punto para el cálculo del Índice de la Dieta Mediterránea. La excepción es el grupo de las carnes, en el que se sumaría un punto en el cómputo global si la ingesta individual estuviese por debajo de la mediana de la población. La puntuación total del Índice alternativo de Dieta Mediterránea varía, por tanto, entre 0 (mínima adherencia a la dieta mediterránea tradicional) y 9 (máxima adherencia).

El índice ha sido utilizado en estudios epidemiológicos, y se han documentado algunas evidencias epidemiológicas directas sobre los efectos beneficiosos de la dieta mediterránea. Así, una mayor adherencia a la dieta mediterránea parece aumentar la esperanza de vida (Trichopoulou *et al.*, 2003), y disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Hoevenaar-Blom *et al.*, 2012, Misirli *et al.*, 2012, Fung *et al.*, 2005) y de cáncer (Dixon *et al.*, 2007, García-Arenzana *et al.*, 2012), entre otras.

Tabla 16. Criterio para calcular el Índice de Dieta Saludable (Healthy Eating Index, HEI). Reproducido de Fung *et al.*, 2005.

Componente	Alimentos incluidos	Criterio		Puntuación
		< 50 años	>50 años	
Cereales	Cereales cocinados y fríos, barra de pan, pan de molde, arroz, pasta, pizza, tortitas, tarta, tostas, galletas, otros cereales, brownies, donuts, pasteles, bollos, salvado, germen de trigo, sopa	9.1 raciones/día	7.4 raciones/día	10; 1 punto menos por cada 10% menos que la ingesta requerida para la puntuación total
Verduras	Todas las verduras, productos derivados del tomate, pizza, crema de verdura, productos derivados de la patata	4.2 raciones/día	3.5 raciones/día	Ídem
Fruta	Frutas, zumos de frutas, pasteles	3.2 raciones/día	2.5 raciones/día	Ídem
Leche	Leche, helados, sorbetes, yogurt, quesos, pizza, patatas, chocolate, caramelos de chocolate, cremas	2.0 raciones/día	2.0 raciones/día	Ídem
Carne	Huevos, pollo, carne procesada, carne roja, hígado y vísceras, marisco, pescado, frutos secos, cacahuets, mantequilla de cacahuete, tofu, leche de soja, legumbres, cremas	2.4 raciones/día	2.2 raciones/día	Ídem
Grasa total	—	≤ 30% ingesta energética	≤ 30% ingesta energética	10
		31-44% ingesta energética	31-44% ingesta energética	5
		≥ 45% ingesta energética	≥ 45% ingesta energética	0
Grasa saturada	—	≤ 10% ingesta energética	≤ 10 % ingesta energética	10
		11-14% ingesta energética	11-14 % ingesta energética	5
		≥ 15 % ingesta energética	≥ 15 % ingesta energética	0
Colesterol	—	< 300 mg	< 300 mg	10
		301-449 mg	301-449 mg	5
		≥ 450 mg	≥ 450 mg	0
Sodio	—	≤ 2400 mg	≤ 2400 mg	
Variedad	—	10% por encima de la suma de alimentos aislados		10; 1 punto menos por cada 10% menos que la ingesta requerida para la puntuación total

Tabla 17. Criterio para calcular el Índice alternativo de Dieta Saludable (Healthy Eating Index, AHEI).

Componente	Alimentos incluidos	Criterio	Puntuación
Verduras	Todas las verduras, productos derivados del tomate, pizza (no incluye patatas)	5 raciones/día	10; 1 punto menos por cada 10% menos que la ingesta requerida para la puntuación total
Frutas	Todas las frutas y zumos de frutas	4 raciones/día	Ídem
Frutos secos y soja	Frutos secos, cacahuetes, mantequilla de cacahuete, tofu, leche de soja	1 raciones/día	Ídem
Razón carne blanca/ Carne roja	Carne blanca: pollo, marisco y pescado Carne roja: carne procesada, carne roja, hígado y vísceras	4 raciones/día	Ídem
Fibra	—	15 g/ día	Ídem
Grasas trans	—	≤ 0.5% de la ingesta energética	10
	—	> 0.5 pero < 4% de la ingesta energética	1 punto menos por cada 10% de incremento dentro de este rango
	—	≥ 4	0
Razón grasas poliinsaturadas/ saturadas	—	≥ 1	1 punto menos por cada 10% menos que la ingesta requerida para la puntuación total
Uso de complejos vitamínicos	—	≥ 5 años	7.5 puntos para ≥ 5 años si el uso es regular
			Otro uso 2.5 puntos
Alcohol	Vino blanco y rojo, cerveza, cerveza light, licores	Hombres: 1.5 - 2.5 raciones/día	10
		Mujeres: : 0.5 - 1.5 raciones/día	10
		Ingesta < "Ideal"	1 punto menos por cada 10% menos que la ingesta ideal
		Ingesta > "Ideal"	1 punto menos por cada 10% sobre la ingesta requerida para la puntuación total
		Hombres: 0 ó > 3.5 raciones/día	0
		Mujeres: 0 ó > 2.5 raciones/día	0

Reproducido de Fung *et al.*, 2005

Tabla 18. Criterios para definir la puntuación de cada variable del Índice de Alimentación Saludable.

Variables	Criterios para puntuación máxima de 10	Criterios para puntuación de 7.5	Criterios para puntuación de 5	Criterios para puntuación de 2.5	Criterios para puntuación mínima de 0
<b>Consumo diario</b>					
1. Cereales y derivados	Consumo diario	3 o más veces a la semana	1 ó 2 veces a la semana	Menos de una a la semana	Nunca o casi nunca
2. Verduras y hortalizas	Consumo diario	3 o más veces a la semana	1 ó 2 veces a la semana	Menos de una a la semana	Nunca o casi nunca
3. Frutas	Consumo diario	3 o más veces a la semana	1 ó 2 veces a la semana	Menos de una a la semana	Nunca o casi nunca
4. Lechas y derivados	Consumo diario	3 o más veces a la semana	1 ó 2 veces a la semana	Menos de una a la semana	Nunca o casi nunca
<b>Consumo semanal</b>					
5. Carnes	1 ó 2 veces a la semana	3 o más veces a la semana	Menos de una a la semana	Consumo diario	Nunca o casi nunca
6. Legumbres	1 ó 2 veces a la semana	3 o más veces a la semana	Menos de una a la semana	Consumo diario	Nunca o casi nunca
<b>Consumo ocasional</b>					
7. Embutidos y fiambres	Nunca o casi nunca	Menos de una a la semana	1 ó 2 veces a la semana	3 o más veces a la semana	Consumo diario
8. Dulces	Nunca o casi nunca	Menos de una a la semana	1 ó 2 veces a la semana	3 o más veces a la semana	Consumo diario
9. Refrescos con azúcar	Nunca o casi nunca	Menos de una a la semana	1 ó 2 veces a la semana	3 o más veces a la semana	Consumo diario
10. Variedad	2 puntos si cumple cada una de las recomendaciones diarias, 1 punto si cumple cada una de las recomendaciones semanales				

Reproducido de Norte &amp; Ortiz, 2011.

Tabla 19. Índice alternativo de Dieta Mediterránea (Alternate Mediterranean Diet Score, aMED).

Grupo de alimentos	Alimentos incluidos	Criterio para 1 punto <sup>a</sup>
Verduras	Todas las verduras excepto patatas	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Legumbres	Tofu, legumbres, guisantes, judías verdes	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Frutas	Todas las frutas y zumos	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Frutos secos	Frutos secos, mantequilla de cacahuete	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Cereales integrales	Cereales de desayuno integrales, cereales cocinados, tostas, pan integral, arroz integral, otros cereales, germen de trigo, salvado, palomitas	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Carne roja y procesada	Perritos calientes, beicon, hamburguesa, ternera, fiambre	Menor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Pescado	Pescado, marisco, pescado rebozado	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Razón grasas monoinsaturadas/saturadas	—	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Etanol	Vino, cerveza, cerveza “light”, licor	5-25 g/ día

<sup>a</sup>. 0 puntos si no se cumple el criterio.

Reproducido de Fung *et al.*, 2005

### **I.1. 7. La influencia de la ingesta energética en los análisis epidemiológicos**

La ingesta energética es un aspecto clave que tiene que ser considerado en los estudios de epidemiología nutricional. Es importante por dos grupos de motivos distintos. Por un lado, el nivel de ingesta calórica en sí puede estar relacionado directamente con la enfermedad, por tanto debe ser considerado en los análisis epidemiológicos. Por otro lado, el consumo total en términos absolutos de cualquier nutriente depende de la cantidad total de la dieta, esto es de la ingesta energética. Por tanto, para poder aislar y estudiar de forma independiente la relación entre la calidad o composición de la dieta y la salud o enfermedad es necesario considerar el nivel de ingesta global del individuo. Esto es, la ingesta energética en los estudios epidemiológicos es también una variable de confusión. El efecto confusor en los análisis consistiría en atribuir diferencias entre individuos en la ingesta de nutrientes que no son debidas a una calidad de la dieta distinta sino que sería consecuencia de una ingesta energética total diferente (Willett 2013c).

Existen cuatro métodos para ajustar por consumo de energía: ajuste energético o método de los residuales (residual method), método multivariante estándar (standard multivariate method), método de la partición de energía (energy partition method) y modelo multivariante de densidad de nutrientes (multivariate nutrient density model) (Willett 2013c). Los cuatro métodos son capaces de eliminar el efecto de la ingesta de energía para estudiar asociaciones entre nutrientes y enfermedad. La selección de estos métodos es importante porque todos ellos tienen ventajas e inconvenientes y diferente interpretación biológica.

#### ***Ajuste energético o método de los residuales***

En este método la ingesta del nutriente se transforma en los valores residuales que se obtienen del modelo de regresión (López García 2012):

$$\text{Ingesta nutriente} = a + \text{ingesta de energía total}$$

La diferencia entre el valor observado y el valor pronosticado por la recta de regresión es el residuo. Por definición, los residuales de un nutriente proporcionan una medida de la ingesta de dicho nutriente incorrelacionada con la ingesta total de energía (Willett

2013c). Como existirán residuales positivos y negativos, se suele añadir una constante para conseguir tener valores con significado biológico. Como constante “a” puede utilizarse el valor de la ingesta energética media de la población de estudio o una ingesta energética “tipo”. El modelo final tendría la siguiente forma:

$$\text{Enfermedad} = a + b \text{ residual del nutriente}$$

El coeficiente “b” representa el efecto de incrementar la ingesta del nutriente una unidad, en condiciones similares de ingesta energética total (López García 2012). Se puede añadir a esta ecuación el término “+ c energía”, en el que el coeficiente “c” representa el efecto de la energía total en la enfermedad (López García 2012).

### ***Método multivariante estándar***

En este método se incluye en un modelo regresión la ingesta total del nutriente como variable independiente además de otro término correspondiente a la ingesta energética total (Willett 2013c). Se obtendría así, una ecuación del siguiente tipo:

$$\text{Enfermedad} = b \text{ ingesta cruda del nutriente} + c \text{ ingesta energética}$$

### ***Método de la partición de energía***

En este procedimiento se separa en términos de ingesta energética un macronutriente específico, del que se quiere investigar su asociación con la enfermedad, de la ingesta energética aportada por el resto de nutrientes. Este modelo implica que más de un nutriente podría ser añadido a una determinada dieta manteniendo al resto de nutrientes constantes (Willett 2013c). De esta forma, se construiría el siguiente modelo de regresión lineal:

$$\text{Enfermedad} = a + b \text{ energía nutriente 1} + c \text{ energía otros nutrientes}$$

El coeficiente “b” representa el efecto de incrementar la ingesta del macronutriente 1 manteniendo constante la ingesta del resto de nutrientes. El uso de este modelo está restringido a nutrientes que contribuyen de forma relevante a la ingesta total de energía (López García 2012).

### ***Ajuste por densidad de nutrientes***

En este caso las variables independientes son la densidad del nutriente (ingesta energética del nutriente/ ingesta energética total) y la ingesta energética total.

$$\text{Enfermedad} = a + b (\text{ingesta nutriente} / \text{energía}) + c \text{ energía}$$

La interpretación de “b” es el efecto en la enfermedad producido al incrementarse un 1% la energía procedente del nutriente estudiado, en comparación con el mismo equivalente de energía procedente de los carbohidratos, independientemente de la energía total (López García 2012). Este método es muy útil porque b tiene un significado fácilmente entendible. Resulta muy adecuado cuando el tamaño corporal (o la ingesta energética) es muy diferente entre los individuos del estudio (López García 2012).

## **I.2. Calidad seminal**

### **I.2.1. El aparato reproductor masculino**

El aparato reproductor masculino permite al hombre producir gametos que permiten la fecundación del óvulo. Dentro del aparato reproductor podemos diferenciar distintos órganos con funciones diferentes. Las gónadas o testículos producen los espermatozoides y además, secretan distintas hormonas sexuales. Los túbulos rectos, el conducto eferente, el epidídimo, las vesículas seminales y el conducto deferente, entre otros, cumplen las funciones de almacenar y transportar los gametos masculinos. Las vesículas seminales, la próstata y las glándulas de Cowper producen sustancias que protegen a los espermatozoides y facilitan su movimiento. Por último, el pene es una estructura de sostén que ayuda a la liberación conducida de los espermatozoides con la finalidad de que se produzca la fecundación del óvulo.

Las partes fundamentales del órgano reproductor masculino relacionadas con la calidad seminal son los testículos y la estructura de sostén de los testículos, el escroto.

#### **I.2.1. 2. El testículo**

Los testículos son glándulas pares ovales ubicadas en el escroto. En los testículos encontramos dos capas: la túnica vaginal y la túnica albugínea.

La túnica vaginal es una capa serosa derivada del peritoneo que cubre los testículos parcialmente. Por dentro, la túnica vaginal se encuentra la túnica albugínea, una cápsula fibrosa blanca. La túnica albugínea forma de unos 200 a 300 compartimentos internos o lóbulos. Cada uno de estos lóbulos contiene de uno a tres túbulos seminíferos donde se producen los espermatozoides. Una vez que los espermatozoides se han formado, son almacenados en el epidídimo para ser expulsados a través de los vasos deferentes (Figura 3). La pared del epidídimo está formada por músculo liso que se contraen y llevan a los espermatozoides a través de la uretra prostática. Ahí, el esperma se mezcla con las secreciones de las glándulas accesorias incluida la próstata, las vesículas seminales y la glándula bulbouretral (de Krester *et al.*,

1998; Elzanaty *et al.*, 2002).

La espermatogénesis es la producción de gametos, mientras que la esteroidogénesis es la serie de reacciones enzimáticas que permite la producción de las hormonas sexuales. Como ya hemos indicado, la espermatogénesis tiene lugar en el compartimento tubular, mientras que la esteroidogénesis sucede en el compartimento intersticial. Ambos compartimentos (tubular e intersticial), están interconectados. El compartimento tubular contiene a las células de Sertoli y las células propias del compartimento intersticial son las células de Leydig.

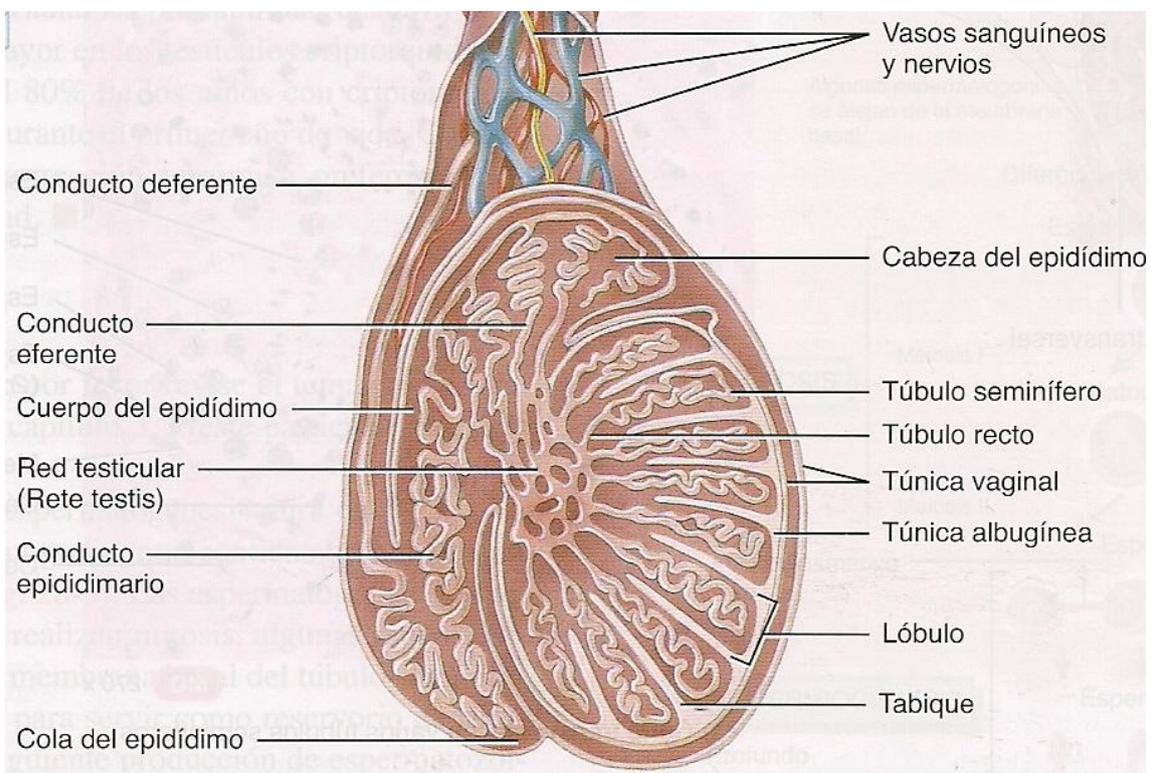


Figura 3. Sección transversal de un testículo. Reproducido de Tortora & Derrickson, 2006.

### I.2.1. 3. Células de Sertoli

Las células de Sertoli ocupan gran parte del compartimento tubular, o de los túbulos seminíferos, y tienen importantes funciones en la espermatogénesis. Su principal función es nutrir el desarrollo de las células germinales en las diferentes etapas de la espermatogénesis (Johnson *et al.*, 1998). Las células de Sertoli, reguladas por la glándula pituitaria, también envían señales que inician la espermatogénesis y continúan el desarrollo espermático. Además de controlar la espermatogénesis, las células de Sertoli segregan sustancias acuosas para ayudar al transporte de los espermatozoides. Las células de Sertoli dividen los túbulos seminíferos en una zona basal y en una zona más cercana a la luz del túbulo seminífero. Por dentro de la membrana basal y las espermatogonias, uniones estrechas interconectan las células de Sertoli vecinas. Estas uniones forman una malla conocida como la barrera hematotesticular.

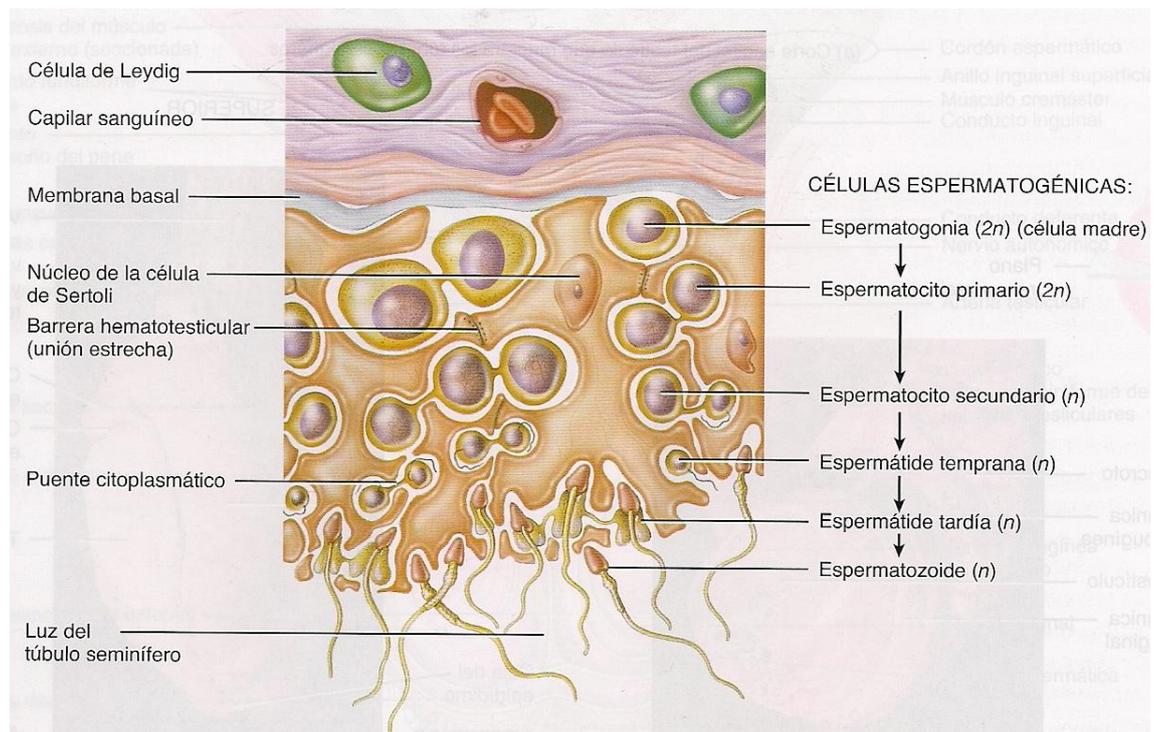


Figura 4. Sección transversal de una porción de un túbulo seminífero. Reproducido de Tortora & Derrickson, 2006.

Las sustancias deben primero atravesar primero las células de Sertoli para alcanzar los espermatozoides en desarrollo, aislando a estos de la sangre y evitando una respuesta

inmunológica contra éstos. En la zona basal, las espermatogonias dan lugar a los espermatocitos primarios. Durante los pasos sucesivos de la espermatogénesis las células que darán lugar a los espermatozoides van aproximándose a la luz del túbulo seminífero (Figura 4). Las células de Sertoli secretan la hormona inhibina y median los efectos de la testosterona y FSH (hormona foliculoestimulante)

#### I.2.1. 4. Células de Leydig

Las células de Leydig se encuentran en el intersticio que separa a dos túbulos seminíferos adyacentes. (Figura 5). La secreción de andrógenos, incluida la testosterona (hormona principal masculina) es producida por las células de Leydig principalmente (Akhmerova *et al.*, 2006). La LH (hormona luteinizante) es secretada por la glándula pituitaria y estimula a las células de Leydig a producir testosterona, la cual se acumula en los túbulos seminíferos y el compartimento intersticial.

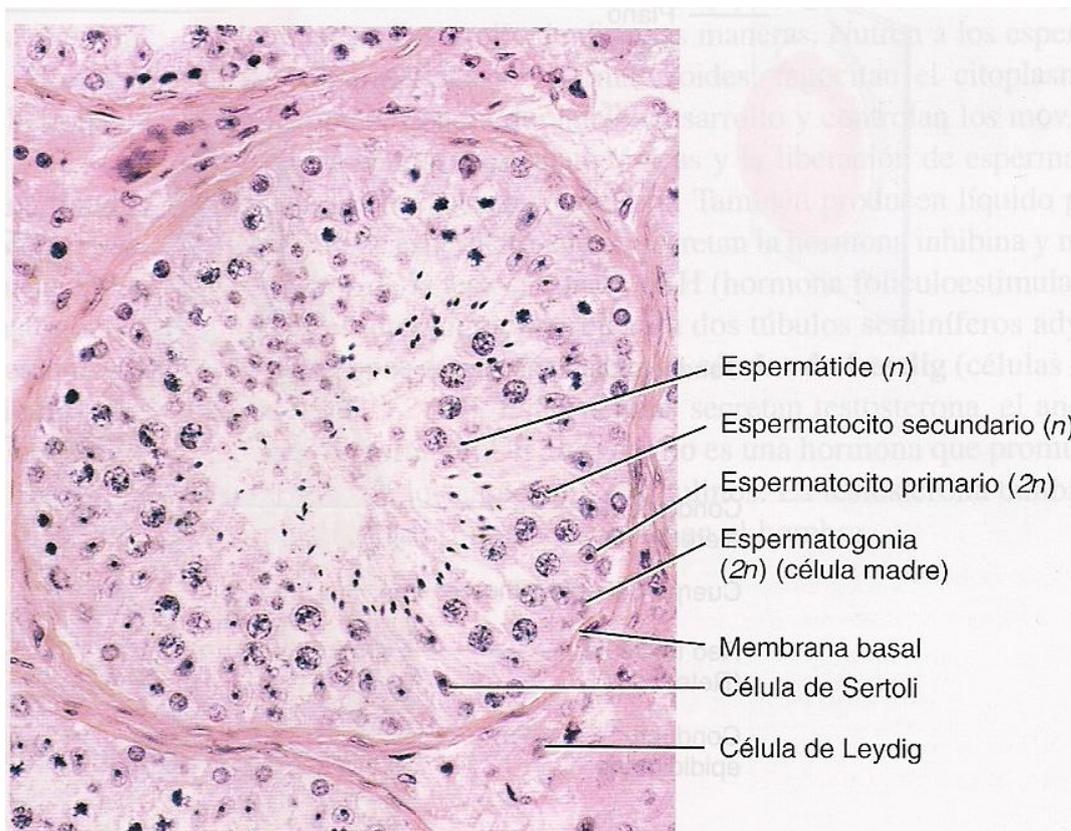


Figura 5. Corte transversal de varios túbulos seminíferos. Reproducido de Tortora & Derrickson, 2006.

### **I.2.1. 5. Escroto**

El escroto, del latín “scrotum” bolsa de piel, es la estructura que sostiene los testículos. Está compuesto por una serie de envolturas, dos de las cuales son musculares. Desde la parte más interna a la más externa nos encontramos con:

1. Túnica vaginal del testículo
2. Túnica fibrosa
3. Músculo cremáster
4. Fascia de Cooper
5. Músculo dartos
6. Piel

Exteriormente, el escroto se ve como una única bolsa de piel separada en dos porciones laterales por un surco medio llamado rafe. En el interior, el septo o tabique escrotal divide el escroto en dos sacos, cada uno con un testículo (Tortora & Derrickson, 2006). El músculo dartos se localiza en el septo escrotal, y está compuesto por fibras musculares lisas. La banda de músculo esquelético que es continuación del músculo oblicuo interno del abdomen es el músculo cremáster y se encuentra en el tejido subcutáneo del escroto. La ubicación de los testículos en el escroto (con una temperatura más fría respecto al resto del cuerpo), facilita la producción de espermatozoides viables y maduros (Mieusset & Bujan., 1995). La contracción de las fibras musculares del escroto regula la temperatura de los testículos. La producción normal de espermatozoides requiere una temperatura alrededor de 2-3° C inferior a la temperatura corporal central. Así, esta estructura de sostén externa permite que los espermatozoides se encuentren a una menor temperatura que si estuvieran en la cavidad pélvica. La preservación de la temperatura fisiológica inferior del testículo se basa en dos sistemas de termorregulación: epidérmico y vascular. El primero de ellos, se basa en que el calor puede ser transferido al ambiente externo al testículo, y viceversa. Esto sucede a través de la piel del escroto, ya que no posee ningún tejido graso subcutáneo. Si se produce la relajación del músculo dartos y cremáster, los testículos se alejan del cuerpo y el escroto se encuentre menos distendido favoreciendo disminución de la temperatura en el testículo. Si la temperatura exterior es baja sucede el proceso contrario. El otro sistema de regulación se basa en que la arteria testicular contorneada

está rodeada por varias venas de bobinado rodeando a la arteria varias veces, lo que forma el plexo pampiniforme.

En el caso de un varicocele, causado por una alteración local de la circulación venosa, hay un aumento de temperatura en el escroto. Un aumento en la temperatura testicular puede resultar en un daño a la función espermatogénica del testículo. Sin embargo, si la temperatura testicular está incrementada en la edad adulta, el daño espermatogénico puede ser reversible (Skandhan *et al.*, 2007).

### I.2.1. 6. El espermatozoide

Los espermatozoides son células móviles altamente especializadas, diferenciadas y condensadas, que no pueden dividirse. Tiene una longitud de 60  $\mu\text{m}$  y una anchura de 1  $\mu\text{m}$ , compuesto por una cabeza, un cuello o pieza intermedia, y una cola (Figura 6). La cabeza contiene el material cromosómico para el proceso de fertilización. El núcleo contiene 23 cromosomas muy condensados. La otra parte de la cabeza del espermatozoide, el acrosoma, vesícula rica en enzimas, forma los dos tercios anteriores al núcleo como un casquillo que interviene en la penetración al óvulo. El cuello es la conexión entre la cabeza y la cola. La cola se divide en la pieza principal, media y final. La pieza intermedia contiene el flagelo móvil, rodeado por una vaina de mitocondrias que aportan la energía para el movimiento. Una vez producida la eyaculación, la mayor parte de los espermatozoides no sobreviven más de 48 horas dentro del tracto reproductor femenino.

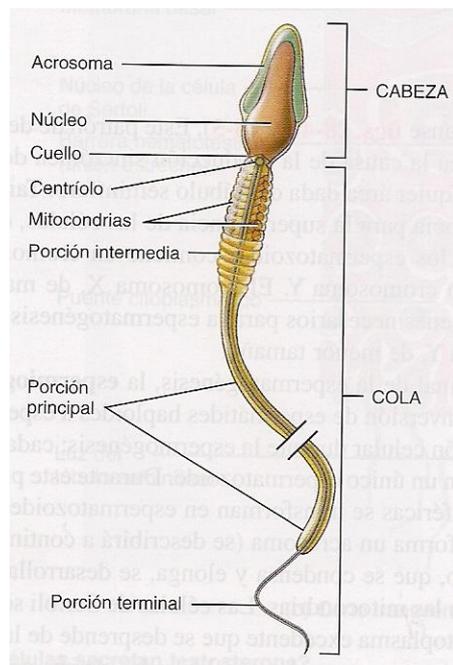


Figura 6. El espermatozoide humano. Reproducido de Tortora & Derrickson, 2006.

## I.2. 2. Fisiología del aparato reproductor masculino

### I.2. 2. 1. Desarrollo de la función testicular

Cada componente del sistema reproductivo masculino, incluidos los testículos, el tracto reproductivo interno, los órganos accesorios, el pene y el cerebro, deben de trabajar satisfactoriamente en las diferentes etapas de la evolución del individuo para asegurar su fertilidad. El desarrollo normal del tracto reproductivo masculino podría dividirse en cinco periodos (fetal, neonatal, infancia, pubertad y edad adulta), definiéndose cada uno de ellos por cambios histológicos, anatómicos y en las actividades hormonales y de los niveles de testosterona (Figura 7) (Woodruff *et al.*, 2010).

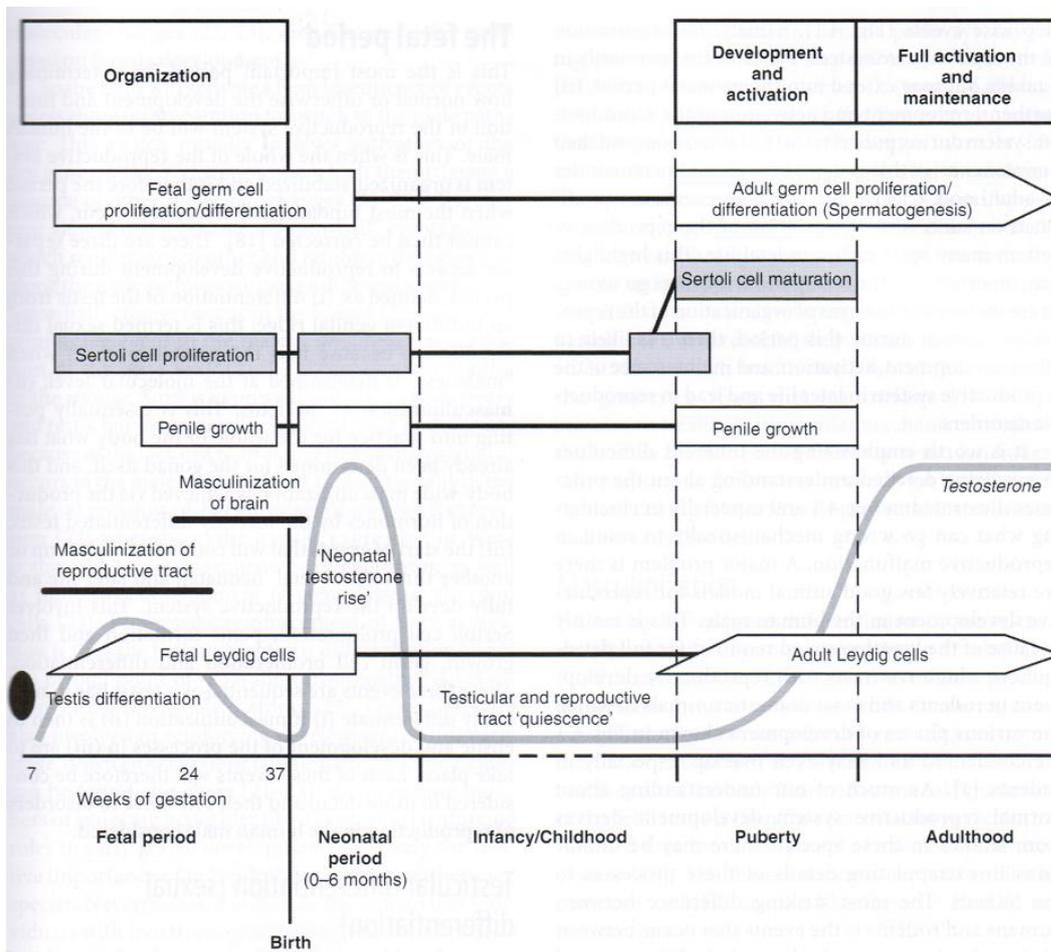


Figura 7. Resumen de los principales eventos del desarrollo reproductivo masculino. Reproducido de Woodruff *et al.*, 2003.

Es importante señalar la importancia y contribución de cada uno de estos periodos para una normal función reproductiva en la edad adulta. Así por ejemplo, el pene crece durante la etapa fetal y neonatal, pero especialmente durante la pubertad (George & Wilson, 1994; Brown *et al.*, 1999). Este crecimiento depende y coincide con altos niveles de testosterona en el cuerpo. Una hipótesis que se viene investigando basada en experiencia clínica, sugiere que es necesaria una actividad androgénica en los tres periodos para confirmar un tamaño normal del pene en el varón, aunque, deficiencias tempranas en el crecimiento podrían ser corregidas durante la pubertad (Bin-Abbas *et al.*, 1999). El proceso de masculinización del tracto reproductivo tiene lugar en etapas fetales tempranas que son anteriores al proceso de maduración cerebral (Cohen-Bendahan *et al.*, 2005; Welsh *et al.*, 2008), indicándonos el dilatado periodo que necesita el cerebro para el desarrollo del complejo proceso de masculinización. El desarrollo de las células germinales se produce en la etapa fetal y en la pubertad, aunque los procesos no son similares en ambos periodos (Gaskell *et al.*, 2004; Mitchell *et al.*, 2008). Existen tres estados principales en el desarrollo del sistema reproductivo masculino. En primer lugar, la organización del sistema reproductivo que comienza en la etapa fetal pero se alarga hasta el periodo neonatal. En segundo lugar, el desarrollo y la activación del sistema reproductivo los cuales se originan en la pubertad. Y finalmente, toda la activación y el mantenimiento del sistema reproductivo que corre a cargo del resto de la edad adulta.

### **Periodo fetal**

Es la etapa más importante en la cual se va a determinar el desarrollo reproductivo que el hombre tendrá en el futuro, así como su función reproductiva. Es el periodo en el cual existe mayor probabilidad de que ocurran fallos ya que el sistema reproductivo comienza a ordenarse y establecerse (Sharpe *et al.*, 2006). Si la organización queda incompleta en este periodo, el desarrollo, la activación y el mantenimiento del sistema reproductivo podrían verse afectados más tardíamente. Durante este periodo se distinguen tres procesos principales la diferenciación testicular o sexual, la masculinización del feto y el desarrollo testicular. La diferenciación testicular o sexual comienza con unos primeros testículos reconocibles a las aproximadamente siete semanas de gestación (Krone *et al.*, 2007). Antes de que esto

ocurra, tanto el feto masculino como el femenino poseen conductos de Müller, conductos de Wolff y tubérculo genital.

En el proceso de masculinización, tiene en primer lugar la diferenciación de las células de Sertoli, lo cual inicia la formación de los testículos (Sharpe *et al.*, 2006). No obstante, el fenotipo masculino no se desarrolla automáticamente. Los testículos diferenciados deben producir tres hormonas, las cuales inducirán la masculinización a través de los órganos reproductivos internos y externos, del cerebro y del resto del cuerpo. Estas hormonas son: la hormona antimulleriana (AMH), el factor similar a la insulina tipo 3 (INSL3) y la testosterona. En las células de Sertoli e inmediatamente después de su diferenciación, se produce la síntesis y secreción de la AMH (Sharpe *et al.*, 2006). Después se transporta a los conductos de Müller, induciendo la regresión de estos. La función de la INSL3 es regular el descenso trans-abdominal y postnatal de los testículos, aunque éste sólo ha sido confirmado en estudios con ratones (Adhamie *et al.*, 2004; Kawamura *et al.*, 2004). La testosterona es la hormona más importante producida en los testículos en la etapa fetal, y principal responsable del proceso de masculinización corporal (Figura 8) (Sharpe *et al.*, 2006). La enzima 5 $\alpha$ -reductasa realiza la conversión de testosterona en DHT. Existen dos tipos de esta enzima. La tipo 1 se expresa en el cerebro y piel principalmente, mientras que la tipo 2 se expresa en el seno y el tubérculo urogenitales (Sultan *et al.*, 2001). La testosterona también se convierte en estradiol por la enzima aromatasa cuando se une a los receptores estrogénicos (ER). Sin embargo, esta conversión es menos importante que la conversión a dihidrotestosterona (DHT) (Schwarz & McCarthy, 2008).

La alteración del proceso de masculinización es relativamente frecuente (Toppari *et al.*, 2001; Boisen *et al.*, 2005). Los desórdenes congénitos más importantes son criptorquidismo (fallo en el descenso de los testículos hasta el escroto) e hipospadia (cuando la apertura de la uretra no se encuentra en el medio del final del pene) (Wang & Baskin, 2008). Ambos están considerados como manifestaciones de lo que se conoce como Síndrome de Disgenesia Testicular (SDT), que incluye desórdenes en adultos tales como recuento espermático bajo y presencia de células testiculares cancerígenas (Skakkæbek *et al.*, 2001). Todos estos desórdenes tienen un origen fetal común que se manifiestan a la hora del nacimiento o bien durante la pubertad.

La ventana programada de la masculinización es un concepto reciente que ha sido

desarrollado en ratones para entender mejor los orígenes fetales de los desórdenes del SDT y el mal funcionamiento de la masculinización (Figura 8) (Welsh *et al.*, 2008).

La masculinización no es un estado que se alcance de forma instantánea, sino el resultado de un largo proceso de maduración. La diferenciación de las estructuras reproductivas por la acción de los andrógenos ocurre dentro de la ventana programada entre las 8 y 12 semanas de gestación en humanos probablemente (Welsh *et al.*, 2008). Una importante implicación es que el criptorquidismo y la hipospadia, así como el tamaño de los órganos sexuales accesorios y la longitud final del pene, pueden ser resultado de una acción androgénica deficiente durante esta ventana de programación. La distancia anogenital (DAG) también sería programada dentro de esta ventana mediante acción androgénica. Esto explicaría por qué una DAG corta se asocia con criptorquidismo e hipospadia en ratones (Mendiola *et al.*, 2011).

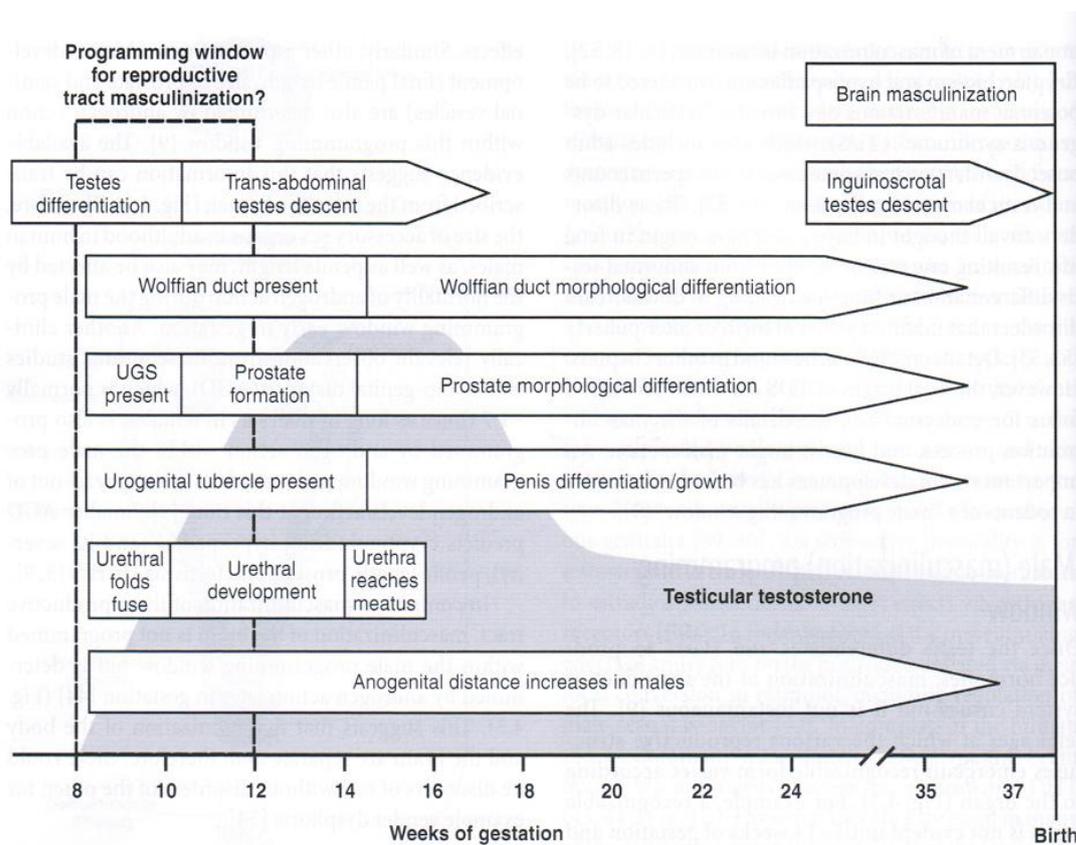


Figura 8. Cronología del desarrollo genital y tracto reproductivo en el feto masculino. Reproducido de Woodruff *et al.* 2003

Los testículos se desarrollan en el periodo fetal después de su diferenciación. Los cambios más importantes son el incremento en el número de células de Sertoli, la expansión y diferenciación de las células germinales, y el descenso de los testículos a través del abdomen y la pelvis para finalmente situarse en la base del escroto. La proliferación de las células de Sertoli y de las células germinales se produce tan pronto como tiene lugar la diferenciación testicular y continúa en el periodo neonatal (Sharpe *et al.*, 2003). En el caso de las células germinales, se producen cambios en este mismo periodo que incluyen la pérdida de expresión de factores pluripotenciales y procesos asociados con la maduración de las células germinales (Gaskell *et al.*, 2004). Durante el periodo fetal, una producción baja de andrógenos por parte de los testículos podría desencadenar en un número reducido de células de Sertoli y, consecuentemente, en un recuento espermático bajo, si este déficit no se ve compensado con una producción extra de estas células durante otros periodos (Sharpe & Skakkebaek, 2008). El descenso de los testículos es un evento fetal que se desarrolla en dos pasos, el cual conduce a los testículos al escroto para una normal espermatogénesis (Amann *et al.*, 2007). En la fase trans-abdominal, la INSL3 y los andrógenos conducen los testículos desde el riñón a la zona inguinal. Mientras que en la fase trans-inguinal, los testículos son conducidos desde la pelvis hasta el botón del escroto regulado solo por los andrógenos. Una alteración en la producción y/o acción de los andrógenos en la segunda fase podría causar criptorquidismo. Además, en ratones, esta segunda fase está regulada por los andrógenos dentro de lo que se conoce como la ventana programada de la masculinización, a pesar del tiempo considerable que existe entre esta ventana y la propia fase.

## **Periodo neonatal e infancia**

### ***Periodo neonatal (0-6 meses)***

En este periodo se activa el eje hipotalámico-pituitario, incrementando así los niveles circulantes de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo-estimulante (FSH) (Mann & Fraser, 1996). En bebés varones, se ha asociado con la estimulación de células de Leydig y un incremento de los niveles de testosterona. Continúa la proliferación de las células de Sertoli así como el crecimiento en longitud del pene. Sin embargo, no se sabe si los efectos de la masculinización de la testosterona afectan al cerebro en este periodo.

### ***Infancia y niñez (6 meses – 12 años)***

Este es el periodo de inactividad reproductiva y testicular o el periodo menos activo, porque el desarrollo y proliferación de las células germinales, así como la secreción de testosterona durante la noche cuando se activa la secreción pulsátil de HL principalmente, ocurre a muy bajos niveles (Chemes *et al.*, 2001; Grumbach *et al.*, 2002). Las células de Sertoli de nuevo proliferan en ese periodo, aunque no se sabe exactamente en qué momento. El daño a las células germinales, por ejemplo cuando un niño requiere terapia o tiene cáncer, puede resultar en una pérdida completa de células germinales y la consecuente esterilidad en la edad adulta (Brougham *et al.*, 2003).

## **Pubertad y edad adulta**

El periodo de la pubertad se define por una gran actividad del eje hipotalámico-pituitario y un incremento en la secreción de la HL en comparación con la infancia (Grumbach *et al.*, 2002). Los niveles de testosterona juegan un papel muy importante en este periodo para diferenciar e incrementar el número de células de Leydig, para estimular el crecimiento del pene así como de la próstata, las vesículas seminales, el epidídimo y los vasos deferentes. Además, los niveles de andrógenos tienen un efecto a través del cuerpo, especialmente en el cerebro, activando la salud y el comportamiento sexual (Gooren & Kruijver *et al.*, 2002). Sin embargo, el evento más importante en la pubertad es el efecto de los niveles de testosterona sobre las células de Sertoli para producir la espermatogénesis. El descenso de los testículos hasta el botón escrotal es esencial para la espermatogénesis y la regulación hormonal, ya que la producción de espermatozoides se verá deteriorada si los testículos no se encuentran correctamente

posicionados. Durante la pubertad, las células de Sertoli comienzan a expresar los receptores androgénicos, los cuales se consideran un signo de la maduración de dichas células (Sharpe *et al.*, 2003). La espermatogénesis está regulada por la FSH que está producida en la glándula pituitaria, producida a su vez por la testosterona producida en los testículos por las células de Leydig (Sharpe *et al.*, 1994). Se necesitan mayores niveles de testosterona en los testículos respecto a los niveles de la hormona en sangre, para que se complete todo el proceso. La edad adulta es la siguiente etapa tras la pubertad. En dicha etapa es importante mantener la actividad de los testículos y de otros órganos reproductivos, con el fin de consolidar la fertilidad y la salud normal reproductiva del individuo durante el resto de su ciclo reproductivo (Sharpe & Skakkebak, 2008).

### I.2.2. 2. Espermatogénesis

El proceso por el cual la espermatogonia macho se convierte en espermatozoides maduros se denomina espermatogénesis (Figura 9). En este complejo proceso, las células madre primitivas totipotentes se dividen para producir células hijas, que, en aproximadamente 70 días, madurarán convirtiéndose en espermátidas. La espermatogénesis implica tanto la mitosis como la meiosis, y está regulada por la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) de la pituitaria anterior (Karpenko *et al.*, 2007).

Las células germinales que migran desde el saco vitelino a los testículos durante la embiogénesis inicial se convierten en células progenitoras espermátogénicas, denominadas espermatogonias. Las espermatogonias, son células diploides que se localizan en la parte externa de los túbulos seminíferos. En una primera etapa, la espermatocitogénesis, encontramos tres tipos funcionales de espermatogonias, tipos Ad (oscuro), Ap (pálido) y B (Paniagua *et al.*, 2002). Las células tipo Ad son el grupo inicial de espermatogonias que sólo se dividen si hay una reducción drástica de espermatogonias. Las espermatogonias tipo Ap producen clones de sí mismos por división mitótica, y más tarde, se diferencian en espermatogonias tipo B. Las espermatogonias tipo B producen los espermátocitos primarios (células intermedias diploides) por mitosis. Durante la pubertad, el espermátocito primario diploide ( $2n$ ) entra en meiosis I y se dividen para convertirse en dos espermátocitos secundarios haploides ( $n$ ). Tras la meiosis II, y en menos de dos días, los espermátocitos secundarios darán lugar a cuatro espermátocitos secundarios ( $n$ ) conectados entre sí a través del citoplasma (Fox 2008). La disposición celular de en pared del tubo seminífero es distinta para cada tipo celular. Las espermatogonias y espermátocitos primarios se encuentran en la parte externa del tubo, mientras las espermátidas y los espermátocitos maduros se localizan el lado del tubo orientado hacia la luz (Fox 2008) (Figura 9). La siguiente etapa es la espermiogénesis (Figura 9). En ésta, la FSH actúa sobre las células de Sertoli para facilitar la última etapa de maduración espermática, siendo dependiente de la acción de los andrógenos de dichas células (Karpenko *et al.*, 2007). Se produce una gran compactación de la cromatina que hace que la forma del núcleo cambie, seguido de la aparición del flagelo, la reducción del citoplasma y la aparición del acrosoma (Fox SI 2008).

Las espermatidas se han convertido en espermatozoides maduros y móviles y son liberados a la luz del túbulo seminífero, proceso denominado espermiación. Después, se produce la activación de la proteína CatSper, localizada en la cola de los espermatozoides, para desarrollar la motilidad progresiva de los espermatozoides, dentro del epidídimo. Esta proteína es como un canal de iones  $\text{Ca}^{2+}$  que permite que el

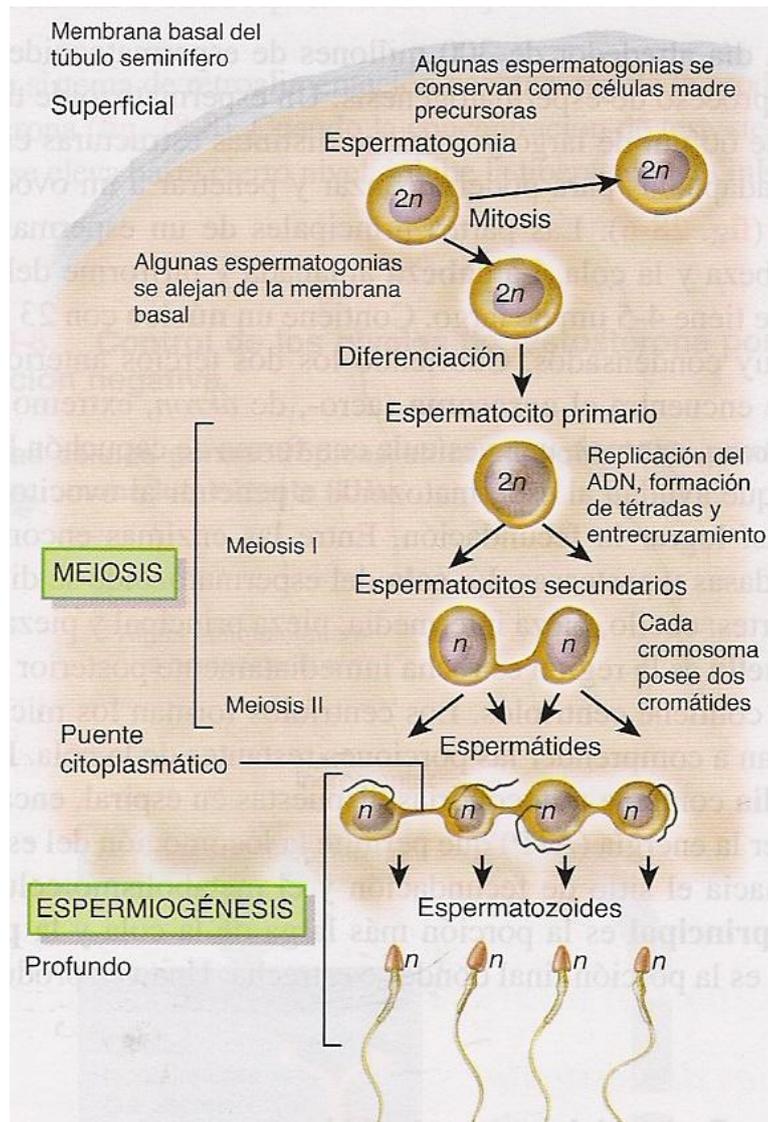


Figura 9. El proceso de la espermatogénesis. Extraído de Tortora & Derrickson, 2006.

AMPC genere un flujo de  $\text{Ca}^{2+}$ . Este paso es crucial para la maduración del esperma en términos de movilidad. La movilidad se alcanza cuando los espermatozoides pasan a través de la cabeza del epidídimo, mientras que la capacidad fertilizante se adquiere

cuando pasan a través del cuerpo de la cabeza (Johnson *et al.*, 1998). Los espermatozoides deben ser protegidos del sistema inmune y del ataque oxidativo. El epidídimo ofrece la protección necesaria a través de la barrera sanguínea del epidídimo y la existencias de enzimas antioxidantes como la catalasa, la superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa (GPX) y glutatión reductasa (GRD).

### **I.2.2. 3. Regulación hormonal**

La espermatogénesis es un proceso regulado hormonalmente. El hipotálamo segrega la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), de forma pulsátil, en el sistema de circulación portal hipotálamo-hipofisario (Wu *et al.*, 2007). La GnRH estimula la síntesis de la FSH y LH gonadotrópicas en la adenohipófisis y su liberación en la circulación sistémica (Figura 10). Estas hormonas (secretadas por el eje hipotalámico-hipofisario-gonadal) regulan la espermatogénesis mediante un mecanismo de retroalimentación negativa. La testosterona inhibe la secreción de LH y FSH, mientras que la LH estimula la síntesis de testosterona, y la FSH controla la espermatogénesis. La FSH actúa en el desarrollo de las células de Sertoli (Weinbauer *et al.*, 1993; Weinbauer & Nieschlag, 1996). La LH actúa sobre las células de Leydig, actuando como un regulador paracrino, al estimular la producción de testosterona (Fox 2008). La testosterona puede iniciar la espermatogénesis en la pubertad y puede mantener la espermatogénesis en el adulto. La testosterona es el andrógeno más importante producido por las células Leydig en el testículo, bajo la supervisión de la LH. La testosterona tiene cuatro funciones principales: la estimulación de la espermatogénesis, la regulación de las funciones de las glándulas accesorias sexuales, el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y la regulación de la secreción de gonadotropinas por un mecanismo de retroalimentación negativa.

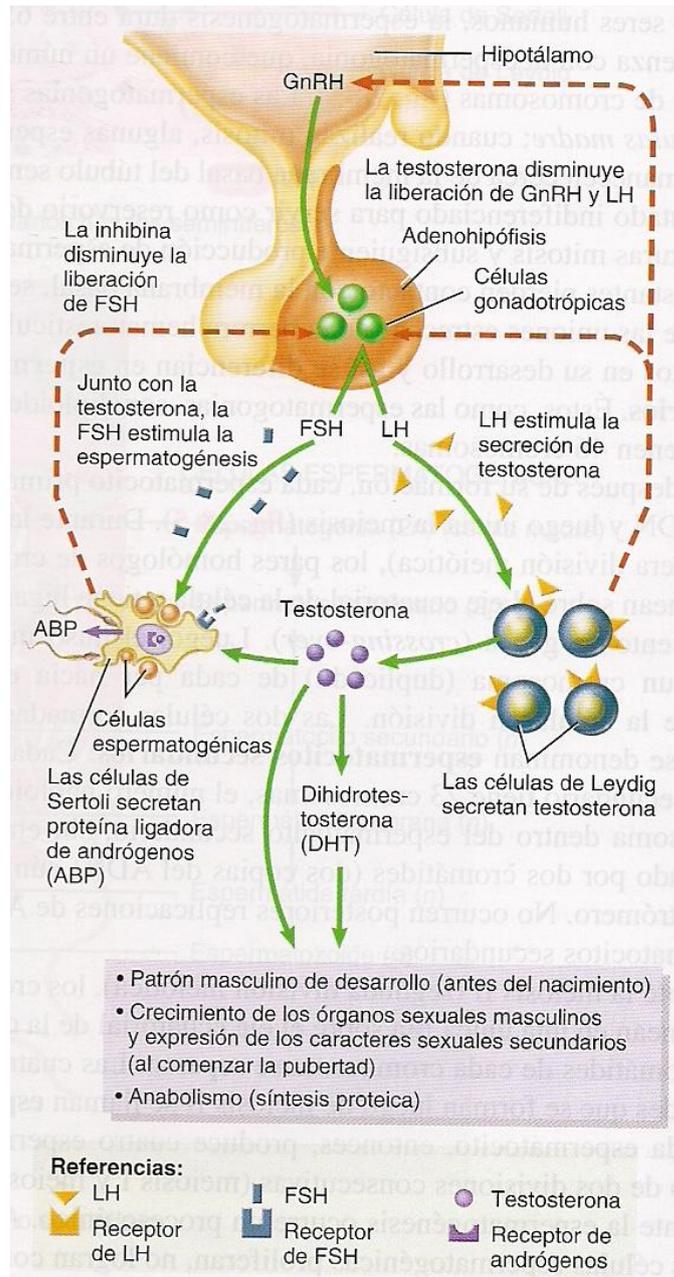


Figura 10. Regulación hormonal de la espermatogénesis. Reproducida de Tortora & Derrickson, 2006.

### I.2. 3. La calidad seminal y sus parámetros asociados

El semen es una mezcla de una suspensión concentrada de espermatozoides almacenados en el epidídimo junto con secreciones fluidas formadas en los distintos órganos sexuales (vesícula seminal, próstata, glándulas de Cowper). La naturaleza del espermatozoide (movilidad y morfología), el número espermático (recuento total espermático y concentración espermática), y la composición del fluido seminal, son las principales características de la calidad seminal (WHO 2010). Los métodos para evaluar la infertilidad masculina han estado siempre limitados al análisis del semen, el cual evalúa el número espermático, la movilidad y la morfología principalmente. Para un epidemiólogo, el análisis del semen permite explorar el efecto y es una medida de daño ambiental, la exposición ocupacional, o el efecto de drogas o tóxicos químicos (Mínguez Alarcón 2012).

La Organización Mundial de la Salud (WHO) publicó en 1980 un manual para el procesamiento de semen humano, con el fin de poder dar herramientas para una homogenización de este examen en todos los laboratorios clínicos, andrológicos y de investigación en el mundo. La forma descrita de llevar a cabo el espermiograma o análisis de la calidad espermática permitiría una interpretación mundial de la calidad seminal.

Tabla 20. Variación en el tiempo de los valores de referencia de los parámetros de la calidad seminal definidos por la WHO.

Parámetro	Año				
	1980	1987	1992	1999	2010
Volumen (ml)			≥ 2.0		1.5
Concentración (10 <sup>6</sup> /ml)	20 – 200		≥ 20		15
Movilidad (%)	≥ 60		≥ 50 (progresiva)		40 (total)
Morfología	80.5	≥ 50	≥ 30	14	4

La última versión, la quinta, de este manual vio la luz en el año 2010. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido unos valores de referencia de parámetros seminales de la población mundial para evaluar la calidad del semen humano. Estos valores han sido definidos a través de una muestra representativa de la población mundial entre los varones cuyas parejas han quedado embarazadas antes de los 12 meses del abandono de métodos anticonceptivos. Desde entonces, la OMS ha

revisado dichos valores de referencia disminuyendo su valor en tres ocasiones (WHO 1987; 1992; 1999; 2010) (Tabla 20).

### I.2. 3. 1. Concentración espermática

La concentración de espermatozoides se refiere al número de espermatozoides por unidad de volumen de semen. Los métodos más exactos para determinar la concentración espermática son la dilución volumétrica y la hemocitometría. La concentración se calcula a partir del número de espermatozoides en el eyaculado determinado tras tomar un volumen fijo de éste y diluirlo con una sustancia fijadora utilizando una cámara Neubauer. Se cuentan al menos 200 espermatozoides por réplica y si las réplicas son relativamente similares no se preparan nuevas diluciones.

Se debe tener especial cuidado al hacer diluciones y preparar el hemocitómetro. Además, se debe mezclar suavemente la muestra de semen usando una pipeta de desplazamiento positivo, ya que el volumen retirado debe ser homogéneo para una determinación precisa de la concentración de espermatozoides.

Tabla 21. Valores inferiores de referencia considerados por la OMS en relación a las características seminales (WHO 2010).

Parámetro	Límite inferior de referencia	
	Percentil 5	IC 95%
Morfología espermática (%)	4	3 - 5
Movilidad total espermática (%)	40	38 - 42
Movilidad progresiva espermática (%)	32	31 - 34
Concentración espermática ( $10^6$ /mL)	15	12 - 16
Recuento total espermático ( $10^6$ )	39	33 - 46
Volumen seminal (mL)	1.5	1.4 - 1.7

Se debe considerar el tiempo de abstinencia en la interpretación de la concentración de espermatozoides de la muestra de semen, ya que un tiempo de

abstinencia elevado deriva en un aumento de la concentración total de espermatozoides.

El límite inferior de referencia para la concentración de espermatozoides es de  $15 \times 10^6$  espermatozoides por ml (percentil 5, IC 95%:  $12, 16 \times 10^6$ ) (WHO, 2010) (Tabla 21).

### **I.2.3. 2. Movilidad espermática**

La movilidad espermática es el cociente entre el número de espermatozoides móviles y el número total de espermatozoides en un volumen dado. Se expresa en porcentaje. Es extremadamente importante que la evaluación de la movilidad espermática sea evaluada tan pronto como sea posible tras la obtención de la muestra. El tiempo debe de ser preferiblemente dentro de los 30 minutos siguientes ya que los cambios en la temperatura, el pH y la deshidratación afectan a este parámetro. Dentro de este parámetro podemos distinguir entre: movimiento progresivo, movimiento no progresivo y espermatozoides inmóviles. Esta clasificación se puede llevar a cabo utilizando cinco campos microscópicos para clasificar 200 espermatozoides de forma sistemática. La OMS define los distintos tipos de movilidad como:

- movilidad progresiva (PR), movimiento activo de los espermatozoides, ya sea lineal o en un círculo grande, independientemente de la velocidad
- movilidad no progresiva (NP), que incluye todos los otros patrones de movilidad con ausencia de progresión, por ejemplo, nadando en círculos pequeños o cuando se observa sólo un latido flagelar
- inmovilidad (IM) para espermatozoides sin movimiento.

El límite inferior de referencia para la motilidad total (PR + NP) es del 40% mientras que para la motilidad progresiva (PR) es del 32% (WHO 2010) (Tabla 21).

### **I.2.3. 3. Volumen seminal**

El volumen que forma parte del eyaculado se forma principalmente a partir de fluidos procedentes de las vesículas seminales y de la próstata, siendo una pequeña parte procedente de las glándulas bulbouretrales y del epidídimo. La medición precisa del volumen es esencial en cualquier evaluación del semen, ya que permite el cálculo del

número total de espermatozoides y células que no son espermatozoides del eyaculado. El volumen de la eyaculación se mide mediante la transferencia de la muestra licuada a un tubo cónico de centrifuga graduado (15 ml). Aunque también es posible medirlo por el peso teniendo en cuenta que la densidad del semen es muy próxima a 1. La eyaculación retrógrada, la obstrucción del tracto urinario inferior, o la ausencia congénita de conductos deferentes o vesículas seminales, podría implicar un volumen seminal bajo. El volumen de semen se clasifica en tres categorías para facilitar la interpretación y el diagnóstico. Aspermia es cuando no se produce muestra de semen después del orgasmo. Hipospermia es una muestra de semen  $<0.5$  ml e hiperespermia es  $<6.0$  ml de semen eyaculado. El límite inferior de referencia para el volumen de semen es de 1.5 ml (percentil 5, IC 95%: 1.4 a 1.7) (WHO 2010) (Tabla 21).

#### **I.2.3. 4. Recuento espermático total**

El recuento espermático total se refiere al número total de espermatozoides en el eyaculado. Se obtiene multiplicando la concentración de espermatozoides por el volumen de semen eyaculado. En este caso, también es necesario considerar el tiempo de abstinencia para evaluar dicho parámetro de la muestra de semen. El recuento espermático está correlacionado con el volumen testicular (Behre 2000) y es una medida de la capacidad de los testículos para producir espermatozoides. El límite inferior de referencia para el número total de espermatozoides es de  $39 \times 10^6$  espermatozoides por eyaculado (percentil 5, IC 95%: 33,  $46 \times 10^6$ ) (WHO, 2010) (Tabla 21). El recuento total de espermatozoides móviles (progresivo y no progresivo) también puede ser valorado para describir la calidad del semen. Se obtienen multiplicando el recuento de espermatozoides total y el porcentaje de espermatozoides móviles (progresivo y no progresivo).

#### **I.2.3. 5. Morfología espermática**

Las observaciones realizadas a espermatozoides recuperados a partir del tracto reproductivo femenino, especialmente en el moco endocervical postcoital y también desde la superficie de la zona pelúcida, han ayudado a definir la apariencia de los espermatozoides potencialmente fértiles (morfológicamente normales) (Figura 11)

(WHO 2010). La evaluación de las características morfológicas de los espermatozoides consiste en la evaluación cuantitativa del porcentaje de formas espermáticas normales y anormales presentes en una eyaculación. La tinción de Papanicolau es la técnica más utilizada. Se recomienda en el manual de laboratorio de la OMS, ya que proporciona claramente una buena tinción de los espermatozoides y otras células. Distingue componentes celulares basófilos y acidófilos y también permite un examen exhaustivo de la cromatina nuclear.

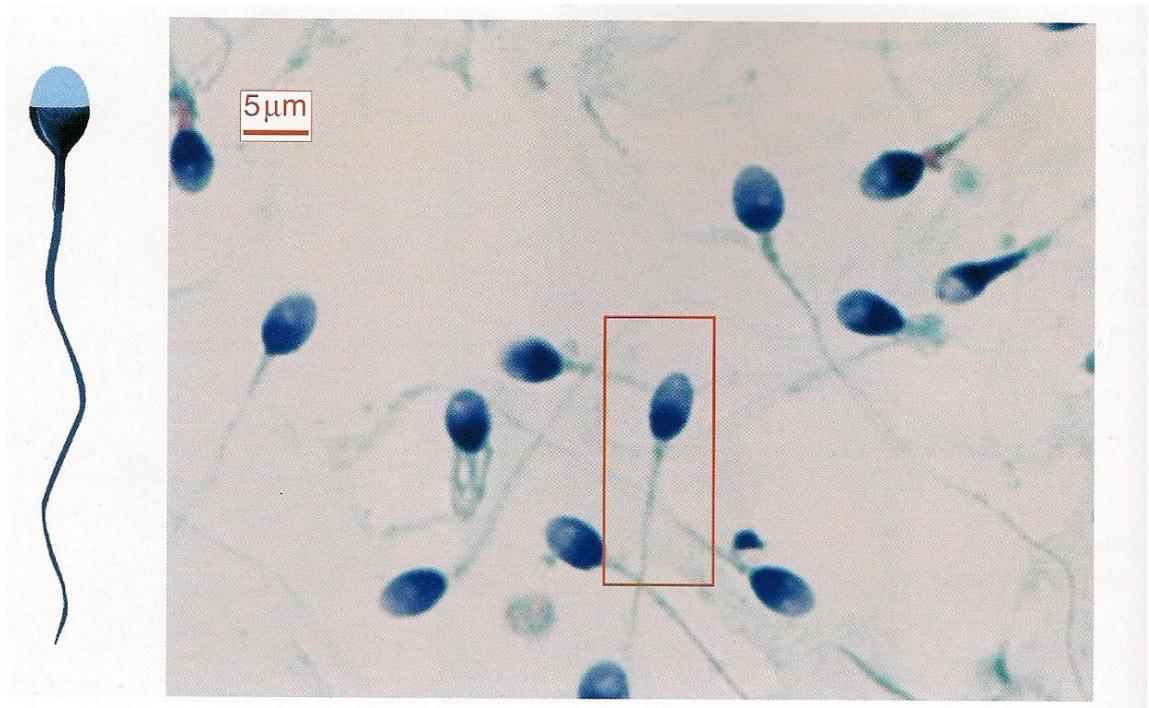


Figura 11. Espermatozoide morfológicamente normal teñido con Papanicolau (Extraído de Kruger & Franken 2004) .

Los espermatozoides morfológicamente normales deben tener muy pocos defectos en su cabeza, pieza intermedia o cola. La cabeza no puede ser grande, pequeña, cónica, piriforme, redonda, amorfa o vacuolada. Respecto al cuello y pieza intermedia, no deben ser doblados, inserción asimétrica de la pieza intermedia en la cabeza, irregular o que la pieza intermedia sea anormalmente delgada. La cola puede ser curva, pero no bruscamente anguladas, corta, en forma de horquilla, rota, doblada o retorcida. El límite inferior de referencia para la morfología normal es de 4% (percentil 5, IC 95%: 3, 5) (WHO 2010) (Tabla 21).

## **I.2. 4. Condicionantes de la calidad seminal**

Como se ha descrito antes, el desarrollo de los órganos reproductivos masculinos es un proceso complejo que se inicia durante el desarrollo fetal y continúa a través de la pubertad, lo que da lugar aun tracto reproductivo maduro basado en un control hormonal que garantice la conservación de su función. La mala calidad del semen, las alteraciones en las hormonas reproductivas masculinas, hipospadias, criptorquidismo y el cáncer testicular, tienen un impacto adverso sobre salud reproductiva masculina y pueden dar lugar a infertilidad. Estas alteraciones reproductivas masculinas pueden aparecer como consecuencia de exposiciones prenatales o en adulto. Parece esencial entonces, la creación de estrategias para evitar la exposición dañina y preservar la salud reproductiva masculina, ya que determinadas exposiciones ambientales pueden interferir en el desarrollo y el funcionamiento del tracto reproductivo masculino en el adulto.

### **I.2.4. 1. Alteraciones del tracto reproductivo**

Las anomalías más comunes de los órganos reproductivos masculinos son la hipospadia y el criptorquidismo. La hipospadia es la fusión incompleta de los pliegues uretrales durante la embriogénesis masculina (Tanagho 1983). Como resultado el meato urinario se localiza en un lugar distinto al correspondiente en el pene, en la parte inferior del glande o el tronco. El desarrollo del pene también es anómalo en casos de epispadias y extrofia (Tanagho 1983). La condición en que los testículos permanecen intraabdominalmente o retroperitonealmente por encima del canal inguinal y no pueden ser palpados se denomina criptorquidia. La hipospadia y la criptorquidia pueden haberse visto aumentadas en varios países relacionándose paralelamente a la disminución de la calidad del semen. Uno de los primeros registros de este hecho fue que el criptorquidismo aumentó un 1,8% entre 1959-1961 (Buemann *et al.*, 1961) al 9,0% en 1997-2001 (Boisen *et al.*, 2004) en niños recién nacidos de Dinamarca. Tendencias temporales similares en las tasas de hipospadias se han observado en Dinamarca, Australia y Estados Unidos (Paulozzi *et al.*, 1997; Boisen *et al.*, 2005; Nassar *et al.*, 2007). Además, el criptorquidismo y las hipospadias se han relacionado con un mayor riesgo de desarrollar cáncer testicular (Giwerzman *et al.*, 1987; Dieckmann *et al.*, 2004).

Los hombres con antecedentes de criptorquidia tienen un riesgo casi cinco veces mayor de desarrollar tumores testiculares de células germinales. La hipótesis del síndrome de disgenesia testicular (TDS) sugiere que el desarrollo perturbado testicular en la vida fetal puede resultar en uno o más trastornos reproductivos postnatales (Skakkebaek *et al.*, 2001).

Los tumores testiculares suelen aparecer en jóvenes de edades comprendidas entre los 25 y los 35 años. La forma más frecuente (90-95%) de tumor testicular tiene su origen en las células germinales del parénquima testicular. El 5-10% restante de los tumores testiculares primarios, se inician en las células de Leydig y Sertoli o son gonadoblastomas (Grey 1995). Existen evidencias de que la incidencia del cáncer testicular se ha incrementado continuamente en las últimas décadas en distintos países industrializados (Vega *et al.*, 2012; Skakkebaek *et al.*, 2007; Chia *et al.*, 2010; Engholm *et al.*, 2010). En 2010, Chia y colaboradores publicaron que la frecuencia de cáncer testicular había aumentado en los países de todo el mundo entre los años 1973 y 2002 (Chia *et al.*, 2010). Este aumento en la incidencia de cáncer testicular ha coincidido temporalmente con la reducción de la calidad del esperma (Bray *et al.*, 2006; Jacobsen *et al.*, 2006; Jørgensen *et al.*, 2011).

Como hipótesis, ante dichos aumentos, se ha postulado que existe una conexión entre las exposiciones *in útero* y/o neonatales entre moléculas que alteran las funciones endocrinas y la anomalías en el desarrollo del trato reproductivo masculino (criptorquidismo, alteración de la espermatogénesis, hipospadias). Dichas moléculas, denominadas disruptores endocrinos ejercen una actividad estrogénica y/o antiandrogénica. Dicha hipótesis expone que estos desórdenes tienen una entidad única y están relacionados epidemiológicamente y patofisiológicamente, denominándose en su conjunto Síndrome de Disgenesia Testicular (TDS) (Vega *et al.*, 2012). La hipótesis del TDS fue formulada por primera vez en 1993 por el grupo de investigación danés dirigido por Skakkebaek

### **I.2.4. 2. Exposiciones ambientales**

El aumento en la incidencia de trastornos del aparato reproductivo masculino en las últimas décadas parece indicar que existen factores ambientales relacionados con este tipo de trastornos. Así, la existencia de una interacción compleja entre factores genéticos y ambientales que contribuyen al TDS, cada vez cobra más fuerza. El ser humano puede estar expuesto a dichos factores ambientales en su niñez y vida adulta pero también en su desarrollo fetal a través de la barrera hematoplacentaria.

#### ***Exposiciones intra-útero***

El estudio de los factores a los que el feto se expone en el vientre materno, y que puedan repercutir en su salud reproductiva en la etapa adulta plantea una gran dificultad y complejidad metodológica. No obstante, el número creciente de investigaciones orientadas a este fin permiten identificar cada vez más factores externos relacionados con trastornos reproductivos. El uso de algunas sustancias recreativas durante el embarazo se ha podido relacionar con trastornos reproductivos masculinos. El consumo de nicotina durante el embarazo se ha asociado a una mayor prevalencia de criptorquidia (Damgaard *et al.*, 2008). De la misma manera, el consumo materno de alcohol ha mostrado una asociación dosis-dependiente con riesgo de criptorquidismo (Damgaard *et al.*, 2007), así como otras características ligadas a los estilos de vida (Stogaard *et al.*, 2003; Jensen *et al.*, 2004b; Ramlan-Hansen *et al.*, 2007). La exposición a contaminantes ambientales durante el embarazo es más difícil de medir en adultos. Sin embargo, hay estudios que han explorado la relación entre la exposición a contaminantes químicos y trastornos en el sistema reproductor masculino. En un estudio de casos y controles, la concentración de los éteres de difenilo polibromados (compuesto antiandrogénico) en la leche materna, fue mayor en el grupo de niños con criptorquidia en comparación con los controles (Main *et al.*, 2007).

Finalmente, los disruptores endocrinos son sustancias químicas externas al cuerpo que pueden perturbar los procesos metabólicos, incluso en concentraciones muy pequeñas. Algunos disruptores endocrinos pueden actuar como antiandrógenos, evitando la masculinización de los fetos, y otros de manera androgénica, pudiendo masculinizar fetos femeninos (Skakkebak *et al.*, 2001; Damgaard *et al.*, 2006; Kortenkamp *et al.*,

2008). El dietilestilbestrol (DES) es probablemente el más conocido disruptor endocrino usado en el tratamiento de las mujeres embarazadas en los años 1970. El uso de DES durante el embarazo dió lugar a unos testículos no descendidos y alteración de la espermatogénesis en los adultos (Gill *et al.*, 1977;. 1979). Además, la distancia anogenital corta se ha asociado con la exposición materna a disruptores endocrinos, durante en el embarazo, estando relacionada en el varón adulto con una peor calidad seminal (Mendiola *et al.*, 2011). Estos hallazgos sugieren que el entorno androgénico durante la vida fetal temprana es capaz de actuar simultáneamente modificando características del aparato reproductor, como la distancia anogenital de los varones, a la vez que empobrece su calidad seminal futura.

### ***Exposiciones en la infancia y la vida adulta***

Las exposiciones a contaminantes a partir del nacimiento también pueden afectar negativamente al sistema reproductivo masculino. Las sustancias tóxicas pueden afectar al sistema neuroendocrino (eje hipotálamo-hipófisis-testículo), los testículos (células de Sertoli y de Leydig) y otras partes del sistema reproductivo masculino (epidídimo) (Woodruff *et al.*, 2010). Los estilos de vida son uno de los principales factores asociados con el deterioro de la calidad del espermatozoide. El consumo de las drogas legales y no legales en la vida adulta, incluyendo el tabaco (Wang *et al.*, 2001; Saleh *et al.*, 2002; Kunzle *et al.*, 2003; Belcheva *et al.*, 2004), alcohol (Martini *et al.*, 2004; Muthusami & Chinnaswamy, 2005), la cocaína y el cannabis (Bracken *et al.*, 1990; Whan *et al.*, 2006; Badawy *et al.*, 2009) parecen tener un efecto perjudicial sobre la calidad del semen. La obesidad y sobrepeso (Jensen *et al.*, 2004a; Magnusdottir *et al.*, 2005; Nguyen *et al.*, 2007; Aggerholm *et al.*, 2008; Sermondade *et al.*, 2012), el estrés psicológico (Hjollund *et al.*, 2004; Eskiocak *et al.*, 2005; Zorn *et al.*, 2008), y el uso del teléfono móvil (Fejes *et al.*, 2005; Wdowiak *et al.*, 2007; Agarwal *et al.*, 2008), también han sido relacionados con la alteración de los parámetros seminales en la edad adulta. Así como la exposición a los contaminantes ambientales desde el nacimiento, tales como los ftalatos, pesticidas no persistentes, solventes, metales, bifenilos policlorados y pesticidas organoclorados (Wagner *et al.*, 1999; Benoff *et al.*, 2000; Jensen *et al.*, 2006; Chery *et al.*, 2008; Mendiola *et al.*, 2008).

Algunos hábitos dietéticos durante la edad adulta han sido asociados con una buena o mala calidad del semen (Eskenazi *et al.*, 2005; Chavarro *et al.*, 2008; Mendiola *et al.*, 2009; Mendiola *et al.*, 2010; Chavarro *et al.*, 2011). Mendiola y colaboradores publicaron en 2010 que los controles tenían una ingesta significativamente mayor de hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, vitamina C y licopeno, y una menor ingesta de proteínas y grasa total, respecto a los casos.

### I.2. 4. 3. El descenso de la calidad seminal

Actualmente, son muchos estudios apuntan a un descenso en la calidad seminal y la fecundidad masculina humanas durante las últimas décadas (Carlsen *et al.*, 1992; Aitken *et al.*, 2004; Swan *et al.*, 2004; Jørgensen *et al.*, 2006, Skakkebæk *et al.*, 2006; Swan *et al.*, 2006; López Teijón *et al.*, 2007; Splingart *et al.*, 2012, Mendiola *et al.*, 2013, Rolland *et al.*, 2013) aunque existen marcadas diferencias geográficas. “*Evidence for decreasing quality of semen during the past 50 years*” fue publicado por la revista *British Medical Journal* en 1992, y está considerado la referencia que estimuló el análisis de un posible deterioro en la reproducción masculina (Carlsen *et al.*, 1992). En este metaanálisis, se observó una disminución significativa en la concentración espermática. En 1940 los hombres tenían una concentración espermática media de  $113 \times 10^6$  células/ml, mientras que la media fue de  $66 \times 10^6$  células/ml en 1990 ( $p < 0.0001$ ), con la correspondiente disminución de aproximadamente un 1% al año durante dicho período. El autor revisó 61 artículos publicados entre 1938 y 1991, incluyendo un total de 14.947 hombres sin antecedentes de infertilidad. Posteriores investigaciones apoyaron estos datos (Auger *et al.*, 1995; Irvine *et al.*, 1996; Van *et al.*, 1996; Swan *et al.*, 1997) mientras que otras concluyeron que no existía dicha tendencia descendente en cuanto a la concentración espermática (Handelsman *et al.*, 1997; Paulsen *et al.*, 1996; Vierula *et al.*, 1996; Fisch *et al.*, 1996). Entre tal discrepancia, Swan y su grupo de investigación publicó en el año 2000 un meticuloso metaanálisis, el cual incluyó 56 de los 61 estudios utilizados por Carlsen (Carlsen *et al.*, 1992) junto a las nuevas evidencias disponibles, hasta recopilar 101 estudios. En este caso se tuvo en cuenta posibles factores confusores como la edad, periodo de abstinencia, y método de análisis, entre otros (Swan *et al.*, 2000). La conclusión que se extrajo de este segundo metaanálisis fue que en la segunda mitad del siglo XX la densidad espermática en los países occidentales ha disminuido un 1% anualmente, siendo este descenso del 2.35% en Europa (Swan *et al.*, 2000) (Figura 12).

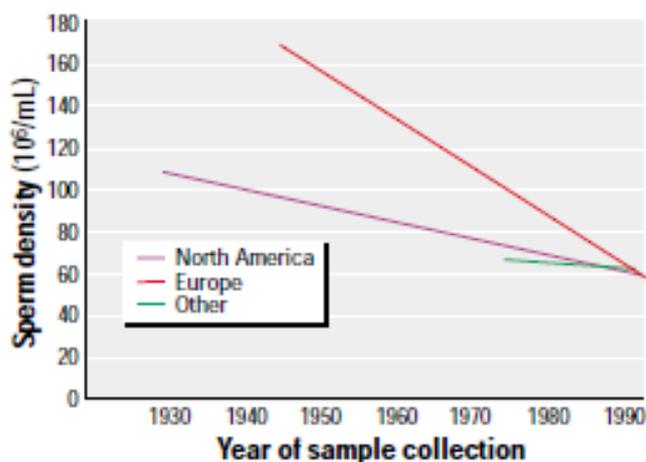


Figura 12. Regresión lineal de la media de concentración espermática por año y region geográfica. Reproducido de Swan *et al.*, 2000.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha ido adaptando los valores de referencia que marcan la subfertilidad a la disminución de la calidad seminal en la población general. Así, los niveles de referencia que indicaban subfertilidad pasaron de 1999 a 2010 de una concentración de  $20 \times 10^6$  espermatozoides/ml a  $15 \times 10^6$  espermatozoides/ml, una proporción de espermatozoides móviles del 50% al 40% y una proporción de espermatozoides con morfología normal de un 14% a un 4% (WHO 1999; 2010) (Tabla 20).

Si nos centramos en población joven y sana, los datos no son mucho más esperanzadores. La calidad seminal de los jóvenes del Norte de Europa es bastante baja (Paasch *et al.*, 2008), constatándose año tras año hallazgos similares en varones jóvenes de la población general (Jørgensen *et al.*, 2006). Aproximadamente el 20% de los varones jóvenes de Noruega y Dinamarca presentan concentraciones espermáticas por debajo de los valores mínimos de normalidad propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1999 ( $20 \times 10^6$  espermatozoides/ml), y alrededor del 40% podrían estar cerca del límite que podría conducir a problemas de subfertilidad ( $<40 \times 10^6$  espermatozoides/ml) (Jørgensen *et al.*, 2006). Concretamente en España, en el año 2001 se realizó un estudio en Almería que mostró una concentración de espermatozoides superior a  $70 \times 10^6$  espermatozoides/ml (Fernández *et al.*, 2012) siendo en el año 2010 en población comparable de  $50 \times 10^6$  espermatozoides /ml, lo que supondría una tasa descenso anual del 3% (Mendiola *et al.*, 2013). En 2007 se llevó a

cabo un estudio con una población no seleccionada de 1239 voluntarios entre 18 y 30 años de toda España. Como dato alarmante encontramos que tan sólo el 50% de los participantes tenían una motilidad espermática normal según los criterios de la Organización Mundial de la Salud en 1999 (López-Teijón *et al.*, 2008). El 17.5% tenían una concentración espermática inferior a los 20 millones de espermatozoides/ml, valores considerados como subfertilidad, llegando a ser este porcentaje del 22.7% en Valencia y Barcelona.

El descenso de la calidad seminal se ha asociado con un aumento paralelo en trastornos reproductivos masculinos (Jacobsen *et al.*, 2006, Jørgensen *et al.*, 2011), que incluyen un aumento del cáncer testicular (Chia *et al.*, 2010; Engholm *et al.* 2010), hipospadias (Boisen *et al.* 2005; Nassar *et al.* 2007) y criptorquidia (Ansell *et al.*, 1992; Boisen *et al.*, 2005), como ha sido comentado anteriormente. Dicho descenso se ha atribuido a exposiciones ambientales y cambios en estilos de vida (Agarwal *et al.*, 2008; Belcheva *et al.*, 2004; Benoff *et al.*, 2000; Bray *et al.*, 2006; Jensen *et al.*, 2006; Wagner *et al.*, 1990) que podrían actuar incluso intraútero durante el desarrollo del aparato reproductivo masculino (Skakkebak *et al.*, 2001; Ramlau-Hansen *et al.*, 2007).

El deterioro de la salud reproductiva tendrá consecuencias graves sobre los índices de natalidad y una gran trascendencia social y económica. La demanda de técnicas de reproducción asistida, que ha crecido de forma alarmante, creará una desigualdad social importante por las dificultades de acceso a técnicas médicas complejas y costosas. Se estima que hasta un 15% de las parejas españolas son subsidiarias de asistencia especializada por un problema de fertilidad, siendo el 40% de los casos originados por factores exclusivamente masculinos. El más común de los problemas identificados como “factor masculino” en los casos de infertilidad, es el bajo recuento espermático (Sharpe *et al.*, 2012). El descenso de la calidad seminal ha impedido incluso, el mantenimiento de bancos de donantes de semen en Clínicas de Reproducción Asistida en algunas provincias españolas (López Teijón *et al.*, 2007). La tendencia social reciente de alargar la edad de la mujer para el primer embarazo y los posteriores, disminuyendo su fertilidad, exagera la alta prevalencia de bajo recuento espermático en hombres (Sharpe *et al.*, 2012).\_Esto nos lleva a responder a la cuestión de si tiene importancia el recuento espermático de modo afirmativo, sin lugar a dudas, y probablemente más que hace unas décadas. Pero el recuento espermático también es un

tema de preocupación por razones más fundamentales que la fertilidad: es un indicador de la salud general. Con independencia de los temas de fertilidad, la correcta función testicular y un alto recuento espermático es una medida de la salud de la población para los hombres. A menor recuento espermático mayor es el riesgo de muerte (Jensen *et al.*, 2009). El otro indicador de la función de la correcta función testicular, los niveles de testosterona en sangre, muestra una relación similar (Laughlin *et al.*, 2008). El hecho de que ambos, recuento espermático y niveles de testosterona (Travison *et al.*, 2009) han estado disminuyendo en las últimas décadas sugiere que la salud de los hombres también debe haber disminuido. Así, hay un enorme estímulo para entender lo que ha causado menores recuentos espermáticos en hombres, y establecer si esta tendencia puede revertirse o prevenirse.

#### *Diferencias geográficas en calidad seminal*

Swan y su equipo, analizaron diferencias geográficas en la disminución de la concentración de espermatozoides, observado que ésta no seguía un patrón igual en todas las regiones (Swan *et al.*, 2000). La disminución de la concentración de esperma fue mayor en Europa (-2,4%) que en Estados Unidos (-0,8%) y resto de países (-0,2%) (Fig. 13). Unos años más tarde, el mismo grupo de investigación llevó a cabo el primer estudio realizado en Estados Unidos mediante métodos estandarizados y siguiendo un estricto control de calidad para evaluar si existían diferencias geográficas entre regiones (Swan *et al.*, 2003). En este estudio se encontró que la concentración de espermatozoides número total de espermatozoides móviles fue significativamente menor en Columbia (Missouri), en comparación con Nueva York (New York), Minneapolis (Minnesota) y Los Ángeles (California). Estos datos sugirieron que la concentración de esperma y la movilidad podría ser menor en las zonas agrícolas o semi rurales en comparación con las zonas más urbanas y menos expuestas a productos utilizados en agricultura. En el norte de Europa, se ha observado un gradiente este-oeste en la calidad del semen en un estudio que incluyó a 968 jóvenes de la población general (Jørgensen *et al.*, 2002). Los jóvenes de Estonia y Finlandia presentaron mayor número de espermatozoides y porcentaje de morfias normales respecto a los hombres de Dinamarca y Noruega.

## **II. Justificación, objetivos e hipótesis del estudio**

## II.1. Justificación del estudio

La concentración espermática ha disminuido notablemente en las últimas décadas. Este descenso podría estar vinculado a un aumento en la incidencia de trastornos reproductivos como hipospadias, criptorquidismo y, de forma crítica, cáncer testicular. La calidad seminal, que es un indicativo de la salud general del hombre, ha sido relacionada con exposiciones ambientales (todavía poco investigadas), y con la dieta.

Los trabajos que han investigado el consumo de alimentos y la calidad seminal se han centrado en el estudio de los nutrientes, fundamentalmente antioxidantes. Se ha observado la existencia de un vínculo entre tipos de nutrientes consumidos y calidad seminal, pero es aún muy limitada la bibliografía que analiza esta relación. Uno de los ejes principales de esta tesis es el estudio de la relación entre parámetros espermáticos y el patrón global de la dieta de un individuo. Esta pregunta tiene interés debido a los posibles efectos sinérgicos del consumo combinado de alimentos, así como a la existencia de relaciones complejas entre los distintos nutrientes. Otra de las ventajas de dicha línea de trabajo, es una mayor proximidad a la realidad, ya que los alimentos no se consumen de forma aislada.

Los resultados de este trabajo podrían contribuir al establecimiento de unas pautas dietéticas que prevengan y/o mejoren una baja calidad seminal. Además, el análisis de la composición de la dieta utilizando índices de calidad alimentaria resulta muy novedoso ya que, en nuestro conocimiento, no existen publicaciones que los relacionen con la calidad seminal. Como aspecto específico adicional que se aborda en esta tesis, la asociación entre la ingesta de ácidos grasos y la calidad seminal ha sido poco explorada. Se ha observado en hombres que acuden a clínicas de fertilidad, una asociación negativa entre el recuento y la concentración espermática y la ingesta total de grasa, grasas saturadas y ácidos grasos monoinsaturados (Attaman *et al.*, 2012). Contrariamente, mayores ingestas de ácidos grasos  $\omega$ -3 podrían estar relacionados positivamente con la morfología espermática.

En la evaluación de los factores relacionados con la calidad seminal, la mayoría de los estudios epidemiológicos han tomado como población de estudio hombres que acuden a clínicas de infertilidad con una demanda asistencial. No obstante, esta

población presenta en sí misma unas características que pueden limitar la extensión de los resultados a la población general. Son pocas las investigaciones realizadas hasta ahora en población joven y sana, pese a que este grupo de población puede ser más representativo de la calidad seminal de la población general que los usuarios de las clínicas de reproducción.

En la evaluación de los factores relacionados con la calidad seminal, los hombres que asisten a las clínicas de infertilidad han sido la principal población elegida. Son pocas las investigaciones realizadas en población joven y sana, pese a que este grupo de población puede ser más representativo de la calidad seminal de la población general que los usuarios de las clínicas de reproducción.

## **II.2. Objetivos**

1. Caracterizar la composición de la dieta de los jóvenes de la Universidad de Murcia.
  - 1.1.1. Describir la ingesta de macronutrientes.
  - 1.1.2. Describir la ingesta de micronutrientes.
  - 1.1.3. Identificar patrones de consumo de alimentos.
  - 1.1.4. Evaluar la similitud entre los patrones de consumo de los jóvenes universitarios y los patrones definidos por los índices de calidad de la dieta (AHEI y aMED).
2. Estudiar la relación entre patrones dietéticos y la calidad seminal de los jóvenes.
  - 2.1.1. Analizar la asociación de los patrones dietéticos y los distintos parámetros espermáticos.
  - 2.1.2. Estudiar la relación entre índices de calidad de la dieta (AHEI y aMED) y la calidad seminal.
3. Analizar la asociación entre ácidos grasos y los parámetros de la calidad seminal en jóvenes.

### **II.3. Hipótesis**

#### Objetivo 1.

1. Los jóvenes universitarios de la Región de Murcia presentan una baja adherencia a la dieta mediterránea, con altas ingestas de carne, productos procesados, lácteos y una baja ingesta de fruta y verdura.
2. El valor medio de la ingesta de macronutrientes y micronutrientes de la población universitaria sigue las recomendaciones nutricionales establecidas.

#### Objetivo 2.

3. Una mayor ingesta de fruta y verdura está asociada con una mejor calidad seminal.
4. Los sujetos con peor calidad seminal tendrán un consumo mayor de productos lácteos y carnes procesadas.
5. Altas ingestas de carne, patatas y cereales integrales se relacionan con una mayor concentración espermática.
6. Bajas ingestas de bebidas y dulces se relacionan con una mayor concentración espermática.
7. Una mayor adherencia a una dieta caracterizada por altas ingestas de pescado, fruta, verduras, legumbres y cereales integrales se asocia con una mayor motilidad espermática.
8. Las puntuaciones de los índices de calidad de la dieta (AHEI y aMED) se correlacionan positivamente con los parámetros espermáticos.

#### Objetivo 3.

9. Una menor ingesta de grasas totales, de ácidos grasos saturados y de ácidos grasos poliinsaturados está asociada con una mejor calidad seminal.

### **III. Material y Método**

## **Material y Método**

### **III. 1. Descripción de la muestra**

Esta investigación se engloba dentro del Estudio de Hombres Jóvenes de Murcia [Murcia Young Men's Study (MYMS)]. Dicho estudio sigue un diseño de tipo transversal en el cual la población seleccionada son jóvenes estudiantes universitarios de 18 a 23 años de edad con un buen estado de salud. Esta investigación fue llevada a cabo en la Región de Murcia (España). El periodo de reclutamiento comprendió desde Octubre de 2010 a Noviembre de 2011. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos. Esta investigación fue aprobada por la Comisión de Bioética de la Universidad de Murcia.

Se colocaron anuncios, distribuidos a lo largo de todo el campus universitario, con el mensaje: “se buscan hombres jóvenes sanos universitarios para un proyecto de investigación”, para invitar a los estudiantes a participar en esta investigación. Para ser incluidos en el MYMS, los sujetos tenían que ser estudiantes de la Universidad de Murcia, nacidos en España después del 31 de Diciembre de 1987, y que fuera posible contactar con sus madres para que éstas cumplimentaran un cuestionario sobre posibles exposiciones intraútero. Doscientos cuarenta estudiantes contactaron con los investigadores, 17 de los cuales tenían alguno de los criterios de exclusión (no haber nacido en España: 5, no haber nacido en una fecha posterior al 31 de Diciembre de 1987: 9, y no tener la posibilidad de contactar con sus madres: 3). Por lo tanto, 223 estudiantes (92.9%) cumplían los criterios de inclusión y fueron citados para formar parte del estudio. Posteriormente, 215 (89.6%) estuvieron de acuerdo en participar en el estudio. El día de la visita, se realizó un examen andrológico, se recogió una muestra de semen y los participantes completaron cuestionarios sobre el estilo de vida, frecuencia alimentaria, exposición al tabaco y estado psicológico. Los participantes fueron recompensados por su participación.

## III. 2. Variables de estudio y métodos de medición

### III. 2.1. Examen físico

El peso corporal y la talla fueron medidos usando una báscula digital Tanita SC 330-S y un tallímetro telescópico, con un cursor abatible con una exactitud de milímetros. El Índice de Masa Corporal (IMC) fue calculado como el peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la altura en metros. El tamaño testicular se midió usando un orquidómetro de Prader. La presencia de varicocele u otras anomalías escrotales fueron también evaluadas, así como el vello púbico utilizando el estadio de Tanner. La presencia de varicocele fue clasificada como: no varicocele, solamente detectado durante la maniobra de Valsalva, palpable o visible.

### III. 2.2. Evaluación dietética

Se usó un cuestionario de frecuencia alimentaria semicuantitativo (CFA) para evaluar la ingesta diaria usual de alimentos y nutrientes (disponible en: <http://bibliodieta.umh.es/files/2011/07/CFA101.pdf>). El CFA incluía 101 ítems de alimentos para captar las principales fuentes de alimentos y nutrientes. Este cuestionario es una versión modificada a partir de un FFQ previo basado en el cuestionario de la Universidad de Harvard (Willett *et al.*, 1985), el cual fue desarrollado y validado en población adulta del sureste de España. Se utilizó la última versión disponible (Anexo 1) cuyo proceso de validación ha sido publicado recientemente (Vioque *et al.*, 2013) y descrito en el apartado de introducción de este mismo trabajo.

A los participantes en el estudio se les preguntó con qué frecuencia, de forma media, habían consumido al año anterior cada uno de los 101 ítems de alimentos incluidos en el cuestionario. En el FFQ se especifican los tamaños de las raciones para cada ítem alimenticio. El cuestionario admite nueve respuestas posibles, desde “nunca o menos de una vez al mes” a “seis veces o más al día”. Cada categoría de la frecuencia de alimentos para cada ítem alimenticio se convirtió en ingesta diaria de ese alimento. Por ejemplo, señalar la respuesta de “2-4 veces por semana” se convirtió en 0.43 raciones/ día (Tabla 22). Las raciones se ajustaron por el tamaño del alimento,

utilizando valores para las raciones diferentes en los alimentos de menor tamaño o que se consumen en pequeña cantidad (Anexo 2, Tablas 1-16).

Tabla 22. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día.

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0.00
2	1-3 veces por mes	0.07
3	1 vez por semana	0.14
4	2-4 veces por semana	0.43
5	5-6 veces por semana	0.79
6	1 vez por día	1.00
7	2-3 veces por día	2.50
8	4-5 veces por día	4.50
9	Más de 6 veces por día	6.50

La ingesta de alimentos, la ingesta de nutrientes y los índices de calidad alimentaria fueron calculados por el grupo EPINUT de la Universidad de Elche mediante el software específico MACRODIETA. Este software utiliza para los cálculos las ingestas diarias recogidas a partir del CFA y los valores nutricionales obtenidos principalmente de las publicaciones de las tablas de composición de alimentos del Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietética de Catalunya (CESNID 2008) y el Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA 2008), así como otras fuentes publicadas para los alimentos españoles y los tamaños de las porciones (Larqué *et al.*, 2003; Vicario *et al.*, 2003; Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación 2006; Olivares *et al.*, 2006; Griguol *et al.*, 2007). Con el fin de obtener los valores medios de ingesta diaria de nutrientes de cada individuo, se multiplicó la frecuencia de uso de cada alimento por la composición de nutrientes del tamaño de la porción especificada en CFA, y se añadieron los resultados obtenidos para cada nutriente en todos los alimentos.

La ingesta de ácidos grasos fue ajustada por la ingesta total de energía mediante el método de los residuales. Se utilizó una regresión lineal siendo cada tipo de ácido graso la variable dependiente y la ingesta total de energía como variable independiente (Willett 1990).

### III. 2.3. Análisis seminal

Se les pidió a los jóvenes que no eyacularan durante las 48 horas previas a la recogida de la muestra. No obstante, los sujetos no fueron excluidos si no habían mantenido el periodo de abstinencia establecido ( $n = 30$ ). El tiempo de abstinencia fue registrado como el tiempo entre la eyaculación actual y previa a partir de la información proporcionada por los sujetos de estudio. Las muestras de semen fueron obtenidas mediante masturbación en la clínica. El volumen eyaculado fue estimado a partir del peso de la muestra, asumiendo una densidad del semen de 1.0 g/ml.

La concentración espermática fue evaluada con un hemocitómetro (Improved Neubauer; Hauser Scientific Inc., Horsham, PA, USA). Para estimar la concentración espermática las muestras fueron diluidas en una solución de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) 0.6 M y formaldehído al 0.4% en agua destilada. La cámara del hemocitómetro fue cargada con la dilución y los espermatozoides contenidos en ella, para fijarlos en las dos cámaras del hemocitómetro humedecidas. A partir de la misma dilución, las dos cámaras del hemocitómetro fueron evaluadas, contándose al menos 200 espermatozoides por réplica. Los recuentos de las dos réplicas fueron comparados para ver si eran aceptablemente similares. Si así era, el valor medio fue calculado y usado en los análisis. Si no lo eran se preparaba una nueva dilución.

Los espermatozoides fueron clasificados como móviles o inmóviles (WHO, 2010) y con movimiento progresivo y no progresivo. Brevemente, el procedimiento consistió en lo siguiente. Se colocó una alícuota de semen bien mezclado de 10  $\mu\text{l}$  en un portaobjetos limpio que fue guardado a 37°C y cubierto con un cubreobjetos de 22 x 22 mm. La preparación fue colocada en la platina caliente del microscopio a 37°C e inmediatamente examinada a una magnificación de 400x. El recuento espermático fue calculado como el producto del volumen y concentración espermática. El resultado de este producto por la proporción de espermatozoides móviles es igual al recuento de espermatozoides móviles totales.

La determinación de la morfología se llevó a cabo tras dejar secar la muestra mediante exposición al aire ambiental, fijar y teñir siguiendo el protocolo de Papanicolaou. La morfología se evaluó usando el criterio estricto de Menkveld y Kruger (Menkveld *et al.*, 1990). La misma bióloga, especializada en reproducción asistida,

llevó a cabo todos los análisis espermáticos. Para incrementar la consistencia y la comparabilidad (variabilidad inter-laboratorios) cinco juegos de muestras de semen analizadas fueron duplicadas y enviadas durante el estudio desde el Departamento de Desarrollo y Reproducción de la Universidad de Copenhague a nuestro Laboratorio de Andrología.

### III. 3. Análisis estadístico

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de la ingesta de alimentos, nutrientes, índices de calidad alimentaria y estilos de vida.

Para identificar patrones dietéticos a posteriori, en una primera etapa exploratoria se realizó un análisis de conglomerados de K-medias. Para ello, inicialmente se reunieron los 101 ítems alimenticios del CFA<sub>MYMS</sub> en 46 grupos de alimentos predefinidos (Anexo 3, Tabla 1) basados en el contenido de nutrientes especificados en la Base de Datos Española de Composición de Alimentos (Red BEDCA 2012) y las Tablas de Composición de Alimentos de la USDA (Gebhardt & Thomas, 2002). Además, se tuvo en cuenta la clasificación de la pirámide alimenticia de Walter Willett. El análisis de conglomerados de K-medias es una herramienta diseñada para asignar casos a un número fijo de grupos (clústers o conglomerados) cuyas características no se conocen aún pero que se basan en un conjunto de variables especificadas. Se realizaron diversos modelos con un número distinto de clusters en el cual quedaba clasificado cada uno de los individuos y caracterizadas las diferencias entre clusters. En la determinación del número de conglomerados elegidos consideramos que los grupos menos numerosos constaran de más de 10 individuos, la interpretabilidad de los grupos y las diferencias entre éstos. Cada uno de los 215 jóvenes quedó asignado a unos de los 4 grupos o clusters identificados en el análisis. Se caracterizó a los 4 grupos de patrones de consumo de alimentos utilizando un análisis estadístico descriptivo de los 46 grupos de alimentos y teniendo en cuenta aquellos grupos que habían resultado estadísticamente significativos en el análisis de conglomerados de K-medias. Para evaluar la asociación entre patrones dietéticos y parámetros de la calidad seminal se llevó a cabo un análisis de la varianza (ANOVA) y análisis de la covarianza (ANCOVA) utilizando distintas covariables o factores de

confusión. En este análisis, la presencia de variables confusoras fue evaluada tras seleccionar un conjunto de éstas revisando las referencias de trabajos anteriores relacionados con calidad seminal: edad, IMC, tiempo de abstinencia, tiempo de procesamiento y estación de recogida de la muestra, presencia de varicocele, ejercicio físico moderado-extremo, tabaquismo, ingesta energética y cantidad de alcohol y caféina. Los factores de confusión que presentaron una significación estadística  $p \leq 0.10$  al introducirlos de forma aislada en los análisis previos entre los grupos de comportamiento alimentario y los parámetros de la calidad seminal, fueron incluidos en los modelos finales si seguían siendo significativos ( $p \leq 0.10$ ).

En una segunda etapa, se utilizaron distintas herramientas para la identificación de patrones dietéticos. Primero se identificaron patrones dietéticos *a posteriori* a través del análisis factorial. El análisis factorial es una técnica de reducción de datos que sirve para encontrar grupos homogéneos de variables a partir de un conjunto numeroso de variables. En este caso se hizo una nueva agrupación de alimentos confirmando un carácter más regional (Anexo 4, Tabla 1). Para dicho propósito se usaron como criterios la pirámide alimenticia actualizada de la Dieta Mediterránea (Bach-Faig *et al.*, 2011), las tablas de composición elaboradas por el CESNID (CESNID 2008) y la información recogida a través de publicaciones realizadas por expertos españoles (Abellán *et al.* 2005; Ros *et al.* 2005; Ruiz *et al.* 2005) (Véase introducción). Se utilizó el método de Regresión para la estimación de las puntuaciones factoriales. Para evaluar la asociación entre los factores o patrones dietéticos identificados y los parámetros de la calidad seminal se usó el análisis de regresión lineal.

Se determinaron patrones dietéticos *a priori* mediante el cálculo de los índices de calidad de la dieta: AHEI y aMED. Su relación con la calidad seminal fue valorada mediante ANOVA y ANCOVA.

Por último, se analizó la asociación entre la ingesta de ácidos grasos ajustada por el método de residuales (Willett 1990) y los parámetros espermáticos, utilizando modelos multivariantes de ANCOVA. Se emplearon los parámetros seminales como variables dependientes continuas y distintas categorías de ingesta de ácidos grasos correspondientes a su distribución en cuartiles. Se consideró que existía una asociación entre dichas variables si se hallaba una tendencia lineal estadísticamente significativa entre cuartiles, o una diferencia estadísticamente significativa entre los parámetros de la

calidad seminal y cualquiera de los cuartiles tomando como referencia el primer cuartil. Las distintas variables correspondientes a la calidad seminal fueron transformadas para conseguir la normalidad de los datos y una mejora de la homocedasticidad. Se eliminaron los datos evaluados en 6 sujetos debido a que estos presentaban una ingesta energética superior a 5000 Kcal/día, lo que es poco probable. El potencial efecto del IMC ( $\text{kg/m}^2$ ), el tiempo de abstinencia (horas), tiempo hasta el inicio del análisis de la muestra (minutos), la ingesta energética (Kcal/día), de alcohol (g/día) y de cafeína (mg/día), la actividad física [no vs ligera (6-14 horas semanales/ > 14 horas semanales), moderada (6-14 horas semanales/ > 14 horas semanales), extrema (6-14 horas semanales/ > 14 horas semanales)], la presencia de varicocele (sí vs. no), tabaquismo (fumador vs. no fumador) y estación del año (invierno vs. primavera, verano u otoño), fue evaluada usando el análisis de regresión lineal. Si la inclusión de covariables potenciales daba como resultado un cambio en el coeficiente de regresión  $\beta < 10\%$ , la variable no fue incluida en los modelos finales.

Se estableció el nivel de significación estadística en 0.05 para todos los tests (con la excepción anteriormente mencionada para establecer covariables) y éstos fueron bilaterales. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa estadístico IBM SPSS 19.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). Para la representaciones gráficas fue usado el programa Excel 2007 Microsoft Office system (Microsoft Corporation, Redmond, USA).

## **IV. Resultados**

## **IV.1. Análisis descriptivo de la composición de la dieta de los jóvenes universitarios de la Región de Murcia y su adecuación a las recomendaciones nutricionales**

### **IV.1.1. Grupos de alimentos**

Los estudiantes varones de la Universidad de Murcia presentan un patrón de consumo de alimentos notablemente distinto a las pautas establecidas para una Dieta Mediterránea en el último consenso entre países mediterráneos (Figura 13). Los jóvenes consumen una mayor cantidad de carne, dulces, embutidos, patatas y comidas preparadas respecto a las frecuencias recomendadas. Por el contrario, se consume una menor cantidad de verduras, frutas, legumbres, cereales, frutos secos y aceite de oliva que la recomendación establecida. En cuanto al pescado y al marisco se cumple de forma notable la recomendación ya que se consume más de las 2 raciones semanales que se han de consumir como mínimo. Podríamos decir que el patrón de consumo de los estudiantes se asemeja a la recomendación establecida para los productos lácteos (2 raciones diarias) y los huevos (2-4 raciones a la semana).

La Tabla 23 resume el análisis descriptivo de la ingesta de alimentos de los jóvenes varones de la Universidad de Murcia, representada por la mediana y el rango intercuartílico. También recoge la ingesta diaria recomendada en la pirámide de la Dieta Mediterránea (Bach-Faig *et al.* 2010). Esta tabla reúne además, el porcentaje de sujetos que no cumplen los valores de referencia consensuados para la Dieta Mediterránea (DM). Adicionalmente, se indica el porcentaje correspondiente a la mediana del cociente entre las raciones ingeridas por cada individuo y la media de las raciones recomendadas, menos 100, para cada grupo de alimentos. Dichos valores, indican la proporción de la cantidad ingerida que supera o no alcanza el 100% de la ingesta recomendada. Este último valor es positivo cuando la ingesta de los sujetos es superior a la recomendada en la DM y negativo si la ingesta es inferior a la recomendación. Esta información amplía y completa la información presentada de forma gráfica (Figura 13).

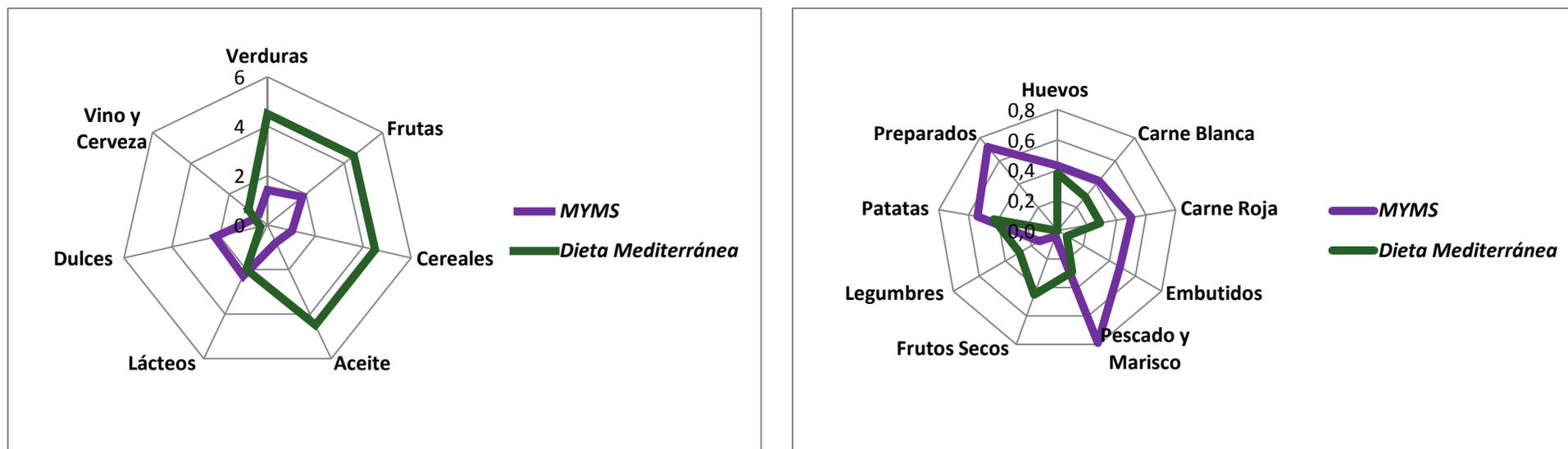


Figura 13. Gráfico radial comparativo entre la Dieta Mediterránea y la dieta de los jóvenes del estudio MYMS.

La ingesta diaria de dulces y embutidos se aleja drásticamente de los valores de referencia de la DM. El 95.7% de los estudiantes no sigue la recomendación respecto al consumo de embutidos y el 96.7% toma más dulces de lo recomendado (Tabla 23). La DM aconseja menos de 1 ración semanal de carnes procesadas y menos de 2 raciones a la semana de dulces. Así, se consume 6.6 veces más embutidos [IQR (839.93%, 305.73%)] y 7.6 veces más dulces de lo aconsejado [IQR (1330.02%, 323.38%)]. También se consume más carne de lo recomendado, un 71.03% de carne roja [IQR (143.45%, -1.38%)] y un 47.93% de carne blanca [IQR (97.24%, -27.59%)], tomando como referencia 2 raciones a la semana de cada tipo de carne. Por el contrario, en general, la ingesta de los productos de origen vegetal es menor que los criterios de referencia establecidos. Se consume un 64.7% menos de verduras [IQR (-43.96%, -80.96%)], un 59,6% menos de frutas [IQR (-38.31%, -76.45%) ], un 74.6% menos de frutos secos y aceitunas [IQR (-42.80%, -83.02%) ] y un 50.7% menos de legumbres [IQR (47.93%, -50.69% )], respecto a las raciones diarias para estos alimentos en una dieta típicamente mediterránea. Podemos decir que el 91.9% de los estudiantes no consume las 4 raciones diarias de verduras y hortalizas indicadas y el 84.2% no consume las 3-6 frutas diarias recomendadas. Asimismo, el 84.2% no ingiere de 1 a 2 raciones diarias aconsejadas de frutos secos, aceitunas y semillas y la ingesta del 60.3% de los sujetos es inferior a 2 raciones semanales de legumbres. En cuanto al aceite de oliva, el 98.6% de los individuos no consume de 1 a 2 cucharadas en cada comida principal tanto para cocinar como para aderezar. Esto representa una disminución del 82.5% de la ingesta indicada en la DM [IQR (-77.78%, -90.47%)]. Sin embargo, se consume una cucharada de otros tipos de grasas vegetales entre las que se encuentra la margarina [1.1, IQR: (1.8 – 0.6)]. También, la ingesta de pan, cereales y pasta es menor de 1 a 2 raciones en cada comida principal [1.0, IQR: (2.5 – 0,75)], lo que se corresponde con que el 72.7% de los estudiantes no sigue dicha sugerencia respecto al consumo de cereales. En el caso del grupo de los lácteos y huevos, en los cuales la ingesta está en consonancia con las recomendaciones de la Dieta Mediterránea podemos indicar ciertos matices. Aunque el 81.3% de los jóvenes no cumplen la recomendación para los lácteos en sentido estricto, esto es, consumen un 12.5% más o menos de las dos raciones diarias de lácteos y derivados, la ingesta es tan sólo un 14.3% superior [IQR: (77.49%, -21.12%)]. En este sentido el 43.1% de los jóvenes no consumen entre las 2 y

4 raciones semanales de huevo, pero esta ingesta es muy ligeramente inferior a la recomendación [-0.23%, IQR (-0.23% , -0.23% )].

Tabla 23. Ingestas medias de los grupos de alimentos en el estudio MYMS (n = 209).

Grupo de alimentos	Raciones diarias <sup>1*</sup>		Recomendación		
	Mediana	RIQ	Dieta Mediterránea <sup>2</sup>	% <sup>3</sup>	Cociente <sup>4</sup>
Lácteos y derivados	2.29	(3.55-1.58)	2.00	81.3%	14.30% (77.49%, -21.12%) <sup>5</sup>
Huevos	0.43	(0.43-0.43)	0.47-0.29	43.1%	-0.23% (-0.23% , -0.23% )
Carne total	1.42	(1.96-1.07)	—	—	—
Carne blanca	0.43	(0.57-0.21)	0.29	71.8%	47.93% (97.24%, -27.59%) <sup>6</sup>
Carne roja	0.50	(0.71-0.29)	<0.29	68.9%	71.03% (143.45%, -1.38%)
Embutidos	0.48	(0.68-0.29)	≤ 0.072	95.7%	565% (839.93%, 305.73%)
Pescado y marisco	0.79	(1.22-0.55)	≥ 0.29	9.6%	172.4% (320.42%, 90.48%)
Pescado azul	0.42	(0.73-0.25)	—	—	—
Pescado blanco	0.21	(0.29-0.13)	—	—	—
Marisco	0.12	(0.19-0.07)	—	—	—
Frutas y verduras	3.44	(5.16-2.15)	—	—	—
Verduras	1.41	(2.24-0.76)	≥ 4.00	91,9%	-64.69% (-43.96%, -80.96%)
Frutas	1.82	(2.77-1.06)	6.00-3.00	84.2%	-59.63% (-38.31%, -76.45%)
Frutos secos y aceitunas	0.11	(0.26-0.08)	0.60-0.30	84.2%	-74,58% (-42.80%, -83.02%)
Legumbres	0.14	(0.43-0.14)	≥ 0.29	60,30%	-50.69% (47.93%, -50.69% )
Cereales y Pasta	1.03	(1.59-0.64)	6.00-3.00	72.7%	-49.20% (-23.57%, -66.69%)
Pan	1.00	(2.50-0.79)			
Patatas	0.54	(0.70-0.27)	≤ 0.43	57.9%	24.66% (60.96%, -36.15%)
Dulces	2.20	(4.15-1.23)	≤ 0.29	96,7%	658.97% (1330.02%, 323.38%)
Aceite de oliva	0.79	(1.00-0.43)	6.00-3.00	98.6%	-82.53% (-77.78%, -90.47%)
Grasas vegetales	1.10	(1.80-0.57)	—	—	—
Grasas animales	0.00	(0.03-0.00)	—	—	—
Comidas preparadas	0.72	(1.07-0.44)	No recomendado	—	—
Especias	—	—	Sin restricción	—	—

Grupo de alimentos	Raciones diarias <sup>1*</sup>		Recomendación		
	Mediana	RIQ	Dieta Mediterránea <sup>2</sup>	% <sup>3</sup>	Cociente <sup>4</sup>
Vino y cerveza	0.50	(0.93-0.21)	1.00	74.6%	-50.40% (-7.10%, -7.90%) <sup>7</sup>
Bebidas sin alcohol	6.30	(7.60-4.67)	—	—	—
Infusiones y café	0.43	(1.00-0.07)	—	—	—
Bebidas alcohólicas	0.84	(1.29-0.27)	—	—	—

<sup>1</sup>Raciones diarias: raciones diarias consumidas ajustadas por tamaño.

\* Mediana y RIQ.

<sup>2</sup>Recomendación DM (Bach-Faig *et al.* 2011): raciones diarias consumidas ajustadas por tamaño.

<sup>3</sup> %: porcentaje de sujetos que no cumplen la recomendación de raciones diarias de la DM.

<sup>4</sup> Cociente [mediana (IQR)]: numerador: raciones consumidas<sup>1</sup>; denominador: media recomendación DM <sup>2</sup>; menos el 100% de la ingesta.

<sup>5</sup> Lácteos: % recomendación (1.75-2.25 raciones/día).

<sup>6</sup> Carne blanca: % recomendación (0.21-0.36 raciones/día) .

<sup>7</sup> Vino y cerveza :% recomendación (0.75-1.25 raciones/día).

#### IV.1.2. Ingesta de macronutrientes

Los jóvenes varones de la Universidad de Murcia consumen diariamente una media de 250.77 g de hidratos de carbono (SD: 89.24), 115.65 g de proteínas (SD: 42.17) y 103.43 g de lípidos (SD: 37.30) (Tabla 24). Esto representa un 41.38% un 19.02% y un 38.04% de la ingesta energética media diaria respectivamente, siendo la ingesta total de 2433.81 Kcal/día (SD: 757.91). En el documento de consenso editado por la FESNAD y la SEEDO se establecieron los valores recomendados para la ingesta de macronutrientes (Gargallo Fernández *et al.* 2011). Comparando los resultados hallados respecto a las recomendaciones, encontramos que los estudiantes consumen ligeramente más lípidos (38.04% vs. 25-35%) y menos hidratos de carbono (41.38% vs 45-55%).

Tabla 24 . Ingesta diaria de macronutrientes expresada en gramos por día (n= 209).

Macronutriente	Media (g)	SD (g)	Ingesta energética (SD) (%)
Hidratos de Carbono	250.77	89.24	41.38% (7.38)
Proteínas	115.65	42.17	19.02% (3.34)
Grasas	103.43	37.30	38.04% (5.92)
Grasas saturadas	33.33	13.63	12.24% (2.92)
Grasas monoinsaturadas	45.43	16.85	16.73% (3.13)
Grasas poliinsaturadas	16.75	7.02	6.15% (1.39)
ω-3	1.88	0.78	—
linolénico	1.26	0.47	—
ω-6	14.65	6.40	—
DHA	0.41	0.32	—
Grasas trans	1.85	0.96	0.69% (0.27)
Colesterol (mg)	418.86	185.95	—
Ratio ω-6/ ω-3	8.11	2.41	—
Fibra	22.34	9.37	—
Ingesta Energética (Kcal)	2433.81	757.91	—

Dentro del grupo de los lípidos, encontramos que de los 103.43 g de grasas totales, 33.33 g corresponden a la ingesta de grasas saturadas, 45.43 g a grasas monoinsaturadas y 16.75 a grasas poliinsaturadas. Así las grasas saturadas conforman el 12.24% de la ingesta superando notablemente la recomendación establecida (<7%). Por el contrario, la proporción media de la ingesta energética procedente del resto de grasas cumplen los valores de referencia establecidos: grasas monoinsaturadas (16.73% vs 15-20%), grasas poliinsaturadas (6.15% vs <7%) y grasas trans (0.69% vs <2%). La SENC marcó una serie de objetivos nutricionales para el año 2010 respecto a la ingesta de macronutrientes. Se observó que la ingesta media diaria de ácido linolénico es de 1.26 g

(SD: 0.47), menor que los 2 g al día recomendados, y la ingesta de ácido docosahexaenoico es de 0.41 g (SD: 0.32), superando de forma notable el valor propuesto (> 200 mg/día). Se observó una ratio de ácidos grasos  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 igual a 8.11 (SD: 2.41). Las recomendaciones indican que dicho ratio debe ser entre 4 y 5 (Varela-Moreiras *et al.*, 2010). Se halló una ingesta de colesterol media de 418.86 mg (SD: 185.95), siendo el valor de referencia aconsejado inferior a 300 mg/día. La SENC propuso como objetivo que el consumo de fibra fuera superior a 25 g diarios. En la muestra analizada se observó una ingesta de 22.34 g de fibra al día (SD: 9.37).

### IV.1. 3. Ingesta de micronutrientes y antioxidantes

La ingesta de micronutrientes engloba a la ingesta de vitaminas y minerales. En cuanto a la ingesta de vitaminas, se halló que la ingesta media de vitamina A es de 1560.52  $\mu\text{g}$  (SD: 1410.33), de vitamina D 4.19  $\mu\text{g}$  (SD: 2.84) y de ácido fólico 321.61  $\mu\text{g}$  (SD: 136.78), siendo la ingesta diaria recomendada de 1000  $\mu\text{g}$ , 5  $\mu\text{g}$  y 400  $\mu\text{g}$ , respectivamente (Tabla 25). El valor medio de la ingesta de vitamina B<sub>6</sub> es de 2.68 mg (SD: 1.20) y de vitamina B<sub>12</sub> 14.64 mg (SD: 10.07). Dichos resultados superan las necesidades diarias marcadas para los varones españoles de 20 a 39 años. Se ingieren 131.04 mg de vitamina C (SD: 78.25) y 11.41 mg de vitamina E (SD: 5.21), siendo de 60 mg y 12 mg, respectivamente, los valores de referencia recomendados.

Tabla 25. Ingesta diaria de vitaminas (n= 209)

Vitaminas	Ingesta		Ingesta Recomendada			
	Media (SD)	Mediana (IQR)	IDR <sup>1</sup>	IDR	% IDR <sup>2</sup>	%
Vitamina A ( $\mu\text{g}$ )	1560.52 (1410.33)	1156.78 (1844.79 - 706.49)	IDR <sup>1</sup>	1000	% IDR <sup>2</sup>	42.6
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	2.68 (1.20)	2.48 (3.18 - 1.89)	IDR	1.8	% IDR	20.6
Folato ( $\mu\text{g}$ )	321.61 (136.78)	290.95 (382.31 - 216.41)	IDR	400	% IDR	77.5
Vitamina B <sub>12</sub> (mg)	14.64 (10.27)	12.31 (17.11 - 8.29)	IDR	2	% IDR	0
Vitamina C (mg)	131.04 (78.25)	112.24 (161.03 - 78.25)	IDR	60	% IDR	11.5
Vitamina D ( $\mu\text{g}$ )	4.19 ( 2.84)	3.49 (4.94 - 2.38)	IDR	5	% IDR	76.1
Vitamina E (mg)	11.41 ( 5.21)	10.26 (13.40 - 7.85)	IDR	12	% IDR	66.0

<sup>1</sup>IDR: Ingesta Diaria Recomendada para hombres entre 20 y 39 años (Cuervo *et al.* 2009).

<sup>2</sup>Porcentaje de individuos que no alcanzan la IDR.

La ingesta de vitamina B<sub>12</sub> de los jóvenes universitarios supera ampliamente la ingesta recomendada (Figura 14). Además de la vitamina B<sub>12</sub> o cianocobalamina, la ingesta de vitamina C, vitamina B<sub>6</sub> y vitamina A, correspondiente al valor de la mediana, también supera los valores de referencia recomendados para los jóvenes varones españoles.

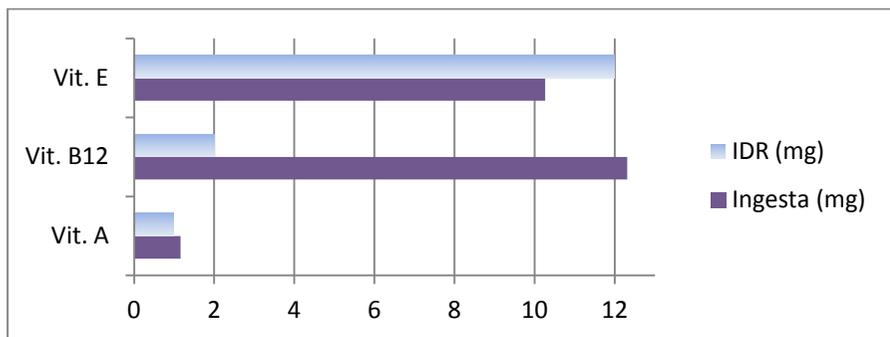


Figura 14. Comparación de los valores entre la ingesta de vitaminas E, B<sub>12</sub> y A recomendada y la hallada en la muestra de estudio (mediana).

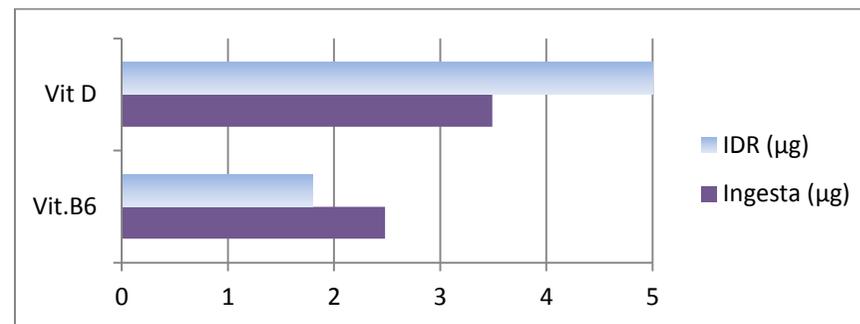


Figura 15. Comparación de los valores entre la ingesta de vitaminas D y B<sub>6</sub> recomendada y la hallada en la muestra de estudio (mediana).

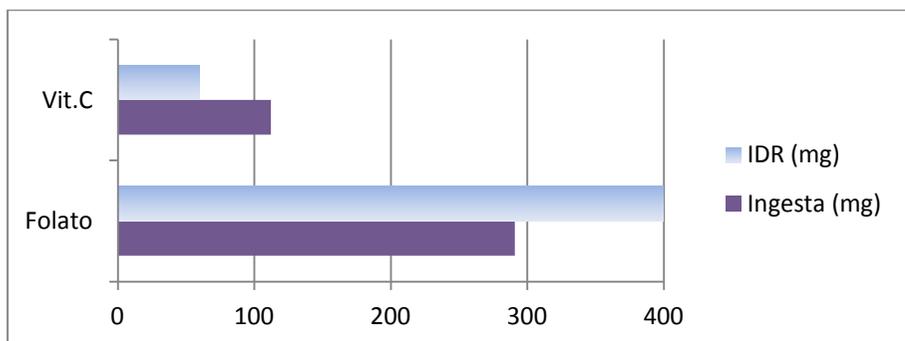


Figura 16. Comparación de los valores entre la ingesta de vitaminas C y ácido fólico recomendada y la hallada en la muestra de estudio (mediana).

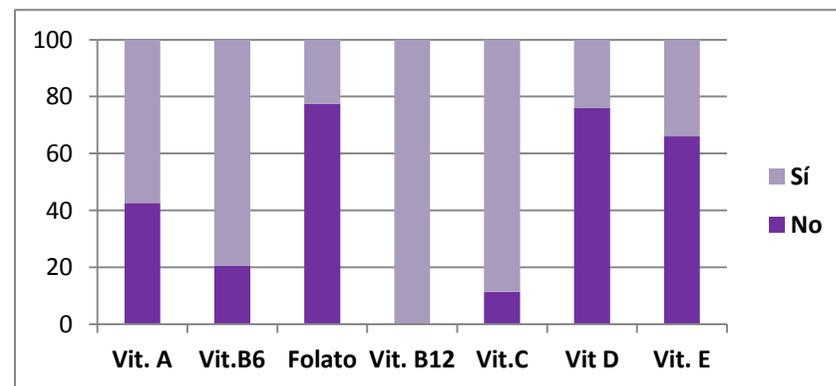


Figura 17. Proporción de individuos que cumplen ingesta diaria recomendada de vitaminas.

(Figura 14 y 16). Por el contrario, la mediana de las ingestas de vitamina E, D y ácido fólico no alcanzan las ingestas diarias recomendadas (IDR) (Figura 14-16). Concretamente, la mayor proporción de individuos que no alcanzan la IDR corresponde al ácido fólico (77.5%), valor muy próximo al de las vitaminas D (76.1%) y E (66%) (Figura 7). También se observó que casi la mitad de los individuos no alcanzan los valores de referencia para la vitamina A (42.6%), siendo menor la proporción para las vitaminas C (11.5%) y B<sub>6</sub> (20.6%). La vitamina B<sub>12</sub> es la única vitamina para la cual todos los sujetos alcanzaban la IDR.

La Tabla 26 resume la ingesta de minerales mediante el valor de la media y la mediana acompañados de la desviación estándar y el rango intercuartílico, respectivamente. La ingesta media diaria fue 24.25 mg de hierro (SD: 9.30), 1256.89 mg de calcio (SD:800), 31.15 mg de zinc (SD: 11.86), 402.98 mg de magnesio

Tabla 26. Ingesta diaria de minerales (n = 209).

Vitaminas	Ingesta		Ingesta Recomendada			
	Media (SD)	Mediana (Rango)	IDR <sup>1</sup>		% IDR <sup>2</sup>	
Calcio (mg)	Media (SD)	1256.89 (570.23)	IDR <sup>1</sup>	800	% IDR <sup>2</sup>	18.7
	Mediana (Rango)	1156.99 (1542.99 – 842.42)				
Hierro (mg)	Media (SD)	24.25 (9.30)	IDR	10	% IDR	1.9
	Mediana (Rango)	22.32 (28.60 – 18.27)				
Potasio (µg)	Media (SD)	3633.13 (1292.33)	IDR	3500	% IDR	51.7
	Mediana (Rango)	3439.13 (4329.74 – 2680.95)				
Sodio (mg)	Media (SD)	3665.94 (1305.41)	IDR	—	% IDR	—
	Mediana (Rango)	3463.93 (4462.28 – 2707.71)				
Cinc (mg)	Media (SD)	31.15 (11.86)	IDR	15	% IDR	2.9
	Mediana (Rango)	30.14 (35.61 – 23.49)				
Magnesio (mg)	Media (SD)	402.98 (143.53)	IDR	350	% IDR	41.1
	Mediana (Rango)	375.93 (481.34 – 299.00)				
Yodo (µg)	Media (SD)	154.80 (70.35)	IDR	140	% IDR	50.2
	Mediana (Rango)	139.75 (190.03 – 107.87)				

<sup>1</sup>IDR: Ingesta Diaria Recomendada para hombres entre 20 y 39 años (Cuervo *et al.* 2009).

<sup>2</sup>Porcentaje de individuos que no alcanzan la IDR.

(SD: 143.53). La ingesta de potasio y yodo fue de 3633.13 µg (SD: 1292.33) y 154.80 µg (SD: 70.35), respectivamente. Se alcanzaron las IDR para todos los minerales. La ingesta media diaria de sodio fue de 3665.94 mg (SD: 1305.41), valor que cumple la recomendación de la SENC de que se ingiera una cantidad de sodio o sal común menor

a 6 g/día.

La proporción de sujetos que no cumplen la IDR para los minerales, tomando como referencia el valor de la mediana, fue más alta para el potasio (51.7%) y el yodo (50.2%) que para el resto de minerales, seguidos del magnesio (50.2%) (Figura 19). Sin embargo, la mediana de las ingestas de dichos minerales fue muy próxima a la IDR (Figuras 18-19). La proporción de individuos que no seguían las recomendaciones nutricionales para el calcio, hierro y cinc fueron notablemente menores: 18.7%, 1.9%, 2.9%, respectivamente.

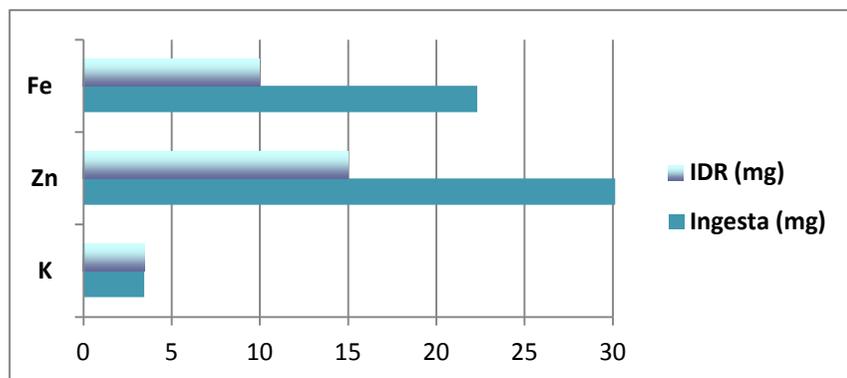


Figura 18. Comparación de los valores entre la ingesta de Fe, Zn y K recomendada y la hallada en la muestra de estudio (mediana).

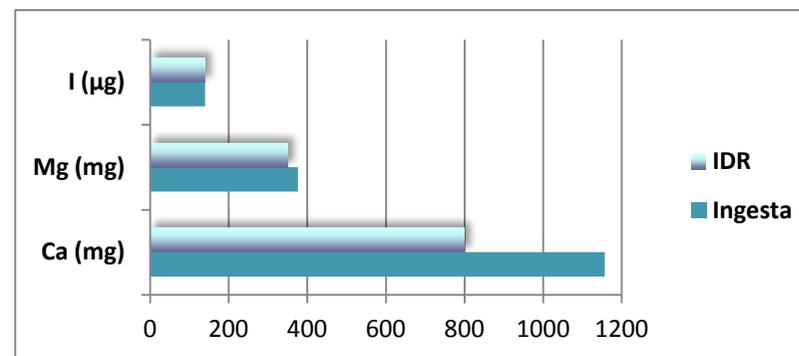


Figura 19. Comparación de los valores entre la ingesta de I, Mg y Ca recomendada y la hallada en la muestra de estudio (mediana).

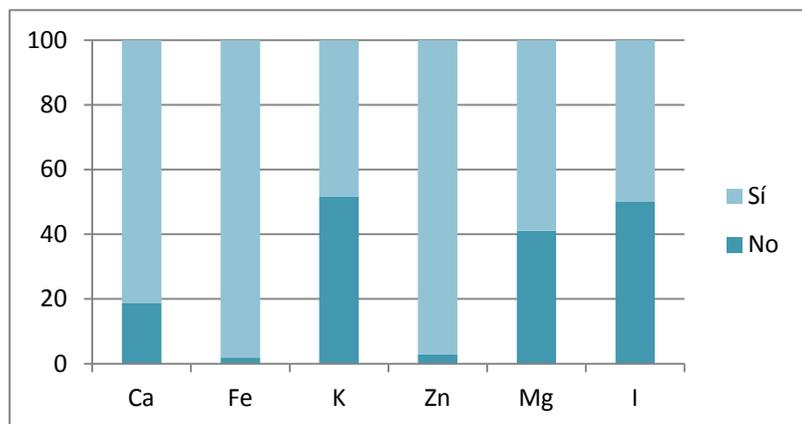


Figura 20. Proporción de individuos que cumplen o no la ingesta diaria recomendada de minerales.

La Figura 21 muestra la contribución de cada tipo de antioxidantes a la ingesta total de antioxidantes. El licopeno, presente principalmente en el tomate, aporta la mayor proporción a la ingesta de antioxidantes seguido del  $\beta$ -caroteno y el grupo constituido por luteína-zeoxantina. Las principales fuentes de zeoxantina y luteína son los vegetales de hoja verde oscura, el maíz, el espárrago, los pimientos rojos y el brócoli. Las zanahorias, los vegetales de hoja verde oscura y algunas coles son los alimentos con un mayor contenido en  $\beta$ -caroteno. Por el contrario, los antioxidantes que proporcionan un menor aporte a la ingesta total son la criptoxantina y el  $\alpha$ -caroteno, presentes en la naranja, níspero y mandarina y en la zanahoria, respectivamente.

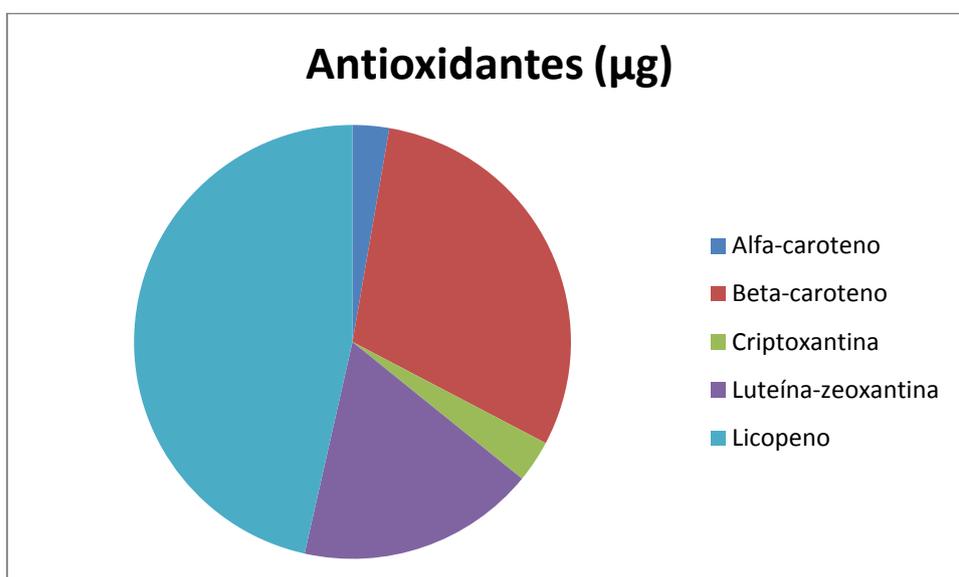


Figura 21. Contribución de cada tipo de antioxidante a la ingesta total de antioxidantes.

Específicamente, se halló que la ingesta media de licopeno entre los estudiantes varones de la Universidad de Murcia es de 4729.05  $\mu\text{g}$  (SD: ) y la de luteína-zeoxantina de 2043.76  $\mu\text{g}$  (SD: 1952.47) (Tabla 27). La suma de estos tres antioxidantes constituye la ingesta total de antioxidantes del grupo químico de las xantofilas siendo de 6772.82  $\mu\text{g}$  (SD: 3983.78). Las ingesta media total de antioxidantes del grupo de los carotenos es de 4014.93  $\mu\text{g}$  (SD: 2995.23). Este último grupo está constituido por el  $\alpha$ - caroteno el  $\beta$ -caroteno y la criptoxantina, cuyas ingestas medias diarias son: 376,84  $\mu\text{g}$  (SD: 392.44), 3303.25  $\mu\text{g}$  (SD: 2481.54) y 334.83  $\mu\text{g}$  (SD: 238.37), respectivamente. La distribución

de las distintas ingestas diarias de antioxidantes es notablemente asimétrica, como podemos observar al comparar los valores correspondientes a la media y mediana de las ingestas (Tabla 27).

Tabla 27. Ingesta diaria de antioxidantes no vitamínicos (n= 209).

Antioxidantes	Media (SD)	Mediana (IQR)
$\alpha$ -caroteno ( $\mu\text{g}$ )	376,84 (392.44)	232.20 (413.77 – 128.98)
$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}$ )	3303.25 (2481.54)	2581.54 (4277.06 – 1505.07)
Criptoxantina ( $\mu\text{g}$ )	334.83 (238.37)	269.08 (436.41 – 163.09 )
Luteína-zeoxantina ( $\mu\text{g}$ )	2043.76 (1952.47)	1517.91 (2663.26 – 780.70)
Licopeno ( $\mu\text{g}$ )	4729.05 (2877.90)	3996.02 (6589.11 – 2491.80)
Carotenos <sup>1</sup> ( $\mu\text{g}$ )	4014.93 (2995.23)	3082.22 (5122.44 – 1839.35)
Xantofilas <sup>2</sup> ( $\mu\text{g}$ )	6772.82 (3983.78)	5915.91 (9213.89– 3724.60)

<sup>1</sup> Carotenos:  $\alpha$ - caroteno +  $\beta$ -caroteno + criptoxantina (Beltrán *et al.*, 2012).

<sup>2</sup> Xantofilas= licopeno + luteína + zeoxantina (Beltrán *et al.*, 2012).

## **IV.2. Patrones dietéticos e índices de calidad de la dieta en jóvenes universitarios**

### **IV.2.1. Patrones dietéticos “a posteriori” (I): análisis de conglomerados de k-medias**

Las características de la ingesta alimentaria de los 215 sujetos de estudio, en términos de los cuatro grupos identificados con comportamientos frente a la alimentación distintos, se muestran en la Figura 22. La identificación de estos 4 grupos con un patrón alimenticio diferente se inició a partir de 46 grupos de alimentos con características nutricionales distintas (Anexo 3, Tabla 1). Los cuatro grupos comportamiento alimentario se forman principalmente en base a 20 grupos alimenticios: aceite vegetal, hortalizas, frutas, pescado azul, blanco y frito, carne roja, bollería y galletas, preparados, dulces para añadir, carne roja, embutidos, pan, pan integral, frutos secos, cereales de desayuno, chocolate, sal y agua ( $p \approx 0.00$ ) (Tabla 28). Aparecen tres patrones más generalistas, primero, segundo y cuarto grupo (Figura 22). Así, el primer grupo consume más de todos los alimentos que los demás, el segundo consume menos que el resto y el cuarto grupo consume una cantidad intermedia entre ambos. Además, el primer grupo engloba altas ingestas de cereales de desayuno, pan, aceite vegetal, queso, embutidos y pescado azul y se puede apreciar que consume más ácidos grasos. El segundo grupo elige en su dieta menos hortalizas, frutas, frutos secos, mantequilla y margarina, preparados, chocolate, sal y agua. El tercer grupo atiende a un comportamiento alimentario más selectivo consumiendo de forma claramente más destacada algunos alimentos, principalmente bollería y galletas, chocolate y refrescos azucarados pero también más embutidos, carne roja, preparados, dulces para añadir y frutos secos y menos pescado blanco y café. Por último, el cuarto grupo, que presenta un consumo de alimentos intermedio, toma más lácteos, café y café descafeinado y menos dulces para añadir y sal que el resto de los grupos. La Tabla 28 muestra los valores de la media y la mediana, junto a las medidas de dispersión, de la ingesta de los distintos grupos de alimentos y las frecuencias de consumo.

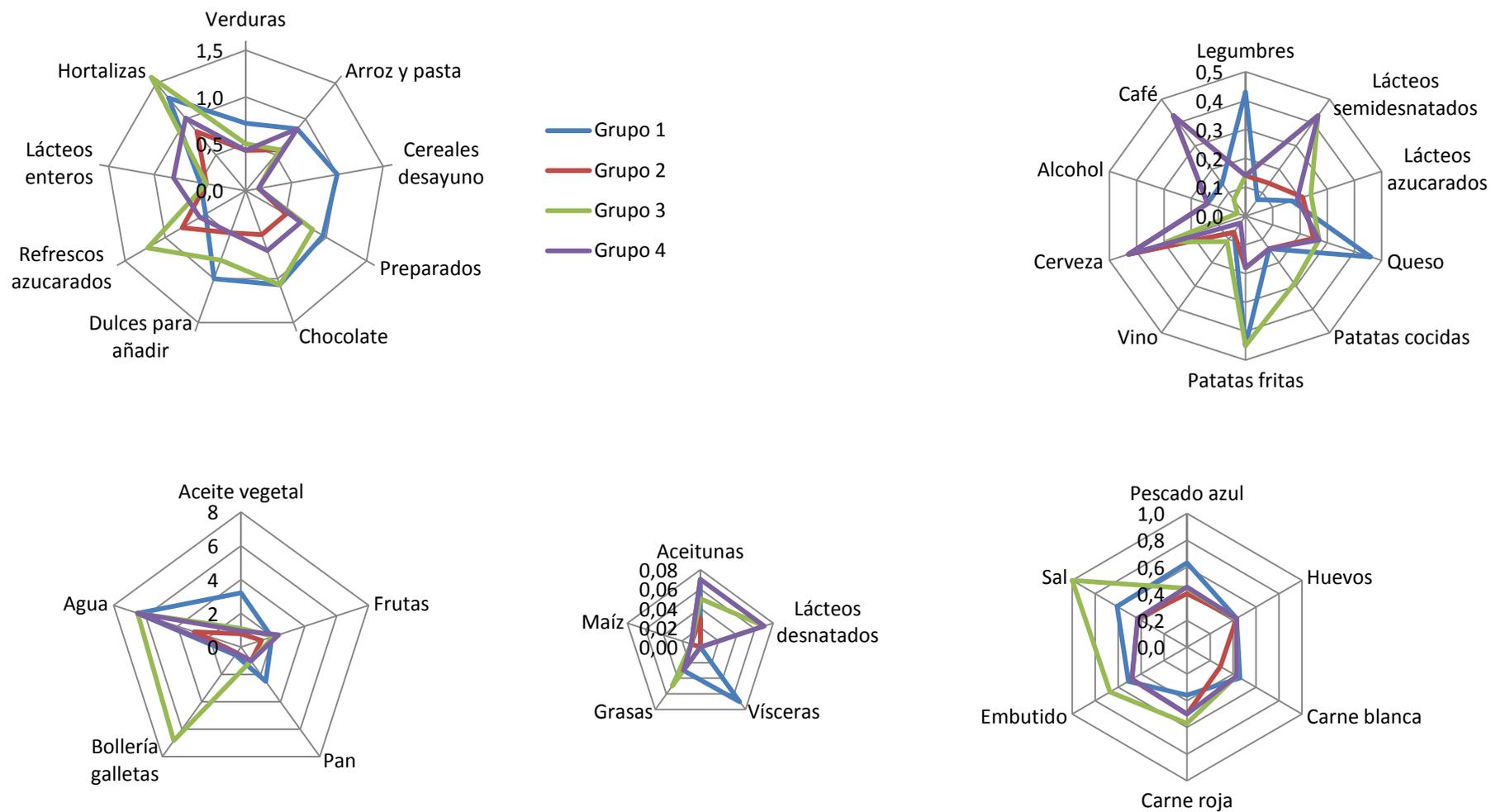


Figura 22. Gráficos radiales de los grupos según la ingesta alimentaria identificados mediante análisis de conglomerados de K-medias.

Tabla 28. Análisis descriptivo de la ingesta de alimentos para los distintos grupos de patrón de consumo de alimentos.

Alimento	PATRÓN DE CONSUMO DE ALIMENTOS								p <sup>2</sup>
	1		2		3		4		
	n= 24		n= 99		n= 16		n= 76		
	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	
<b>Nivel 1: Aceites vegetales y granos integrales, en la mayoría de las comidas</b>									
Pan Integral	Nunca ó < 1 mes	0.524 (1.112) <sup>3</sup>	Nunca ó < 1 mes	0.1772 (0.429)	Nunca ó < 1 mes	0.124 (0.258)	Nunca ó < 1 mes	0.29 (0.557)	0.05*
		0.000 (0.00-4.50) <sup>4</sup>		0.000 (0.00-2.50)		0.000 (0.00-1.00)		0.000 (0.00-2.50)	
Aceite Vegetal	2-3 veces por día	3.518 (2.028)	5-6 veces por semana	0.828 (0.69)	1 vez por día	1.61 (1.23)	1 vez por día	0.99 (0.70)	0.00*
		3.215(0.43-9.00)		0.79 (0.00-3.50)		1.11 (0.43-5.00)		0.96 (0.00-2.64)	
<b>Nivel 2: Frutas (2-3 veces al día) y verduras (en abundancia)</b>									
Verduras	5-6 veces por semana	0.85 (0.67)	2-4 veces por semana	0.54 (0.57)	2-4 veces por semana	0.81 (0.80)	2-4 veces por semana	0.60 (0.62)	0.10
		0.72 (0.07-2.64)		0.43 (0.00-4.50)		0.50 (0.14-2.71)		0.43(0.00-3.07)	
Hortalizas	1 vez por día	1.62 (1.20)	1 vez por día	0.96 (0.71)	1 vez por día	1.42 (0.69)	1 vez por día	1.23 (1.05)	0.01*
		1.29 (0.20-5.06)		0.82 (0.00-3.78)		1.58 (0.35-2.80)		1.01 (0.02-5.19)	
Frutas	2-3 veces por día	2.12 (1.14)	1 vez por día	1.61 (1.11)	2-3 veces por día	2.78 (2.00)	2-3 veces por día	2.53 (1.77)	0.00*
		1.92 (0.36-4.85)		1.29 (0.00-6.09)		2.05 (0.70-6.85)		2.35 (0.00-7.81)	
Aceitunas	1 vez por semana	0.08 (0.09)	1-3 veces por mes	0.07 (0.08)	1 vez por semana	0.09 (0.13)	1 vez por semana	0.10 (0.11)	0.33
		0.07 (0.00-0.39)		0.03 (0.00-0.50)		0.05 (0.00-0.50)		0.07 (0.00-0.50)	
<b>Nivel 3: Nueces y legumbres, 1-3 veces al día</b>									
Legumbres	2-4 veces por semana	0.33 (0.23)	1 vez por semana	0.26 (0.21)	1 vez por semana	0.31 (0.25)	1 vez por semana	0.26 (0.22)	0.44
		0.43 (0.07-1.00)		0.14 (0.00-1.00)		0.14 (0.00-0.79)		0.14 (0.00-0.79)	
Frutos Secos	2-4 veces por semana	0.13 (1.10)	1 vez por semana	0.07 (0.11)	2-4 veces por semana	0.17 (0.18)	1 vez por semana	0.11 (0.14)	0.01*
		0.09 (0.02-0.30)		0.04 (0.00-0.30)		0.13 (0.02-0.79)		0.04 (0.00-0.75)	
<b>Nivel 4: Pescado, pollo, huevos (1-3 veces por día)</b>									
Huevos	2-4 veces por semana	0.62 (0.47)	2-4 veces por semana	0.50 (9.39)	2-4 veces por semana	0.46 (0.20)	2-4 veces por semana	0.49 (0.35)	0.56
		0.43 (0.14-2.50)		0.43 (0.07-2.50)		0.43 (0.07-0.79)		0.43 (0.00-2.5)	
Carne blanca	2-4 veces por semana	0.55 (0.36)	2-4 veces por semana	0.43 (0.34)	2-4 veces por semana	0.64 (0.69)	2-4 veces por semana	0.55 (0.45)	0.10
		0.46 (0.13-1.64)		0.29 (0.00-2.07)		0.43 (0.13-2.50)		0.43 (0.13-2.57)	

Alimento	PATRÓN DE CONSUMO DE ALIMENTOS								p <sup>2</sup>
	1		2		3		4		
	n= 24		n= 99		n= 16		n= 76		
	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	
Pescado blanco	1 vez por semana	0.24 (0.25)	1 vez por semana	0.14 (0.15)	1-3 veces por mes	0.09 (0.04)	1 vez por semana	0.18 (0.18)	0.01*
		0.14 (0.00-0.79)		0.14 (0.00-0.79)		0.07 (0.00-0.14)		0.14 (0.00-0.79)	
Pescado azul	5-6 veces por semana	0.89 (0.77)	2-4 veces por semana	0.53 (0.43)	2-4 veces por semana	0.64 (0.54)	2-4 veces por semana	0.57 (0.49)	0.03*
		0.63 (0.00-2.37)		0.40 (0.00-2.32)		0.44 (0.11-1.77)		0.45 (0.00-2.57)	
Pescado Frito	1 vez por semana	0.33 (0.53)	1-3 veces por mes	0.11 (0.11)	1-3 veces por mes	0.15 (0.15)	1-3 veces por mes	0.12 (0.14)	0.00*
		0.14 (0.00-2.50)		0.07 (0.00-0.04)		0.07 (0.00-0.04)		0.07 (0.00-0.79)	
Otros Pescados	1 vez por semana	0.13 (0.12)	1 vez por semana	0.11 (0.09)	1 vez por semana	0.13 (0.17)	1 vez por semana	0.14 (0.17)	0.39
		0.11 (0.00-0.51)		0.11 (0.00-0.53)		0.11 (0.00-0.67)		0.11 (0.00-1.23)	
<b>Nivel 5: Lácteos, 1 o 2 veces al día</b>									
Lácteos enteros	2-4 veces por semana	0.90 (1.22)	2-4 veces por semana	0.72 (0.80)	2-4 veces por semana	0.82 (1.19)	5-6 veces por semana	1.01 (1.23)	0.33
		0.50 (0.00-4.93)		0.43 (0.00-3.50)		0.43 (0.00-3.50)		0.79 (0.00-7.29)	
Lácteos semi-desnatados	1-3 veces por mes	0.40 (0.62)	1 vez por semana	0.63 (0.89)	2-4 veces por semana	0.43 (1.20)	2-4 veces por semana	0.66 (0.83)	0.68
		0.07 (0.00-2.50)		0.14 (0.00-4.50)		0.43 (0.00-1.0)		0.43 (0.00-2.50)	
Lácteos desnatados	Nunca ó < 1 mes	0.48 (1.26)	Nunca ó < 1 mes	0.36 (0.80)	1-3 veces por mes	0.37 (0.95)	1-3 veces por mes	0.67 (1.05)	0.23
		0.00 (0.00-5.00)		0.00 (0.00-5.00)		0.07 (0.00-3.50)		0.07 (0.00-4.93)	
Queso	1 vez por día	0.83 (1.37)	2-4 veces por semana	0.46 (0.53)	2-4 veces por semana	0.31 (0.15)	2-4 veces por semana	0.38 (0.58)	0.08
		0.46 (0.00-6.50)		0.25 (0.00-2.75)		0.27 (0.07-0.53)		0.27 (0.00-4.50)	
<b>Nivel 6: comerlas frugalmente o con medida</b>									
Carne roja	2-4 veces por semana	0.45 (0.32)	2-4 veces por semana	0.53 (0.46)	2-4 veces por semana	0.86 (0.93)	2-4 veces por semana	0.48 (0.31)	0.02*
		0.36 (0.13-1.43)		0.50 (0.00-2.93)		0.57 (0.13-3.50)		0.50 (0.00-1.79)	
Vísceras	1-3 veces por mes	0.10 (0.14)	Nunca ó < 1 mes	0.06 (0.13)	Nunca ó < 1 mes	0.04 (0.06)	Nunca ó < 1 mes	0.10 (0.19)	0.25
		0.07 (0.00-0.57)		0.00 (0.00-0.79)		0.00 (0.00-0.79)		0.00 (0.00-0.86)	
Embutidos	1 vez por día	0.79 (0.76)	1 vez por día	0.50 (0.34)	1 vez por día	0.79 (0.71)	1 vez por día	0.58 (0.44)	0.01*
		0.51 (0.03-2.73)		0.48 (0.00-1.86)		0.67 (0.09-3.13)		0.48 (0.03-2.55)	
Grasas	1-3 veces por mes	0.16 (0.27)	Nunca ó < 1 mes	0.04 (0.09)	1 vez por semana	0.06 (0.10)	1-3 veces por mes	0.07 (0.12)	0.00*
		0.03 (0.00-0.90)		0.00 (0.00-0.45)		0.05 (0.00-0.39)		0.03 (0.00-0.80)	
<b>Nivel 7: consumirlos con moderación</b>									

Alimento	PATRÓN DE CONSUMO DE ALIMENTOS								p <sup>2</sup>
	1		2		3		4		
	n= 24		n= 99		n= 16		n= 76		
	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	
Pan	2-3 veces por día	2.96 (1.70)	1 vez por día	0.98 (0.79)	1 vez por día	1.93 (1.76)	1 vez por día	1.00 (0.91)	0.00*
		2.50 (0.43-6.50)		1.00 (0.00-2.50)		1.00 (0.14-6.50)		1.00 (0.00-4.50)	
Cereales desayuno	1 vez por día	1.21 (1.31)	1 vez por semana	0.38 (0.55)	1 vez por semana	0.54 (0.80)	1 vez por semana	0.39 (0.52)	0.00*
		1.00 (0.00-4.50)		0.14 (0.00-4.50)		0.14 (0.00-2.50)		0.14 (0.00-2.50)	
Patatas cocidas	1 vez por semana	0.26 (0.21)	1 vez por semana	0.20 (0.17)	2-4 veces por semana	0.31 (0.24)	1 vez por semana	0.21 (0.20)	0.09
		0.14 (0.07-0.79)		0.14 (0.00-0.79)		0.29 (0.07-0.79)		0.14 (0.07-0.79)	
Patatas fritas	2-4 veces por semana	0.39 (0.22)	1 vez por semana	0.31 (0.23)	2-4 veces por semana	0.40 (0.25)	1 vez por semana	0.31 (0.25)	0.25
		0.45 (0.09-1.01)		0.18 (0.00-1.12)		0.45 (0.14-0.91)		0.18 (0.00-1.04)	
Arroz y pasta	5-6 veces por semana	0.80 (0.31)	2-4 veces por semana	0.66 (0.36)	2-4 veces por semana	0.73 (0.48)	5-6 veces por semana	0.79 (0.37)	0.11
		0.86 (0.29-1.57)		0.57 (0.13-2.64)		0.57 (0.29-2.00)		0.86 (0.07-1.57)	
Maíz	1-3 veces por mes	0.04 (0.11)	1-3 veces por mes	0.02 (0.03)	1-3 veces por mes	0.01 (0.01)	1-3 veces por mes	0.03 (0.05)	0.11
		0.01 (0.00-0.50)		0.01 (0.00-0.16)		0.01 (0.00-0.03)		0.01 (0.00-0.20)	
Preparados	1 vez por día	1.02 (0.89)	2-4 veces por semana	0.58 (0.35)	5-6 veces por semana	1.08 (0.88)	5-6 veces por semana	0.77 (0.53)	0.00*
		0.96 (0.00-4.29)		0.50 (0.07-1.67)		0.83 (0.13-3.52)		0.68 (0.00-2.70)	
Sopa o Puré de Verduras	1 vez por semana	0.17 (0.23)	1-3 veces por mes	0.13 (0.16)	1 vez por semana	0.14 (0.12)	1 vez por semana	0.17 (0.18)	0.45
		0.14 (0.00-1.00)		0.07 (0.00-1.00)		0.14 (0.00-0.43)		0.14 (0.00-0.79)	
Mayonesa	2-4 veces por semana	0.32 (0.29)	1 vez por semana	0.21 (0.33)	1 vez por semana	0.42 (0.82)	1 vez por semana	0.22 (0.35)	0.15
		0.29 (0.00-1.00)		0.14 (0.00-2.50)		0.14 (0.00-2.50)		0.14 (0.00-2.50)	
Chocolate	1 vez por día	1.42 (1.44)	2-4 veces por semana	0.69 (0.62)	1 vez por día	2.41 (2.23)	5-6 veces por semana	0.78 (0.79)	0.00*
		1.07 (0.00-7.00)		0.50 (0.00-2.93)		1.07 (0.07-7.29)		0.68 (0.00-4.93)	
Dulces para añadir	1 vez por día	1.34 (1.17)	2-4 veces por semana	0.90 (1.12)	5-6 veces por semana	1.58 (2.20)	2-4 veces por semana	0.76 (0.88)	0.03*
		1.00 (0.11-4.60)		0.48 (0.00-6.50)		0.79 (0.00-7.21)		0.48 (0.00-4.50)	
Lácteos azucarados	1 vez por semana	0.45 (0.76)	1 vez por semana	0.33 (0.41)	1 vez por semana	0.36 (0.27)	1 vez por semana	0.38 (0.48)	0.72
		0.17 (0.00-2.78)		0.21 (0.00-2.68)		0.24 (0.07-1.07)		0.19 (0.00-2.60)	
Bollería, galletas	2-4 veces por semana	0.90 (0.97)	2-4 veces por semana	0.75 (0.86)	Más de 6 veces por día	7.67 (2.55)	2-4 veces por semana	0.99 (1.09)	0.00*
		0.57 (0.00-3.50)		0.43 (0.00-4.79)		6.85 (4.50-13.50)		0.46 (0.00-4.29)	
Sal	5-6 veces por semana	0.99 (0.94)	2-4 veces por semana	0.52 (0.65)	1 vez por día	1.07 (0.92)	2-4 veces por semana	0.79 (1.15)	0.02*
		0.61 (0.00-2.50)		0.43 (0.00-2.50)		1.00 (0.00-2.50)		0.43 (0.00-6.50)	

Alimento	PATRÓN DE CONSUMO DE ALIMENTOS								p <sup>2</sup>
	1		2		3		4		
	n= 24		n= 99		n= 16		n= 76		
	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	Frecuencia <sup>1</sup>	Ración/día	
Refrescos azucarados	2-4 veces por semana	0.83 (0.73)	5-6 veces por semana	1.04 (0.97)	1 vez por día	1.59 (1.05)	2-4 veces por semana	0.92 (1.11)	0.08
		0.50 (0.00-3.29)		0.79 (0.00-5.00)		1.22 (0.21-3.50)		0.57 (0.00-7.00)	
Refrescos sin azúcar	Nunca ó < 1 mes	0.17 (0.27)	Nunca ó < 1 mes	0.14 (0.39)	Nunca ó < 1 mes	0.37 (0.84)	Nunca ó < 1 mes	0.11 (0.23)	0.12
		0.00 (0.00-1.00)		0.00 (0.00-2.50)		0.00 (0.00-2.50)		0.00 (0.00-1.00)	
Vino	1-3 veces por mes	0.30 (0.71)	1-3 veces por mes	0.12 (0.20)	1 vez por semana	0.23 (0.30)	Nunca ó < 1 mes	0.12 (0.24)	0.07
		0.07 (0.00-2.50)		0.07 (0.00-0.92)		0.11 (0.00-0.79)		0.03 (0.00-1.29)	
Cerveza	2-4 veces por semana	0.40 (0.32)	2-4 veces por semana	0.59 (0.68)	2-4 veces por semana	0.70 (0.94)	2-4 veces por semana	0.63 (0.89)	0.57
		0.43 (0.00-1.00)		0.43 (0.00-4.50)		0.29 (0.00-2.50)		0.43 (0.00-6.50)	
Cerveza sin alcohol	Nunca ó < 1 mes	0.12 (0.51)	Nunca ó < 1 mes	0.00 (0.01)	Nunca ó < 1 mes	0.03 (0.11)	Nunca ó < 1 mes	0.02 (0.009)	0.60
		0.00 (0.00-2.50)		0.00 (0.00-0.07)		0.00 (0.00-0.43)		0.00 (0.00-0.79)	
Bebidas con alcohol alta graduación	1 vez por semana	0.24 (0.27)	1 vez por semana	0.28 (0.37)	Nunca ó < 1 mes	0.17 (0.25)	1 vez por semana	0.34 (0.057)	0.47
		0.14 (0.00-0.79)		0.14 (0.00-2.50)		0.03 (0.00-0.79)		0.14 (0.00-4.50)	
Café	1 vez por semana	0.47 (0.59)	2-4 veces por semana	0.60 (0.78)	1-3 veces por mes	0.24 (0.62)	2-4 veces por semana	0.64 (0.88)	0.28
		0.14 (0.00-2.50)		0.43 (0.00-4.50)		0.07 (0.00-2.50)		0.43 (0.00-4.50)	
Café descafeinado	Nunca ó < 1 mes	0.030 (0.09)	Nunca ó < 1 mes	0.027 (0.09)	Nunca ó < 1 mes	0.01 (0.03)	Nunca ó < 1 mes	0.07 (0.31)	0.56
		0.00 (0.00-0.43)		0.00 (0.00-0.43)		0.00 (0.00-0.07)		0.00 (0.00-2.50)	
Té e Infusiones	Nunca ó < 1 mes	0.15 (0.29)	Nunca ó < 1 mes	0.11 (0.26)	Nunca ó < 1 mes	0.03 (0.05)	Nunca ó < 1 mes	0.12 (0.36)	0.60
		0.00 (0.00-1.00)		0.00 (0.00-1.00)		0.00 (0.00-0.14)		0.00 (0.00-2.50)	
<b>Beber 2 litros de agua al día</b>									
Agua	Más de 6 veces por día	6.71 (1.84)	2-3 veces por día	3.06 (1.59)	Más de 6 veces por día	6.09 (2.60)	Más de 6 veces por día	7.17 (1.74)	0.00*
		6.50 (4.50-13.00)		2.93 (0.00-5.29)		6.50 (1.79-13.00)		6.50 (4.50-13.00)	

<sup>1</sup>La frecuencia indicada hace referencia a los valores de la mediana.

<sup>2</sup> Los valores de significación estadística (p) para los valores F del test de ANOVA sólo se deben utilizar con una finalidad descriptiva puesto que los conglomerados han sido elegidos para maximizar las diferencias entre los casos en diferentes conglomerados. Los niveles críticos no son corregidos, por lo que no pueden interpretarse como pruebas de la hipótesis de los centros de los conglomerados son iguales.

<sup>3</sup>Media (SD).

<sup>4</sup>Mediana (Rango). \* Valor estadísticamente significativo p < 0.05.

#### IV.2.2. Patrones dietéticos “a posteriori” (II): análisis factorial

El análisis factorial se inició partiendo de las 50 variables que agrupan los 101 ítems del CFA<sub>MYMS</sub>, en base a su semejanza nutricional y la pirámide alimenticia de la dieta mediterránea (Anexo 4, Tabla 1). Se eliminaron, en pasos sucesivos, las variables con un valor de comunalidad bajo. En el modelo factorial final permanecieron sólo las variables con una comunalidad  $\geq 0.20$ , debido a que son las variables representativas para la interpretación de los factores y no producen un efecto de distorsión en la asignación de las puntuaciones factoriales calculadas para cada sujeto. Las variables excluidas en un primer análisis por su baja comunalidad fueron utilizadas como las variables iniciales de un análisis factorial posterior. Dicho proceso se llevó a cabo tres veces, hasta identificar un total de 6 factores o patrones dietéticos. La Figura 23 resume las variables incluidas y finalmente retenidas en cada uno de los tres modelos factoriales que se llevaron a cabo.

El modelo 1 se inició con 50 variables, de las cuales 33 variables fueron excluidas debido a su bajo valor de comunalidad (Tabla 29). Se llevó el análisis factorial con 17 variables las cuales presentaban un valor de comunalidad en dicho modelo igual o superior a 0.20 (Tabla 30). Estas variables fueron el grupo de verduras y hortalizas con un alto contenido en antioxidantes, bollería, ajo y cebolla, carne procesada, verduras crucíferas (coles), frutas dulces con hueso, frutos secos, verduras como la berenjena, el pepino y el calabacín, legumbres, pescado azul, pescado magro y semigraso, comidas preparadas, verduras de hoja oscura (espinacas, acelgas) y verduras de hoja clara (lechuga, escarola). A partir de este conjunto de variables se extrajeron 2 factores que resumían la mayor parte de la información aportada por el conjunto (Figura 24). Ambos factores presentaron un autovalor mayor o cercano a dos (Tabla 31). El factor 1 explicaba un 24.9% del total de la varianza mientras que el factor 2 resumía el 11.64% de la varianza total. Ambos factores en su conjunto ofrecen una buena interpretación del 36.5% de la variación de los datos (Tabla 31).

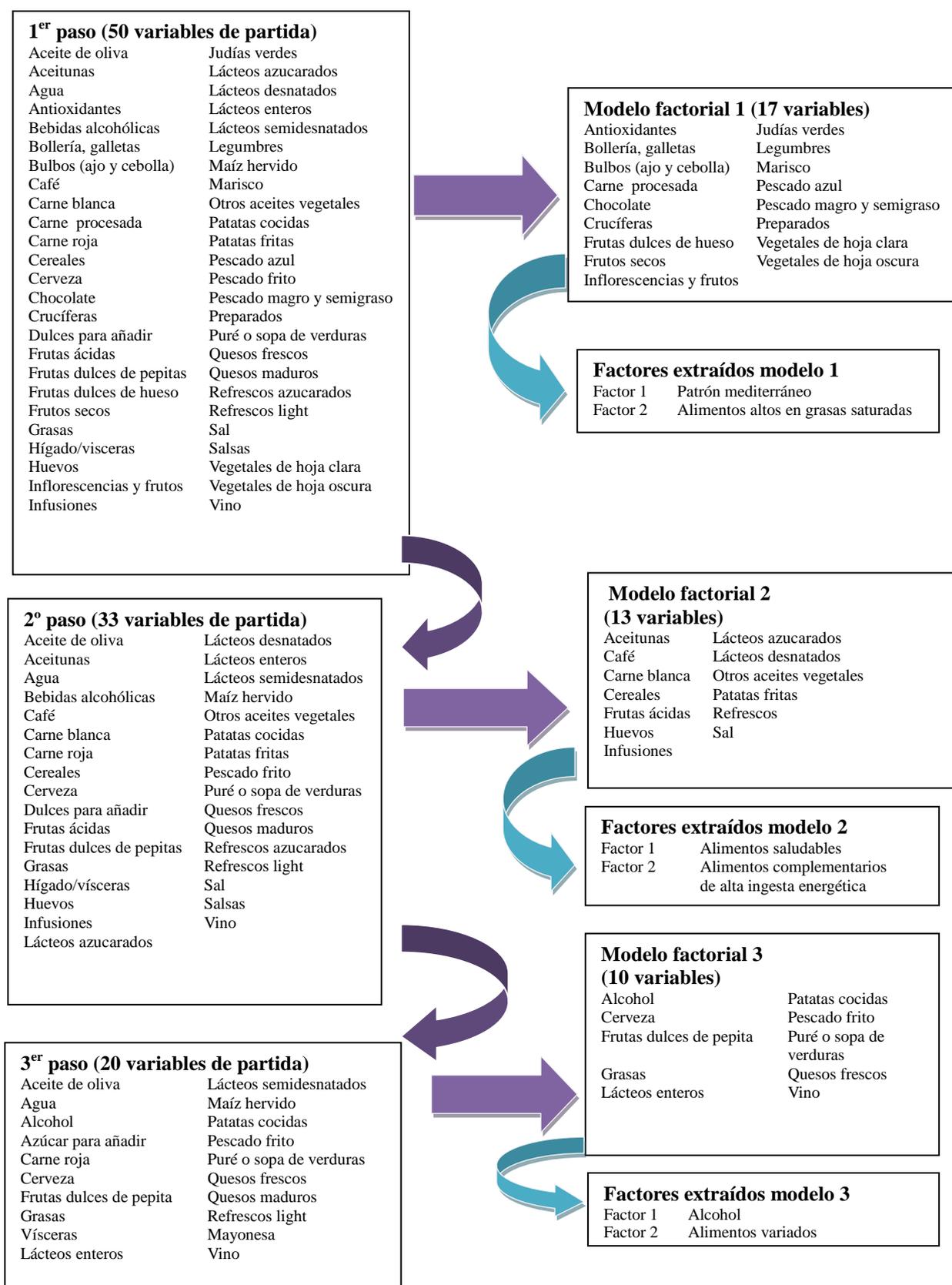


Figura 23. Esquema del proceso desarrollado para la identificación de patrones dietéticos mediante análisis factorial (n = 209).

Tabla 29. Comunalidades de las variables en el análisis factorial inicial (Factorial 1).

Variable	Extracción
Agua	0.117
Infusiones	0.165
Aceite de oliva	0.143
Cereales	0.196
Frutas ácidas	0.161
Frutas dulces de pepita	0.104
Frutas dulces de hueso	0.191
Crucíferas	0.414
Vegetales de hoja oscura	0.467
Vegetales de hoja clara	0.215
Judías verdes	0.334
Antioxidantes	0.540
Inflorescencias y Frutos	0.449
Maíz hervido	0.078
Frutos secos	0.207
Aceitunas	0.139
Bulbos (ajo y cebolla)	0.302
Lácteos enteros	0.063
Lácteos desnatados	0.086
Lácteos semidesnatados	0.002
Quesos maduros	0.045
Quesos frescos	0.020
Pescado magro y semigraso	0.359
Pescado azul	0.316
Pescado frito	0.086
Marisco	0.212
Legumbres	0.175
Huevos	0.073
Carne blanca	0.165
Carne roja	0.044
Vísceras	0.084
Carne procesada	0.252
Patatas cocidas	0.130
Patatas fritas	0.208
Chocolate	0.272
Azúcar para añadir	0.147
Lácteos azucarados	0.131
Bollería & galletas	0.306
Grasas	0.099
Otros aceites	0.119
Preparados	0.304
Mayonesa	0.141
Puré o sopa de verduras	0.145
Sal	0.104
Refrescos	0.087
Refrescos light	0.032
Vino	0.085
Cerveza	0.021
Alcohol	0.007
Café	0.149

Tabla 30. Comunalidades de las variables introducidas en el modelo final (Factorial 1).

Variable	Extracción
Antioxidantes	0.508
Bollería & galletas	0.549
Bulbos (ajo y cebolla)	0.242
Carne procesada	0.199
Chocolate	0.446
Crucíferas	0.464
Frutas dulces de hueso	0.202
Frutos secos	0.309
Inflorescencias y Frutos	0.555
Judías verdes	0.443
Legumbres	0.253
Marisco	0.253
Pescado azul	0.260
Pescado magro y semigraso	0.361
Preparados	0.328
Vegetales de hoja oscura	0.586
Vegetales de hoja clara	0.244

Tabla 31. Varianza total explicada (Factorial 1).

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% varianza	% acumulado
1	4.224	24.846	24.846
2	1.978	11.636	36.482
3	1.331	7.832	44.314
4	1.259	7.406	51.720
5	1.050	6.178	57.898
6	0.967	5.688	63.585
7	0.937	5.513	69.098
8	0.881	5.180	74.278
9	0.719	4.228	78.507
10	0.660	3.884	82.390
11	0.590	3.470	85.860
12	0.541	3.184	89.045
13	0.465	2.736	91.781
14	0.442	2.599	94.380
15	0.382	2.246	96.626
16	0.313	1.841	98.468
17	0.261	1.532	100.000

La medida de adecuación muestral KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) del modelo factorial 1 fue 0.767. La prueba de esfericidad de Barlett fue estadísticamente significativa ( $p \approx 0.00$ ), con lo que existen correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial 1. Por tanto, dicho modelo es válido. El gráfico de sedimentación o prueba de sedimentación de Cattell muestra gráficamente la magnitud de los autovalores para cada componente del análisis factorial (Figura 24). El corte en la tendencia descendente hacia el tercer factor o componente nos indica el número óptimo de factores que deben estar presentes en la solución. Se decidió optar por extraer dos factores en lugar de tres debido a que el tercer factor aportaba una menor proporción de la varianza explicada (7.83%) respecto al primer y segundo factor. Ésta era muy similar a la varianza explicada por el cuarto factor (7.41%) el cual era señalado, por el gráfico de sedimentación, como un mal candidato para incorporarlo al modelo factorial 1.

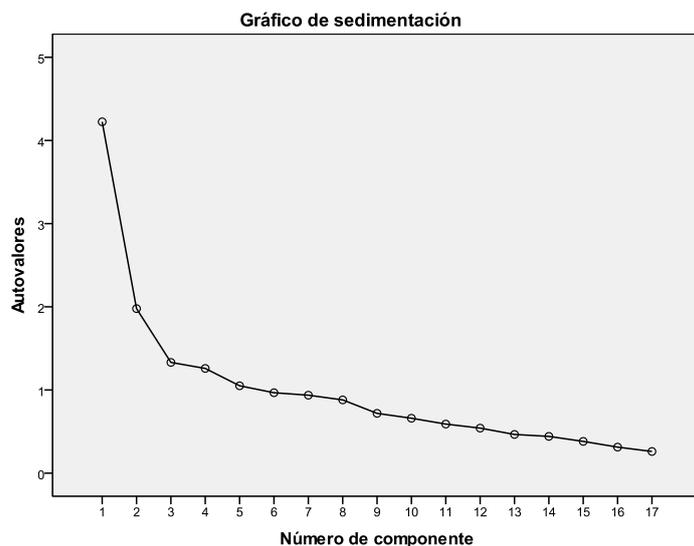


Figura 24. Gráfico de sedimentación (Factorial 1).

La Tabla 32 muestra la matriz de componentes calculada a través del análisis de componentes principales. Dicha matriz presenta las correlaciones entre las variables originales y cada uno de los factores. El primer factor está constituido por las variables del grupo de las “verduras” (vegetales de hoja oscura, inflorescencias y frutos, crucíferas, antioxidantes, judías verdes, vegetales de hoja clara y bulbos), “pescado” (pescado azul, pescado magro y semigraso y marisco), “legumbres” y “frutas dulces de hueso”. Este factor parece reflejar la dimensión de “dieta mediterránea”. El segundo

factor agrupa las variables “bollería y galletas”, “chocolate”, “preparados”, “frutos secos” y “carne procesada”. Podríamos denominar a este segundo factor como “alimentos altos en grasas saturadas”.

Tabla 32. Matriz de componentes del análisis factorial (Factorial 1).

Variable	Componente <sup>a</sup>	
	1	2
Vegetales de hoja oscura	0.748	-0.160
Inflorescencias y Frutos	0.740	—
Antioxidantes	0.713	—
Crucíferas	0.670	-0.123
Judías verdes	0.649	0.149
Pescado magro y semigraso	0.566	-0.200
Vegetales de hoja clara	0.492	—
Pescado azul	0.488	-0.146
Bulbos (ajo y cebolla)	0.486	—
Marisco	0.486	-0.127
Legumbres	0.458	0.208
Frutas dulces de hueso	0.425	0.144
Bollería & galletas	—	0.739
Chocolate	—	0.668
Preparados	—	0.572
Frutos secos	0.265	0.488
Carne procesada	—	0.445

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

<sup>a</sup> 2 componentes extraídos.

El gráfico de los dos componentes extraídos, o gráfico de saturaciones factoriales, representa cada una de las variables incluidas en el modelo factorial 1 en forma de diagrama de dispersión (Figura 25). Las coordenadas de cada una de las variables en cada factor se corresponden con las saturaciones de cada variable en dichos factores, es decir, con sus valores en la matriz factorial (Tabla 32). Dicho gráfico de componentes muestra dos grupos claramente diferenciados. Uno de los grupos recoge los alimentos principales de la dieta mediterránea (verduras y pescado), mientras que el otro conjunto agrupa alimentos poco saludables y con una alta proporción de grasas saturadas como son la carne procesada, los alimentos preparados, la bollería y el chocolate. La variable “frutos secos” no se encuentra incluida claramente en ninguno de estos dos grupos.

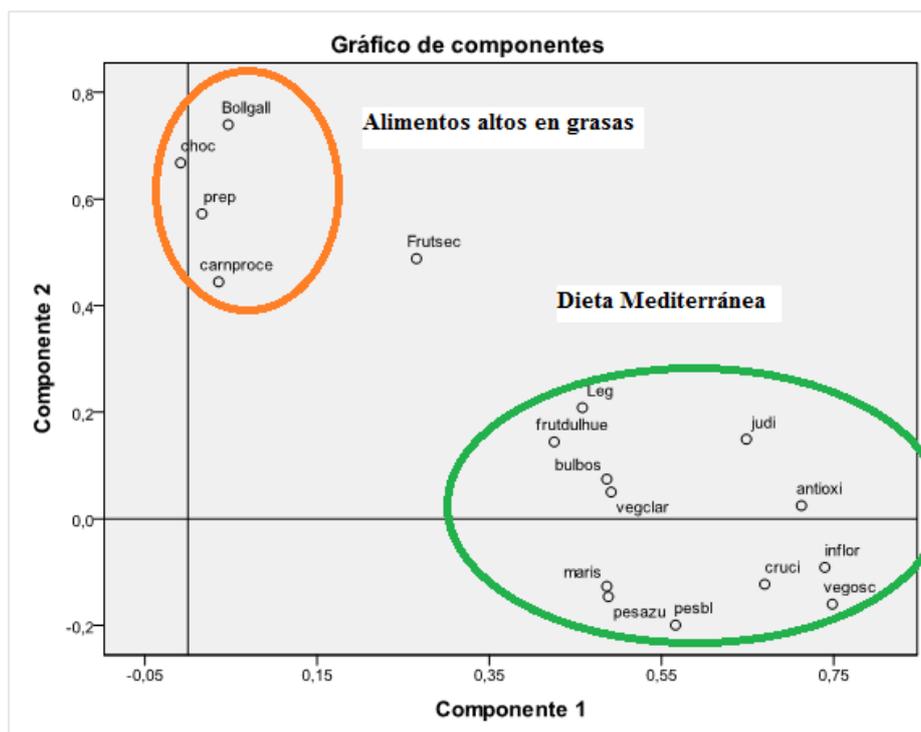


Figura 25. Gráfico de componentes (Factorial 1).

antioxidantes (antioxi), judías verdes (judi), bollería, galletas (Bollgall), legumbres (Leg), bulbos (ajo y cebolla) (bulbos), marisco (maris), carne procesada (carnproce), chocolate (choc), pescados (pesazu), pescados magros y semigrasos (pesbl), crucíferas (cruci), preparados (prep), frutas dulces de hueso (frutdulhue), vegetales de hoja clara (vegclar), frutos secos (Frutsec), vegetales de hoja oscura (vegosc), inflorescencias y frutos (inflor).

Tras llevar a cabo el primer análisis factorial se inició un nuevo análisis factorial con las 33 variables restantes (Figura 23). De éstas se incluyeron en el modelo factorial 2, aquellas que presentaron un valor de comunalidad próximo a 0.20 (Tabla 33). Éstas permanecieron en el modelo final si su comunalidad no se veía alterada por la exclusión del resto de variables, siendo igual o superior a 0.20. Las 13 variables que constituían este segundo modelo eran “aceitunas”, “café”, “carne blanca”, “cereales”, “frutas ácidas”, “huevos”, “infusiones”, “lácteos azucarados”, “lácteos desnatados”, “otros aceites vegetales”, “patatas fritas”, “refrescos” y “sal” (Tabla 34).

Tabla 33. Comunalidades de las variables en el análisis factorial inicial (Factorial 2).

Variable	Extracción
Aceite de oliva	0.096
Aceitunas	0.195
Agua	0.120
Alcohol	0.043
Café	0.201
Carne blanca	0.349
Carne roja	0.148
Cereales	0.305
Cerveza	0.078
Azúcar para añadir	0.106
Frutas ácidas	0.245
Frutas dulces de pepita	0.130
Grasas	0.082
Vísceras	0.082
Huevos	0.292
Infusiones	0.346
Lácteos azucarados	0.349
Lácteos enteros	0.095
Lácteos semidesnatados	0.010
Lácteos desnatados	0.305
Maíz hervido	0.016
Otros aceites	0.183
Patatas cocidas	0.108
Patatas fritas	0.212
Pescado frito	0.051
Puré o sopa de verduras	0.201
Quesos frescos	0.103
Quesos maduros	0.042
Refrescos	0.251
Refrescos light	0.017
Sal	0.199
Mayonesa	0.015
Vino	0.098

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Tabla 34. Comunalidades de las variables introducidas en el modelo final (Factorial 2).

Variable	Extracción
Aceitunas	0.255
Café	0.245
Carne blanca	0.369
Cereales	0.298
Frutas ácidas	0.251
Huevos	0.356
Infusiones	0.360
Lácteos azucarados	0.537
Lácteos desnatados	0.360
Otros aceites	0.247
Patatas fritas	0.225
Refrescos	0.257
Sal	0.214

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Tabla 35. Varianza total explicada (Factorial 2).

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% varianza	% acumulado
1	2.289	17.608	17.608
2	1.685	12.964	30.572
3	1.337	10.284	40.856
4	1.110	8.536	49.392
5	1.064	8.181	57.573
6	0.904	6.957	64.530
7	0.892	6.859	71.389
8	0.788	6.058	77.447
9	0.698	5.370	82.817
10	0.645	4.960	87.777
11	0.595	4.577	92.354
12	0.548	4.213	96.567
13	0.446	3.433	100.000

En este caso, la medida de adecuación muestral KMO fue de 0.612, con lo que es pertinente utilizar el análisis factorial con estos datos. La prueba de esfericidad de Barlett fue, como en el modelo anterior, estadísticamente significativa ( $p \approx 0.00$ ).

Los autovalores de los componentes 1 y 2 y la pendiente acusada entre ambos indica que ambos factores son capaces de explicar una cantidad relevante de la varianza y no sólo de la varianza residual (Figura 26). La pendiente del gráfico de sedimentación se ve ligeramente atenuada entre los componentes 3 y 4, a partir de los cuales los autovalores residuales se encuentran próximos a la horizontal. El factor 4 era capaz de interpretar el 8.54% de la varianza, el factor 3 el 10.28%, el factor 2 el 12.96% y el factor 1 el 17.61% (Tabla 35). Se decidió tomar un número mínimo de factores, siendo éste de dos, debido al número de variables reducido inicial, a la diferencia de la proporción explicada entre variables y a la preferencia de que el autovalor inicial fuera mayor que 1.5. El modelo factorial 2, que comprende como el anterior dos factores, explica un 30.57% de la varianza de los datos.

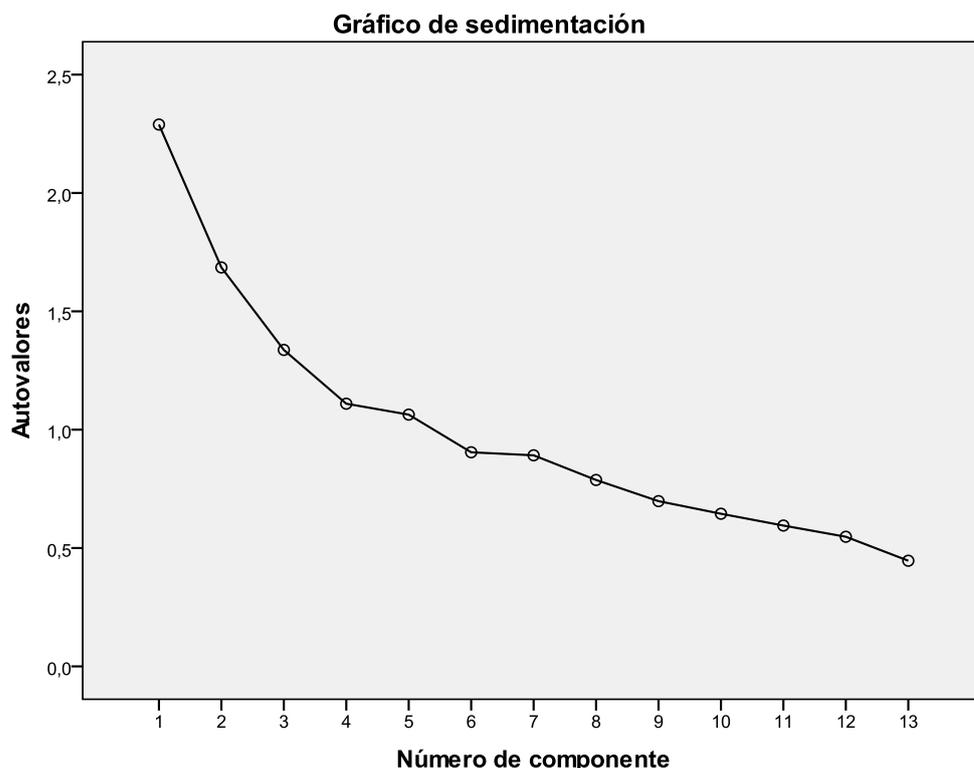


Figura 26. Gráfico de sedimentación (Factorial 2).

Se utilizó el método de rotación Varimax para la extracción de los factores del modelo 2, ya que en este caso facilitaba de forma notable la interpretación de la solución factorial respetando la independencia entre factores de la solución inicial. La

Tabla 36 muestra las saturaciones para cada una de las variables del modelo 2 respecto a cada uno de sus dos componentes. Las variables lácteos desnatados, huevos, carne blanca, cereales, infusiones, café y frutas ácidas saturan en el primer factor. El factor 2 recoge el grupo de las variables que incluye a los refrescos, patatas fritas, aceitunas, otros aceites y lácteos azucarados. La variable “sal” satura en ambos factores (Tabla 36). Se denominaron a los factores como “alimentos saludables” (factor 1) y “alimentos complementarios de alta ingesta energética” (factor 2).

Tabla 36. Matriz de componentes rotados del análisis factorial (Factorial 2).

Variable	Componente <sup>a</sup>	
	1	2
Lácteos desnatados	0.600	—
Huevos	0.593	—
Carne blanca	0.588	0.155
Cereales	0.537	—
Infusiones	0.525	-0.291
Frutas ácidas	0.500	—
Café	0.423	0.256
Lácteos azucarados	0.103	0.725
Refrescos	—	0.506
Aceitunas	—	0.504
Otros aceites	0.108	0.486
Patatas fritas	-0.125	0.458
Sal	0.251	0.388

Método de extracción: análisis de componentes principales.

<sup>a</sup> 2 componentes extraídos.

Método de rotación: normalización Varimax con Kaiser.

La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

El gráfico de componentes rotado muestra claramente dos grupos, encontrándose la variable “sal” en un punto medio entre ambos (Figura 27). Las variables “café” e “infusiones” se encuentran más próximas al grupo de “alimentos saludables” pero notablemente más separadas del resto de variables del conjunto.

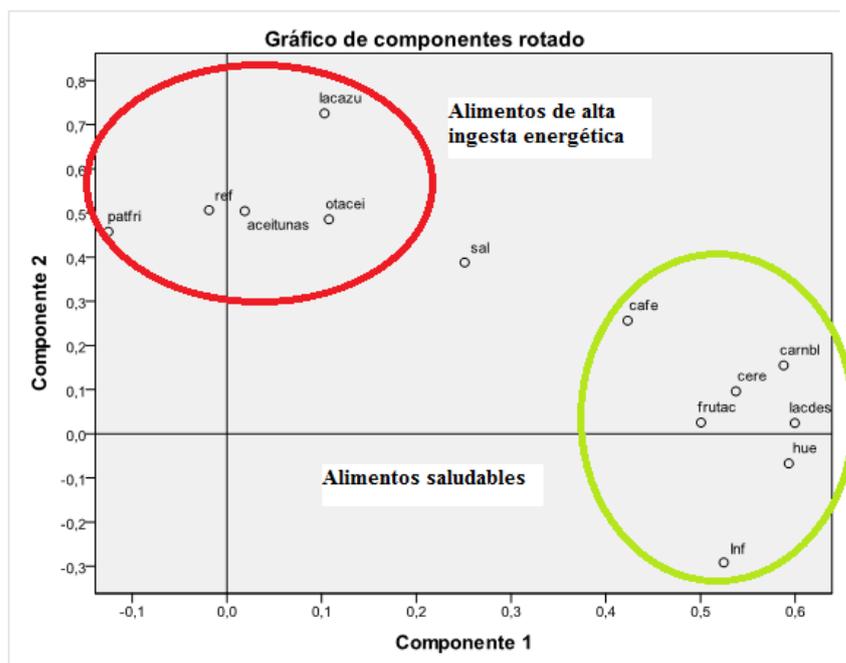


Figura 27. Gráfico de componentes rotado (Factorial 2).  
 aceitunas (aceitunas), lácteos azucarados (lacazu), café (cafe), lácteos desnatados (lacdes), carne blanca (carnbl), otros aceites vegetales (otacei), cereales (cere), patatas fritas (patfri), frutas ácidas (frutac), refrescos (ref), huevos (hue), sal (sal), infusiones (Inf).

Se llevó a cabo un tercer modelo factorial. Para ello se introdujeron las 20 variables no incluidas ni en el primer ni en el segundo modelo factorial final. De estas 20 variables de partida, la proporción de la varianza que puede ser explicada por el modelo factorial en 10 de las variables era sumamente baja (“aceite de oliva”, “azúcar para añadir”, “vísceras”, “lácteos semidesnatados”, “quesos maduros” y “refrescos light”) (comunalidad < 0.10) (Tabla 37). Posteriormente, se excluyeron las variables: “agua”, “carne roja” y “mayonesa” debido a que su valor de comunalidad disminuyó por debajo de 0.10. La variable “maíz hervido” presentó inicialmente un valor de comunalidad de 0.21, el cual disminuyó al excluir el resto de variables (comunalidad= 0.18) siendo la última variable excluida. Finalmente, quedaron como variables explicativas del modelo factorial 3: “alcohol”, “cerveza”, “frutas dulces de pepita”, “grasas” (mantequilla y margarina), “lácteos enteros”, “patatas cocidas”, “puré o sopa de verduras”, “quesos frescos” y “vino” (comunalidades  $\geq 0.20$ ) (Tabla 38). En el tercer modelo factorial, la medida de adecuación muestral KMO fue igual a 0.578 y la prueba de esfericidad de Barlett fue estadísticamente significativa ( $p= 0.01$ ). Por tanto, el

modelo es válido pero con un nivel de explicación del conjunto de variables medio-bajo.

Tabla 37. Comunalidades de las variables en el análisis factorial inicial (Factorial 3).

Variable	Extracción
Aceite de oliva	0.056
Agua	0.102
Alcohol	0.140
Azúcar para añadir	0.037
Carne roja	0.117
Cerveza	0.122
Frutas dulces de pepita	0.308
Grasas	0.307
Vísceras	0.068
Lácteos enteros	0.117
Lácteos semidesnatados	0.096
Maíz hervido	0.207
Patatas cocidas	0.199
Pescado frito	0.436
Puré o sopa de verduras	0.279
Quesos frescos	0.121
Quesos maduros	0.069
Refrescos light	0.011
Mayonesa	0.154
Vino	0.291

Tabla 38. Comunalidades de las variables introducidas en el modelo final (Factorial 3).

Variable	Extracción
Alcohol	0.286
Cerveza	0.302
Frutas dulces de pepita	0.287
Grasas	0.346
Lácteos enteros	0.234
Patatas cocidas	0.307
Pescado frito	0.374
Puré o sopa de verduras	0.229
Quesos frescos	0.252
Vino	0.370

Tabla 39. Varianza total explicada (Factorial 3).

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% varianza	% acumulado
1	1.575	15.746	15.746
2	1.413	14.129	29.875
3	1.167	11.669	41.545
4	0.985	9.846	51.390
5	0.947	9.469	60.859
6	0.876	8.760	69.619
7	0.822	8.223	77.842
8	0.802	8.023	85.865
9	0.727	7.269	93.134
10	0.687	6.866	100.000

El gráfico de sedimentación indica que los autovalores inferiores al autovalor del componente 4 parecen no explicar una cantidad relevante de varianza (Figura 28). La mayor parte de los autovalores del modelo factorial 3 están muy próximos a uno. El primer componente y el segundo se encuentran más cercanos a un autovalor de 1.5 (1.575 y 1.413, respectivamente) (Tabla 39). El primer componente explica un 15.746%

de la varianza de los datos, siendo la varianza explicada por el segundo componente de un valor similar (14.129%). Debido a dichos valores se decidió extraer dos factores en este tercer modelo factorial. El modelo factorial 3 (dos factores) ofrece una interpretación de un 29.87% de la varianza de los datos.

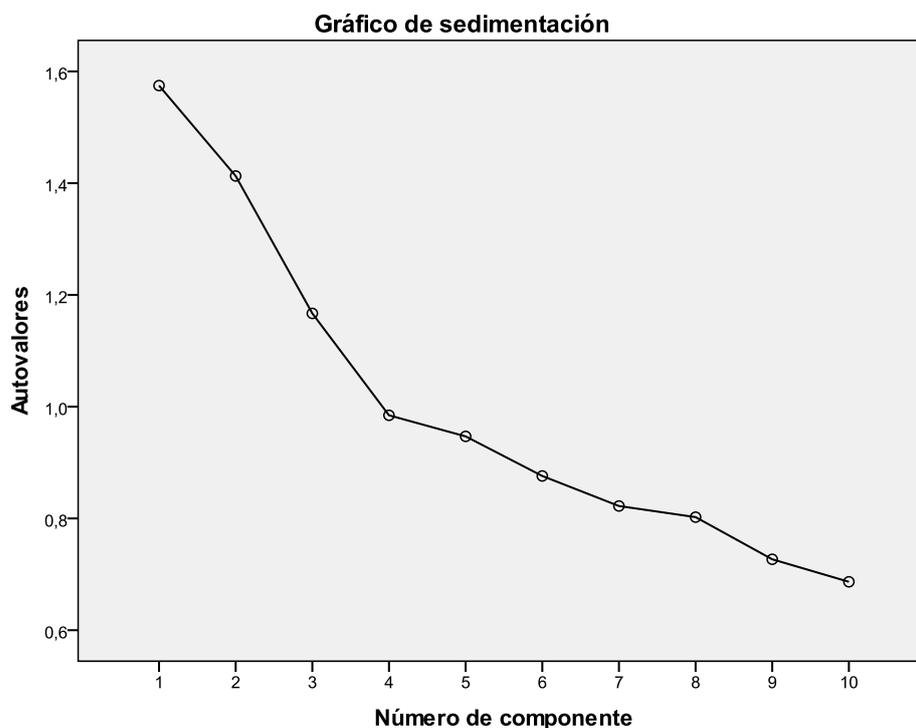


Figura 28. Gráfico de sedimentación (Factorial 3).

En la matriz de componentes de este tercer modelo, podemos observar que la variable “puré o sopa de verduras” satura a ambos factores (Tabla 40). Las variables “alcohol” y “cerveza” saturan claramente al factor 2 y no al factor 1. El factor 2 también incluiría al vino con una saturación de 0.592. Este factor podría representar de forma clara al grupo de “bebidas alcohólicas”. El resto de variables estarían incluidas en el factor 1. Así, el factor 1 agruparía a las “grasas” (mantequilla y margarina), “frutas dulces de pepita”, “patatas cocidas”, “pescado frito” y “lácteos enteros”. Este conjunto de alimentos es sumamente heterogéneo con lo que recibió el nombre de “alimentos variados”.

Tabla 40. Matriz de componentes del análisis factorial (Factorial 3).

Variable	Componente <sup>a</sup>	
	1	2
Grasas	0.563	0.170
Frutas dulces de pepita	0.534	
Patatas cocidas	0.520	0.192
Pescado frito	0.460	-0.403
Quesos frescos	0.404	0.297
Lácteos enteros	0.364	-0.319
Vino	0.140	0.592
Cerveza	-0.180	0.519
Alcohol	-0.203	0.495
Puré o sopa de verduras	0.318	0.358

Método de extracción: análisis de componentes principales.

<sup>a</sup> 2 componentes extraídos.

El gráfico de componentes del modelo factorial 3 muestra la elevada dispersión de las variables, salvo en el caso de las variables “alcohol” y “cerveza”, lo que dificulta la interpretación de los factores (Figura 29).

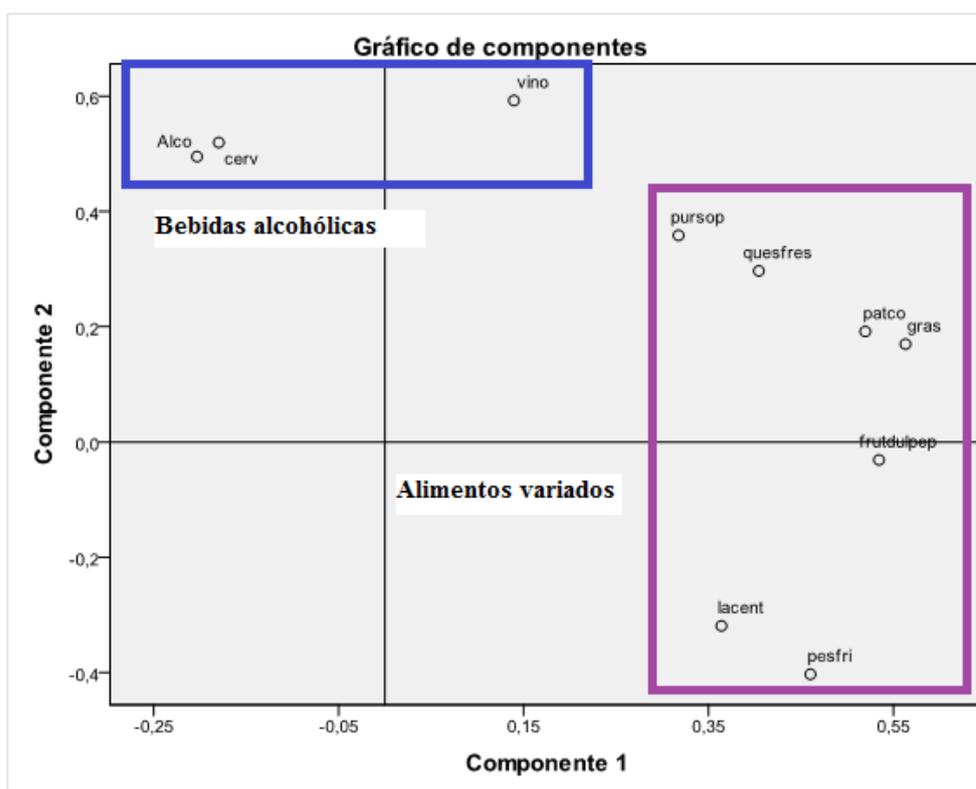


Figura 29. Gráfico de componentes (Factorial 3).

alcohol (Alco), patatas cocidas (patco), cerveza (cerv), pescado frito (pesfri), frutas dulces de pepita (frutdulpep), puré o sopa de verduras (pursop), grasas (margarina y matequilla) (gras), quesos frescos (quesfres), lácteos enteros (lacent), vino (vino).

### IV.2.3. Patrones dietéticos “a priori”: índices de calidad de la dieta

Se hallaron los siguientes resultados utilizando el método de análisis de los patrones dietéticos “a priori” en la muestra de jóvenes universitarios del estudio MYMS. Dicho método establece un patrón dietético de referencia con una serie de criterios para el cálculo de una puntuación para cada uno de los sujetos. La puntuación obtenida indica cómo de semejante o diferente es el patrón de consumo de alimentos de la muestra de estudio frente al patrón de referencia.

Se calculó el índice aMED, el cual sirve de guía de un patrón dietético mediterráneo. Se compone de 9 ítems: verduras, legumbres, frutas, frutos secos, cereales integrales, carne, pescado, ratio de grasas. Su cálculo se basa en la asignación de puntos tomando como referencia el valor de la mediana de la muestra de estudio (Tabla 41).

Tabla 41. Distribución de la ingesta diaria (mediana y rango intercuartílico) de los componentes del Índice aMED entre los participantes del estudio MYMS (n = 209).

Componente	Ingesta, mediana (IQR)	Criterio para 1 punto
Verduras (raciones/día)	1.66 ( 2.57 – 0.99 )	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Legumbres (raciones/día)	0.14 ( 0.43 – 0.14 )	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Frutas (raciones/día)	1.82 ( 2.78 – 1.06 )	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Frutos secos (raciones/día)	0.04 ( 0.13 – 0.03 )	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Cereales integrales	0.43 ( 1.00 – 0.07 )	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Carne y carne procesada	1.00 ( 1.41 – 0.72 )	Menor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Pescado	0.79 ( 1.22 – 0.55 )	Mayor que la mediana de la ingesta (raciones/día)
Razón grasas monoinsaturadas/saturadas	1.37 ( 1.54 – 1.22 )	Mayor que la mediana de la razón
Alcohol	7.56 ( 14.05 - 3.35 )	5-25 g/ día
<b>Puntuación total</b>	<b>5 (4-6)</b>	<b>9</b>

La ingesta correspondiente a la mediana para las verduras era de 1.66 raciones/día, para las frutas 1.82 raciones/día, para el pescado 0.79 raciones/día. La mediana de la ingesta de legumbres y frutos secos se correspondía con una frecuencia de consumo de una vez por semana. La ración de grasas monoinsaturadas: saturadas fue de 1.37. Se

halló que la mediana del consumo de alcohol era de 7.56 g al día. El 50% de los sujetos obtuvieron entre 4 y 6 puntos en el índice aMED (rango intercuartílico), situándose la mediana en 5 puntos.

El índice AHEI establece un patrón dietético de tipo saludable. Los criterios para el cálculo de la puntuación del índice AHEI están expuestos de forma sintetizada en la Tabla 42. La mediana de la ingesta de la muestra de estudio para cada uno de los 8 ítems integrantes de dicho índice son: 1.90 raciones/día de verduras y legumbres, 1.82 raciones/día de frutas y una frecuencia de 1 vez por semana para los frutos secos y soja. Se encontró una mediana de la ingesta de fibra procedente de los cereales de 1.59 g/día y de 0.84 g/día de alcohol. La razón de grasas poliinsaturadas : saturadas fue de 0.50 y de carne blanca : carne roja de 1.30. La mediana de la ingesta de grasas trans representó un 0.68% de la ingesta total. La mediana de la puntuación total del índice AHEI fue de 33 (IQR: 40-26) puntos, situándose por debajo de la mediana de la puntuación del índice AHEI utilizado y siendo la máxima puntuación de 80 puntos.

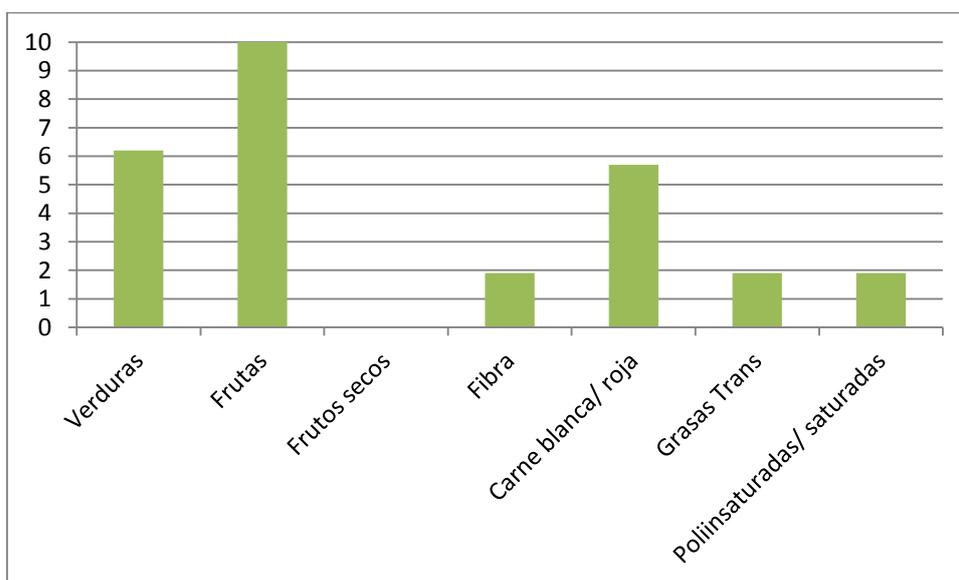


Figura 30. Proporción de individuos que alcanzan la puntuación máxima de los ítems del índice AHEI (%).

La proporción de individuos que alcanzaron la puntuación máxima del índice AHEI (10 puntos) para cada uno de los ítems fue mayor para las frutas (11.0 %), las verduras (6.2 %) y el ratio de carne blanca frente a carne roja (5.7%) (Figura 30). La

proporción de individuos también fue aún más baja, del 1.9% para los ítems correspondientes a la ingesta de fibra procedente de los cereales, el porcentaje de grasas trans en la dieta y el ratio de grasas poliinsaturadas: grasas saturadas. Ningún individuo obtuvo la puntuación más alta para la ingesta de frutos secos y soja.

La correlación entre los índices aMED y AHEI fue de 0.683 ( $p \approx 0.00$ ).

Tabla 42. Distribución de la ingesta diaria (mediana y rango intercuartílico) de los componentes del Índice AHEI entre los participantes del estudio MYMS (n = 209).

Componente	Ingesta*, mediana (IQR)	Puntuación AHEI, mediana (IQR)	Criterio para la puntuación mínima	Criterio para la puntuación máxima
Verduras y legumbres	1.90 (2.94 – 1.24)	7 (5-9)	0	≥ 5
Frutas	1.82 (2.78 – 1.06)	8 (6-10)	0	≥4
Frutos secos y soja	0.04( 0.13 – 0.03)	0 (0-2)	0	≥ 1
Fibra	1.59 ( 3.70 – 0.24 )	0 (0-2)	0	≥ 15
Razón carne blanca/ carne roja	1.30 (2.01 - 0.76)	4 (3-6)	0	≥ 4
Grasas trans	0.68 ( 0.89 – 0.48 )	10 (10-10)	≥ 4	≤ 0.5
Razón grasas poliinsaturadas/ saturadas	0.50 ( 0.59 – 0.42 )	5 (4-6)	0	≥ 1
Alcohol	0.84 ( 1.35 – 0.34 )	1 (0-9)	=0 ó > 2.5	0.5-1.5
<b>Puntuación total</b>	<b>33 (40 - 26)</b>	<b>40 (47 - 35)</b>	<b>0</b>	<b>80</b>

\*Ingesta (raciones/día), excepto para los ítems fibra (g/día), grasas trans (% de la ingesta energética total), alcohol (g/día). Se ha obviado el ítem referente al consumo de complejos vitamínicos.

### IV.3. Análisis descriptivo del estilo de vida de los estudiantes varones de la Universidad de Murcia

La Tabla 1 resume las características de los sujetos del estudio MYMS. La edad media de los 209 sujetos de estudio fue de 20.51 años (SD: 1.32), el IMC normal (23.85 kg/m<sup>2</sup>; SD: 3.01). Se observó una ingesta energética diaria media de 2433.81 Kcal (SD: 757.98), una ingesta de 113.54 mg de cafeína/día y un consumo de alcohol de 10.54 g/día (SD: 10.64). El 31.6% de los estudiantes eran fumadores. El 67.1% de los jóvenes universitarios declaró practicar ejercicio físico. El tiempo dedicado al ejercicio físico y su intensidad fue variable. Se definió como ejercicio ligero aquel que no produce mucha fatiga o sudoración, como ejercicio extremo aquel que produce mucha fatiga y sudoración, y el ejercicio moderado aquel con unas características intermedias a los dos tipos anteriores. Predominó una actividad física de 6-14 horas a la semana: ligera (26.3%), moderada (18.7%) y alta (14.4%).

Tabla 43. Características de los estilos de vida de los participantes en el estudio MYMS (n= 209).

Características	Media (SD)	Mediana (IQR)
Edad	20.51 (1.32)	20.45 ( 21.45 – 19.58 )
IMC	23.85 (3.01)	23.67 ( 25.41 – 21.77 )
Consumo de alcohol (g/ día)	10.54 (10.64)	7.59 ( 14.08 – 3.34 )
Ingesta de cafeína (mg/día)	113.54 (129.10)	78.44 ( 163.29 – 24.86 )
Ingesta energética (Kcal/día)	2433.81 (757.98)	2277.98 ( 2928.63 – 1896.00 )
<b>N (%)</b>		
Fumadores	66 (31.6)	—
<b>Actividad Física</b>		
Ligera	6-14 h	55 (26.3)
	>14 h	11 (5.3)
Moderada	6-14 h	39 (18.7)
	>14 h	2 (1.0)
Alta	6-14 h	30 (14.4)
	>14 h	3 (1.4)
<b>Ver la Televisión &lt; 3 horas/día</b>		
Entre semana	109 (52.2)	—
Fin de semana	100 (48.3)	—

El 52.2% de los sujetos veía menos de 3 horas diarias la televisión entre semana, siendo esta proporción del 48.3% durante el fin de semana. La mayor parte de los sujetos se situó en el rango de 1 a 3 horas/día dedicado a ver la televisión entre semana (46.4%), seguido de los sujetos que empleaban de 4 a 6 horas/día (28.2%). Solamente un 5.7% declararon no ver la televisión, o hacerlo mínimamente, entre semana (Figura 31). Las horas diarias ocupadas en ver la televisión fueron similares en la mayoría de los casos, entre el fin de semana y entre semana, excepto para aquellos situados en un rango de 4 a 6 horas (28.2% entre semana vs 36.8% fin de semana) o más de 10 horas (11.5% entre semana vs 4.3% fin de semana).

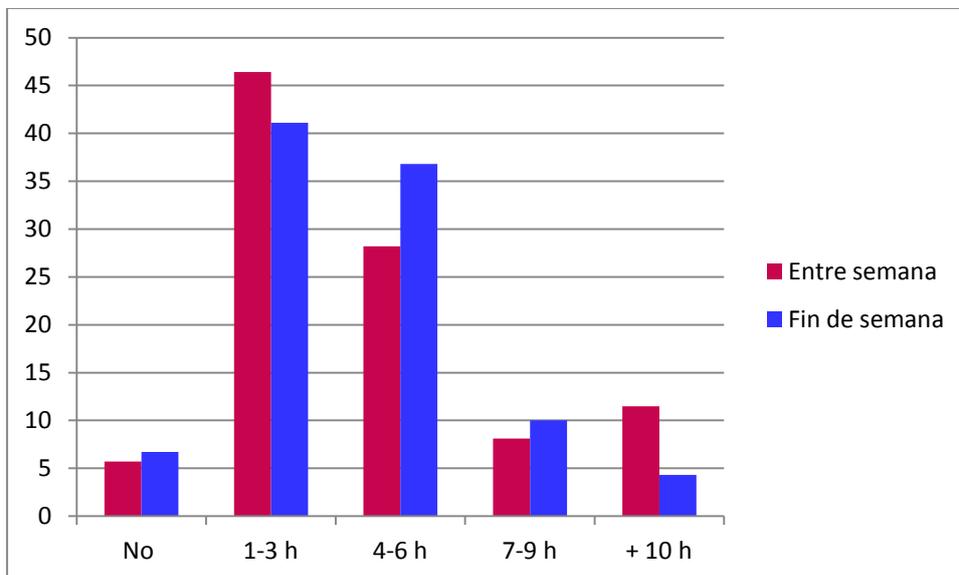


Figura 31. Proporción de individuos en relación al tiempo dedicado a ver la televisión (horas/día).

#### IV.4. Análisis descriptivo de la calidad seminal de los participantes del estudio

##### MYMS

El análisis descriptivo de la calidad seminal de jóvenes participantes en el estudio MYMS fue realizado por Mínguez Alarcón (Mínguez Alarcón 2012). Se resumen aquí los principales resultados hallados en su trabajo. La calidad seminal de los jóvenes estudiantes en la Universidad Murcia comprendió un valor medio de volumen seminal de 3.3 ml (SD:1.7), una concentración de  $52.1 \times 10^6$  espermatozoides /ml (SD:37.1) y un recuento total de espermatozoides de  $154 \times 10^6$  (SD: 120) (Tabla 44). La proporción media de espermatozoides móviles fue del 56.5% (SD:10.9) y de espermatozoides con morfología normal un 10.3% (SD:6.3). La concentración espermática y el recuento espermático total fue estadísticamente más bajo que en la hallada en un estudio de calidad seminal llevado a cabo en jóvenes estudiantes en la provincia de Almería 10 años antes que el estudio MYMS.

Tabla 44. Análisis descriptivo de las características de la calidad seminal del estudio MYMS. (Adaptado de Mínguez Alarcón 2012) (n= 215).

Variable	Media (SD)	Mediana (IQR)
Volumen (ml)	3.3 (1.7)	3.0 (1 - 6.4)
Concentración ( $\times 10^6$ /ml)	52.1 (37.1)	44.0 (8.9-129)
Movilidad total (%)	56.5 (10.9)	57.2 (38.9-74)
Morfología normal (%)	10.3 (6.3)	9.0 (2.8-23)
Recuento espermático ( $\times 10^6$ )	154 (120)	121 (17.8-400)

## **IV.5. Relación entre patrones dietéticos y calidad seminal de los jóvenes de la Región de Murcia**

### **IV.5.1. Calidad seminal y patrones dietéticos “a posteriori” (I): análisis de conglomerados de K-medias**

Se evaluó la relación entre la calidad seminal y los cuatro patrones dietéticos o grupos de comportamiento alimentario identificados mediante el análisis de conglomerados de K-medias. Tres de los cuatro grupos de comportamiento alimentario o patrones de consumo de alimentos son de tipo generalista, presentando el Grupo 1 una mayor ingesta, el Grupo 4 una ingesta media y el Grupo 2 un ingesta menor, de todos los alimentos en general.

Los sujetos del grupo 3 tenían una menor edad ( $p = 0.07$ ) y presentaron un mayor tiempo de abstinencia ( $p = 0.06$ ) con respecto a los jóvenes del Grupo 2 (Tabla 45). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los 4 grupos en cuanto al IMC ( $p = 0.02$ ) y la ingesta energética ( $p \approx 0.00$ ). Los sujetos del Grupo 4 presentaban un mayor IMC que los sujetos del resto de grupos. Los jóvenes del Grupo 2 tienen un ingesta energética menor en comparación con los otros tipos de comportamiento alimentario. Por el contrario, el Grupo 1 es el que presenta la mayor ingesta de los cuatro. El Grupo 3 tiene una ingesta energética mayor que el Grupo 4.

Tabla 45. Características demográficas y dietéticas de los participantes según sus patrones de consumo de alimentos (análisis de conglomerados).

	Patrón de consumo de alimentos				p
	1	2	3	4	
	n= 24	n= 99	n= 16	n= 76	
<b>Edad (años)</b>	20.51 (1.41)	20.65 (1.35)	19.99 (1.19)	20.44 (1.27)	0.294
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	23.04 (3.14)	23.84 (3.18)	22.48 (2.86)	24.82 (3.75)	0.024*
<b>Ejercicio moderado-intenso (horas/semana)</b>	6.04 (5.95)	6.09 (5.58)	5.10 (3.16)	7.01 (4.91)	0.512
<b>Varicocele, n (%)</b>	5 (20.8)	12 (12.1)	1 (6.3)	15 (19.7)	0.321
<b>Tiempo abstinencia (horas)</b>	76.33 (38.48)	75.90 (26.19)	93.38 (55.47)	78.96 (36.79)	0.302
<b>Tiempo hasta procesamiento muestra (minutos)</b>	37.71 (7.22)	38.36 (12.88)	36.88 (8.92)	38.68 (10.97)	0.940
<b>Fumador, n (%)</b>	7 (30.4)	36 (36.4)	3 (18.8)	22 (29.3)	0.488
<b>Alcohol (g)</b>	10.08 (11.81)	9.98 (9.01)	10.67 (12.01)	11.09 (11.73)	0.918
<b>Cafeína (mg)</b>	94.67 (97.41)	117.66 (125.79)	80.44 (104.45)	120.52 (142.99)	0.591
<b>Ingesta energética (Kcal/día)</b>	3451.25 (1110.73)	2186.44 (613.71)	3191.62 (836.12)	2471.01 (773.42)	0.000*
<b>Estación, n (%)</b>					
<b>Primavera</b>	7 (30.4)	43 (43.4)	2 (12.5)	33 (44.0)	0.182
<b>Verano</b>	0 (0)	7 (7.1)	6 (8.0)	13 (6.1)	
<b>Otoño</b>	11 (47.8)	35 (35.4)	10 (62.5)	24 (32.0)	
<b>Invierno</b>	5 (21.7)	14 (14.1)	4 (25.0)	12 (16.0)	

Nota: - En las variables continuas se muestra la media y desviación estándar.

- Se aplicó el test de Kruskal-Wallis en la variable Ingesta energética

\*: Valor estadísticamente significativo  $p < 0.05$

No se encontraron asociaciones entre los grupos de comportamiento alimentario identificados y el volumen seminal, concentración espermática, proporción de espermatozoides con morfología normal y los parámetros referentes a la motilidad: movimiento lento, movimiento rápido, espermatozoides inmóviles y motilidad total. Por el contrario, se observó una asociación significativa entre el recuento espermático, movimiento no progresivo, motilidad progresiva y recuento de espermatozoides móviles y los distintos grupos de comportamiento alimentario (Tabla 46).

Tabla 46. Asociación entre los grupos con distinto patrón de consumo de alimentos y parámetros de la calidad seminal (análisis de conglomerados)

Grupo referencia	n	IC 95% Media	Grupo	n	IC 95% Media	p
<b>Volumen (ml)</b>						
1	24	(2.241-3.806)	2	99	(2.914-3.640)	0.520
			3	16	(2.132-3.840)	0.947
			4	75	(2.966-3.698)	0.448
<b>Concentración (x10<sup>6</sup> células/ml)</b>						
1	24	(27.782-61.378)	2	99	(43.917-59.510)	0.400
			3	16	(27.382-68.763)	0.716
			4	76	(27.382-68.763)	0.230
<b>Recuento espermático (x10<sup>6</sup> células)</b>						
1	24	(72.017-140.454)	2	99	(127.395-176.169)	0.096
			3	16	(66.362-244.881)	0.202
			4	75	(142.172-194.751)	0.028*
<b>Movimiento Rápido (%)</b>						
1	24	(14.655-22.494)	2	99	(19.548-23.398)	0.196
			3	15	(18.077-28.920)	0.129
			4	76	(20.358-25.023)	0.075
<b>Movimiento Lento (%)</b>						
1	24	(19.079-30.589)	2	99	(24.392-28.466)	0.501
			3	15	(21.953-33.870)	0.369
			4	76	(23.783-28.063)	0.655
<b>Movimiento No Progresivo (%)</b>						
1	24	(8.439-12.314)	2	99	(7.881-9.968)	0.014*
			3	15	(7.413-10.046)	0.128
			4	76	(7.392-8.758)	0.003*
<b>Espermatozoides inmóviles (%)</b>						
1	24	(40.307-52.316)	2	99	(40.909-45.376)	0.209
			3	15	(34.242-45.345)	0.074
			4	76	(41.023-45.527)	0.242
<b>Motilidad Progresiva (%)</b>						
1	24	(37.460-49.358)	2	99	(45.815-49.981)	0.068
			3	15	(45.315-57.506)	0.025*
			4	76	(46.344-50.884)	0.040*
<b>Motilidad Total (%)</b>						
1	24	(47.741-59.830)	2	99	(54.284-59.561)	0.286
			3	15	(54.606-65.673)	0.217
			4	76	(54.433-59.946)	872

Grupo referencia	n	IC 95% Media	Grupo	n	IC 95% Media	p
<b>Recuento de Espermatozoides Móviles (x10<sup>6</sup> células)</b>						
1	24	(37.984-84.032)	2	99	(73.057-103.104)	0.104
			3	15	(44.310-158.696)	0.092
			4	76	(80.527-111.426)	0.042*
<b>Morfología Normal (%)</b>						
1	24	(8.18-14.15)	2	99	(8.95-11.48)	0.509
			3	15	(5.64-11.43)	0.209
			4	76	(8.98-11.87)	0.620

\*: Valor estadísticamente significativo  $P < 0.05$ .

El Grupo 1 (generalista con mayor consumo) presentó un recuento espermático menor que el Grupo 4 (generalista con consumo intermedio) ( $p=0.028$ ) (Tabla 46). Al ajustar este modelo por la presencia de varicocele y el tiempo de abstinencia se mantuvo ésta relación ( $p_{ajustado}= 0.029$ ) (Figura 32). La proporción de espermatozoides con movimiento no progresivo respecto al comportamiento alimentario fue estadísticamente significativa ( $p= 0.003$ ). El Grupo 1 presentó valores más altos en cuanto a la proporción de espermatozoides con movimiento no progresivo en comparación con los Grupos 2 ( $p= 0.014$ ) y 4 ( $p= 0.003$ ). Al introducir en el modelo las variables significativas: ejercicio moderado e intenso y las estaciones otoño y primavera, esta relación no se vio alterada ( $p_{ajustado}= 0.014$  y  $p_{ajustado}= 0.004$ , respectivamente) (Figura 33). También se observó, una menor motilidad progresiva del Grupo 1 respecto al Grupo 3 (selectivo con alta ingesta de dulces) ( $p= 0.025$ ) y Grupo 4 ( $p= 0.040$ ). Esta relación continúa tan sólo entre el Grupo 1 y 3 tras un ajustar el modelo ( $p_{ajustado}= 0.044$ ), al introducir las covariables: calorías y edad. Además, en este modelo ajustado se observa un cambio en la relación entre el Grupo 2 y el Grupo 3 cercana a ser significativa ( $p_{ajustado}= 0.058$ ), contando el Grupo 2 con una menor proporción de espermatozoides con motilidad progresiva (Figura 34). Por último, el Grupo 4 presentó un mayor recuento de espermatozoides móviles respecto al Grupo 1 ( $p= 0.042$ ), manteniéndose esta relación tras ajustar por el tiempo de abstinencia ( $p_{ajustado}= 0.043$ ) (Figura 35).

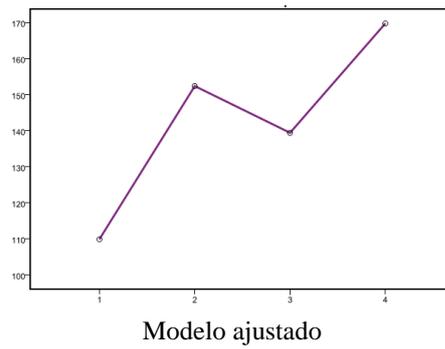
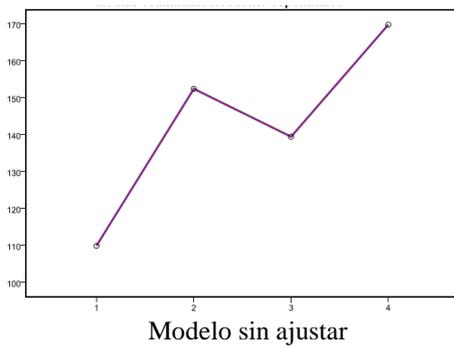


Figura 32. Recuento espermático

Modelo ajustado  
[Tiempo de abstinencia (78.3 horas), varicocele (no)]

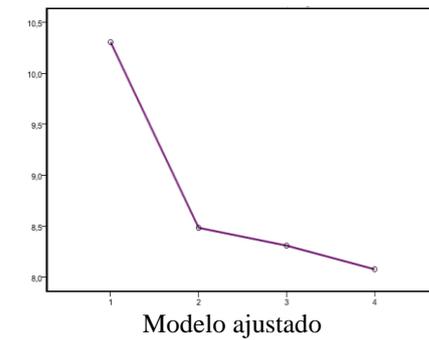
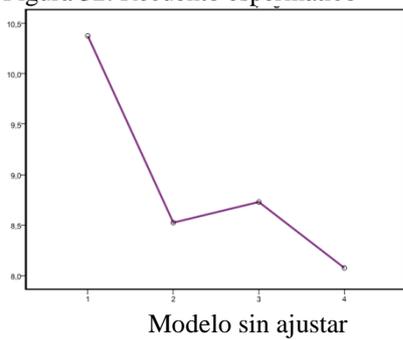


Figura 33. Movimiento no progresivo

Modelo ajustado  
[Ejercicio moderado-extremo (6.3 horas), primavera (no), otoño (no)]

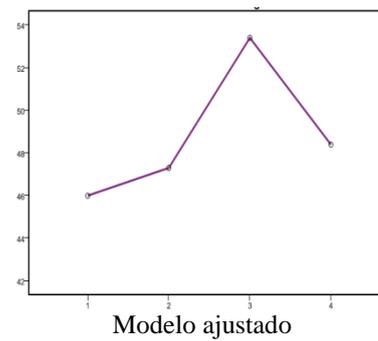
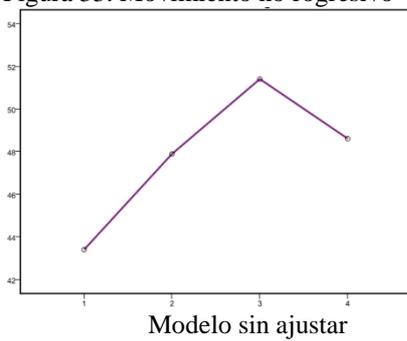


Figura 34. Motilidad progresiva

Modelo ajustado  
[Ingesta energética (2491Kcal), edad (20.5 años)]

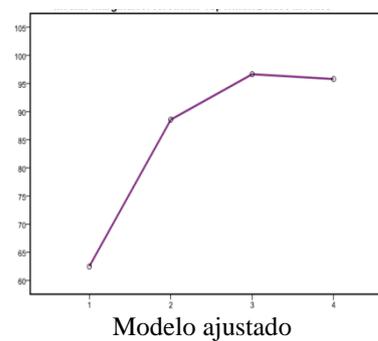
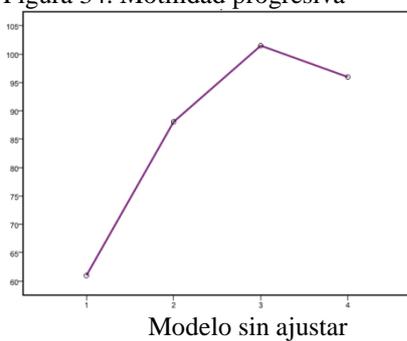


Figura 35. Recuento de espermatozoides móviles

Modelo ajustado  
[tiempo abstinencia (77.4 horas), varicocele (no)]

#### IV.5.2. Calidad seminal y patrones dietéticos “a posteriori” (II): análisis factorial

Las Tablas 47 y 48 muestran el análisis de asociación entre los parámetros de la calidad seminal y los 6 patrones de consumo de alimentos identificados previamente mediante análisis factorial: “mediterráneo”, “alimentos con un aporte alto de grasas saturadas”, “alimentos saludables”, “alimentos de una alta ingesta energética”, “bebidas alcohólicas” y “alimentos variados”. El análisis de regresión lineal mostró que el patrón dietético “mediterráneo” estaba positivamente asociado con el recuento espermático ( $\beta_{\text{ajustado}} = 0.225$ , IC 95%: 0.012, 0.438) y el recuento de espermatozoides móviles ( $\beta_{\text{ajustado}} = 0.202$ , IC 95%: 0.014, 0.391). En los modelos multivariantes se incluyeron las covariables que daban como resultado un cambio en el coeficiente de regresión  $\beta$  superior al 10% ( $\beta_{\text{ajustado}}$ ). En todos los modelos, ajustados ( $\beta_{\text{ajustado}}$ ) y sin ajustar ( $\beta$ ) se incluyeron las covariables que influyen en la concentración espermática y el volumen (tiempo de abstinencia) y en la movilidad (tiempo hasta el comienzo del análisis). La ingesta energética se incluyó en todos los casos. La proporción de espermatozoides con una morfología normal era inferior en aquellos sujetos con una mayor adherencia a un patrón de “alimentos saludables”, el cual se caracterizaba por altas ingestas de lácteos desnatados, huevos, carne blanca, cereales, infusiones, café y frutas ácidas ( $\beta_{\text{ajustado}} = -0.119$ , IC 95%: -0.215, -0.022). En los modelos sin ajustar, se halló una relación estadísticamente significativas entre el consumo de “alimentos con alta ingesta de grasas saturadas” y el recuento total de espermatozoides ( $\beta = -0.211$ ,  $p = 0.041$ ). También se observó en los modelos no ajustados, una asociación entre el movimiento no progresivo y la ingesta de “alimentos saludables” ( $\beta = 0.527$ ,  $p = 0.059$ ) y la ingesta del grupo de “alimentos variados” ( $\beta = 0.610$ ,  $p = 0.009$ ). Dicha relación no se mantuvo al introducir las covariables.

Tabla 47. Asociación entre los patrones dietéticos y la calidad seminal (análisis factorial) (Parte I) (n = 209).

Modelo	Patrón de consumo de alimentos								
	$\beta$	“Mediterráneo” IC 95%	p-valor	$\beta$	“Alta ingesta de grasas saturadas” IC 95%	p-valor	$\beta$	“Alimentos saludables” IC 95%	p-valor
<b>Volumen (ml)</b>									
Sin ajustar	0.030	(-0.008 – 0.069)	0.124	-0.015	(-0.054 – 0.024)	0.448	0.012	(-0.026 – 0.051)	0.528
Ajustado	0.031	(-0.010 – 0.073)	0.141	-0.017	(-0.064 – 0.030)	0.480	0.010	(-0.034 – 0.053)	0.664
<b>Concentración (10<sup>6</sup>/ml)</b>									
Sin ajustar	0.000	(-0.129 – 0.129)	0.998	-0.130	(-0.257 – -0.002)	0.046	-0.026	(-0.154 – 0.103)	0.696
Ajustado	0.050	(-0.087 – 0.188)	0.472	-0.028	(-0.180 – 0.124)	0.714	0.008	(-0.135 – 0.151)	0.915
<b>Recuento (10<sup>6</sup>)</b>									
Sin ajustar	0.146	(-0.058 – 0.349)	0.159	-0.211	(-0.414 – 0.009)	0.041	0.011	(-0.193 – 0.216)	0.914
Ajustado	0.225	(0.012 – 0.438)	0.039	-0.075	(-0.317 – 0.166)	0.538	0.043	(-0.181 – 0.267)	0.705
<b>Movimiento rápido (%)</b>									
Sin ajustar	-0.718	(-2.080 – 0.644)	0.300	0.109	(-1.323 – 1.542)	0.881	-0.987	(-2.335 – 0.361)	0.150
Ajustado	-0.550	(-1.986 – 0.885)	0.451	1.152	(-0.461 – 2.766)	0.161	-1.218	(-2.703 – 0.267)	0.107
<b>Movimiento lento (%)</b>									
Sin ajustar	0.300	(-1.140 – 1.739)	0.682	0.297	(-1.220 – 1.800)	0.705	-0.282	(-1.710 – 1.146)	0.698
Ajustado	0.747	(-0.666 – 2.160)	0.298	0.023	(-1.576 – 1.621)	0.978	0.349	(-1.131 – 1.829)	0.642
<b>Movimiento no progresivo (%)</b>									
Sin ajustar	0.275	(-206 – 0.720)	0.275	0.148	(-0.338 – 0.635)	0.548	0.527	(0.072 – 0.982)	0.023
Ajustado	0.135	(-0.351 – 0.622)	0.584	-0.055	(-0.606 – 0.495)	0.844	0.478	(-0.019 – 0.947)	0.059
<b>Inmóviles (%)</b>									
Sin ajustar	0.391	(-1.150 – 1.932)	0.617	-0.479	(-2.095 – 1.137)	0.560	0.930	(-0.594 – 2.455)	0.230
Ajustado	-0.160	(-1.800 – 1.479)	0.848	-1.112	(-2.964 – 0.739)	0.238	0.385	(-1.319 – 2.089)	0.657
<b>Movilidad progresiva (%)</b>									
Sin ajustar	-0.418	(1.929 – 1.093)	0.586	0.400	(-1.186 – 1.985)	0.620	-1.269	(-2.759 – 0.222)	0.095
Ajustado	0.210	(-1.409 – 1.828)	0.799	1.328	(-0.470 – 3.127)	0.147	-0.871	(-2.552 – 0.809)	0.308
<b>Movilidad total (%)</b>									
Sin ajustar	-0.161	(-1.674 – 1.352)	0.384	0.548	(-1.037 – 2.133)	0.496	-0.742	(-2.239 – 0.756)	0.330
Ajustado	0.306	(-1.310 – 1.922)	0.709	1.034	(-0.793 – 2.860)	0.266	-0.321	(-2.001 – 1.360)	0.707
<b>Recuento de móviles (10<sup>6</sup>)</b>									
Sin ajustar	0.117	(-0.062 – 0.297)	0.200	-0.174	(-0.352 – 0.005)	0.056	-0.006	(-0.186 – 0.174)	0.948
Ajustado	0.202	(0.014 – 0.391)	0.035	-0.027	(-0.241 – 0.186)	0.801	0.038	(-0.160 – 0.236)	0.703
<b>Morfología normal (%)</b>									

Modelo	Patrón de consumo de alimentos								
	“Mediterráneo”			“Alta ingesta de grasas saturadas”			“Alimentos saludables”		
	$\beta$	IC 95%	p-valor	$\beta$	IC 95%	p-valor	$\beta$	IC 95%	p-valor
Sin ajustar	-0.005	(-0.093 – 0.082)	0.903	-0.016	(-0.110 – 0.078)	0.737	-0.089	(-0.175 – -0.004)	0.041
Ajustado	0.003	(-0.091 – 0.097)	0.950	0.000	(-0.106 – 0.107)	0.996	-0.119	(-0.215 – -0.022)	0.016

Tabla 48. Asociación entre los patrones dietéticos y la calidad seminal (Análisis Factorial) (Parte II) (n = 209).

Modelo	Patrón de consumo de alimentos								
	“Complementos de alta ingesta energética”			“Alcohol”			“Alimentos variados”		
	$\beta$	IC 95%	p-valor	$\beta$	IC 95%	p-valor	$\beta$	IC 95%	p-valor
<b>Volumen (ml)</b>									
Sin ajustar	-0.012	(-0.050 – 0.027)	0.554	0.006	(-0.033 – 0.045)	0.756	-0.030	(-0.069 – 0.008)	0.122
Ajustado	-0.025	(-0.070 – 0.020)	0.272	-0.010	(-0.055 – 0.034)	0.646	-0.032	(-0.071 – 0.008)	0.114
<b>Concentración (10<sup>6</sup>/ml)</b>									
Sin ajustar	-0.004	(-0.133 – 0.125)	0.949	0.025	(-0.104 – 0.154)	0.699	0.039	(-0.090 – 0.167)	0.556
Ajustado	0.054	(-0.091 – 0.200)	0.463	0.089	(-0.057 – 0.234)	0.230	0.064	(-0.064 – 0.192)	0.323
<b>Recuento (10<sup>6</sup>)</b>									
Sin ajustar	-0.022	(-0.226 – 0.182)	0.833	0.076	(-0.128 – 0.280)	0.466	-0.059	(-0.263 – 0.145)	0.570
Ajustado	0.016	(-0.212 – 0.243)	0.893	0.103	(-0.124 – 0.330)	0.373	-0.034	(-0.234 – 0.167)	0.740
<b>Movimiento rápido (%)</b>									
Sin ajustar	0.394	(-0.963 – 1.751)	0.567	0.205	(-1.151 – 1.561)	0.766	0.557	(-0.796 – 1.910)	0.418
Ajustado	0.571	(-0.962 – 2.104)	0.463	0.702	(-0.795 – 2.199)	0.356	-0.011	(-1.418 – 1.397)	0.988
<b>Movimiento lento (%)</b>									
Sin ajustar	-1.306	(-2.727 – 0.114)	0.071	-0.478	(-1.906 – 0.951)	0.501	-0.480	(-1.908 – 0.947)	0.508
Ajustado	-0.474	(-1.995 – 1.047)	0.540	-0.225	(-1.737 – 1.286)	0.769	0.265	(-1.125 – 1.654)	0.708
<b>Movimiento no progresivo (%)</b>									
Sin ajustar	-0.013	(-0.475 – 0.449)	0.955	-0.149	(-0.609 – 0.312)	0.525	0.610	(0.157 – 1.063)	0.009
Ajustado	-0.223	(-0.739 – 0.294)	0.397	-0.083	(-0.596 – 0.430)	0.749	0.388	(-0.068 – 0.844)	0.095
<b>Inmóviles (%)</b>									
Sin ajustar	0.968	(-0.560 – 2.495)	0.213	0.586	(-0.943 – 2.115)	0.451	-0.531	(-2.059 – 0.997)	0.494
Ajustado	-0.101	(-1.855 – 1.654)	0.919	-0.134	(-1.866 – 1.597)	0.879	-0.839	(-2.365 – 0.688)	0.280
<b>Movilidad progresiva (%)</b>									
Sin ajustar	-0.912	(-2.411 – 0.587)	0.232	-0.272	(-1.774 – 1.229)	0.721	0.077	(-1.424 – 1.578)	0.920

Modelo	Patrón de consumo de alimentos								
	“Complementos de alta ingesta energética”			“Alcohol”			“Alimentos variados”		
	$\beta$	IC 95%	p-valor	$\beta$	IC 95%	p-valor	$\beta$	IC 95%	p-valor
<b>Ajustado</b>	0.213	(-1.52 – 1.947)	0.808	0.269	(-1.426 – 1.964)	0.755	0.488	(-1.019 – 1.995)	0.524
<b>Movilidad total (%)</b>									
<b>Sin ajustar</b>	-0.925	(-2.424 – 0.574)	0.225	-0.421	(-1.922 – 1.080)	0.581	0.687	(-0.811 – 2.185)	0.367
<b>Ajustado</b>	-0.037	(-1.767 – 1.694)	0.967	0.152	(-1.555 – 1.859)	0.861	0.946	(-0.557 – 2.450)	0.261
<b>Recuento de móviles (10<sup>6</sup>)</b>									
<b>Sin ajustar</b>	-0.042	(-0.222 – 0.138)	0.645	0.044	(-0.136 – 0.224)	0.630	-0.033	(-0.213 – 0.147)	0.719
<b>Ajustado</b>	0.004	(-0.197 – 0.205)	0.968	0.084	(-0.117 – 0.285)	0.411	-0.002	(-0.180 – 0.175)	0.979
<b>Morfología normal (%)</b>									
<b>Sin ajustar</b>	0.060	(-0.026 – 0.146)	0.170	0.003	(-0.084 – 0.089)	0.954	-0.010	(-0.097 – 0.077)	0.824
<b>Ajustado</b>	0.098	(0.000 – 0.196)	0.050	0.043	(-0.054 – 0.140)	0.380	-0.008	(-0.096 – 0.079)	0.851

### IV.5.3. Calidad seminal y patrones dietéticos “a priori”: índices de calidad de la dieta

La puntuación calculada para cada uno de los sujetos del índice aMED fue utilizada para establecer grupos con una mayor o menor afinidad a un patrón dietético de tipo mediterráneo. Basados en la distribución de frecuencias del índice aMED se hicieron cuatro grupos que se correspondieron con la agrupación en cuartiles. El primer grupo reunía a los sujetos con una puntuación igual o menor de 4 puntos en el índice aMED, constando de 89 individuos. Los otros tres grupos están formados por 34 sujetos con una puntuación en el índice aMED igual a 5, 37 sujetos con 6 puntos y 49 sujetos con una puntuación igual o superior a los 7 puntos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre dichos grupos en cuanto a la ingesta energética ( $p \approx 0.000$ ). El grupo con una puntuación igual o superior a 7 puntos presentó una ingesta energética superior (2799.22 Kcal, SD: 722.54) a los sujetos que obtuvieron una puntuación igual o inferior a 4 puntos (2175.81 Kcal, SD: 696.56) ( $p \approx 0.000$ ) y aquellos que alcanzaron los 5 puntos (2432.38 Kcal, SD: 634.07) ( $p = 0.023$ ). El grupo con una puntuación menor o igual a 4 tenía una ingesta energética menor que el grupo con una puntuación igual a 6 puntos ( $p = 0.005$ ).

Se agruparon a los jóvenes en tertiles según la puntuación obtenida en el índice AHEI. Este índice define la similitud del patrón de consumo de alimentos seguidos por los sujetos de estudio, respecto a un patrón dietético saludable. El primer tercil estaba constituido por aquellos sujetos con una puntuación mayor o igual a 28 puntos en el índice AHEI, el segundo tercil constaba de los individuos con 29-37 puntos y el tercer tercil lo conformaban los sujetos con una puntuación mayor o igual a 38. El tamaño muestral fue de 72, 70 y 67 individuos, respectivamente.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos del índice AHEI y la ingesta energética ( $p \approx 0.000$ ). Los sujetos situados en el tercer tercil del índice AHEI ( $\geq 38$  puntos) tenían una mayor ingesta energética (2783.44 Kcal, SD: 736.98) que los que se situaban en el segundo (29 – 37 puntos) (2416.06 Kcal, SD: 763.60) ( $p = 0.030$ ) y primer tercil (2125.73 Kcal, SD: 634.22) ( $\leq 28$  puntos) ( $p \approx 0.000$ ). Los individuos del segundo tercil presentaron una mayor ingesta energética que aquellos incluidos en el primer tercil ( $p = 0.016$ ). Las diferencias en cuanto a la ingesta energética

podrían reflejar una mayor actividad física, ya que se observó una mayor cantidad de individuos que practicaban una actividad física de tipo ligero más de 14 horas semanales en el segundo tercil respecto a los individuos del primer y tercer tercil (8 sujetos vs 0 y 3 sujetos, respectivamente) ( $p = 0.011$ ).

La asociación de los parámetros de la calidad seminal y los índices de calidad de la dieta aMED y AHEI queda resumidas en las Tablas 49 y 50. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros de la calidad seminal y los grupos definidos según la puntuación del índice aMED (Tabla 49). Sí se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la proporción de espermatozoides con una movilidad progresiva y el índice de calidad de la dieta AHEI ( $p = 0.037$ ) (Tabla 50). En el modelo ajustado los sujetos del segundo tercil (29 – 37 puntos) presentaban una mayor movilidad progresiva respecto a los sujetos del tercer tercil ( $\geq 38$  puntos) ( $p_{\text{ajustado}} = 0.024$ ). Además, el recuento de espermatozoides móviles entre los sujetos con una puntuación de 29 a 37 puntos en el índice AHEI fue mayor que en los sujetos con una puntuación igual o menor a 28 puntos ( $p_{\text{ajustado}} = 0.044$ ).

Tabla 49. Asociación entre la puntuación del índice aMED y los parámetros de la calidad seminal.

Modelo	Puntuación Índice aMED								p-valor
	≤ 4		5		6		≥ 7		
	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	
	n= 89		n=34		n= 37		n=49		
<b>Volumen (ml)</b>									
Sin ajustar	2.93	(2.56 – 3.33)	2.75	(2.19 – 3.41)	2.71	(2.16 – 3.36)	3.22	(2.82 – 3.65)	0.527
Ajustado	2.89	(2.54 – 3.28)	2.83	(2.30 – 3.44)	2.72	(2.22 – 3.29)	3.21	(2.70 – 3.77)	0.610
<b>Concentración (10<sup>6</sup>/ml)</b>									
Sin ajustar	45.39	(38.30 – 53.30)	42.75	(30.28 – 58.24)	38.34	(28.99 – 49.50)	41.26	(32.73 – 51.16)	0.745
Ajustado	44.40	(37.39 – 52.23)	42.88	(32.49 – 55.26)	38.96	(29.62 – 50.12)	43.50	(34.26 – 54.27)	0.871
<b>Recuento (10<sup>6</sup>)</b>									
Sin ajustar	126.62	(104.32 – 151.89)	111.87	(77.88 – 154.55)	99.78	(71.86 – 134.14)	132.72	(102.29 – 168.67)	0.464
Ajustado	121.66	(100.41 – 145.61)	116.14	(85.13 – 153.99)	101.52	(74.30 – 134.69)	139.15	(108.05 – 175.62)	0.425
<b>Movimiento rápido (%)</b>									
Sin ajustar	22.27	(20.12 – 24.42)	22.09	(18.17 – 26.01)	21.95	(18.94 – 24.96)	20.92	(18.28 – 23.57)	0.896
Ajustado	22.00	(19.93 – 24.06)	22.40	(19.17 – 25.64)	21.32	(18.14 – 24.50)	21.69	(18.88 – 24.50)	0.969
<b>Movimiento lento (%)</b>									
Sin ajustar	26.32	(23.96 – 28.69)	26.73	(22.99 – 30.48)	24.64	(21.61 – 27.67)	26.46	(23.62 – 29.31)	0.815
Ajustado	26.37	(24.33 – 28.40)	26.17	(22.98 – 29.37)	25.61	(22.46 – 28.77)	26.39	(23.61 – 29.17)	0.981
<b>Movimiento no progresivo (%)</b>									
Sin ajustar	8.43	(7.75 – 9.12)	9.32	(7.86 – 10.78)	8.40	(7.33 – 9.46)	8.52	(7.63 – 9.41)	0.587
Ajustado	8.52	(7.82 – 9.21)	9.15	(8.04 – 10.26)	8.55	(7.48 – 9.61)	8.31	(7.35 – 9.26)	0.707

Modelo	Puntuación Índice aMED								p-valor
	≤ 4		5		6		≥ 7		
	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	
<b>Inmóviles (%)</b>									
Sin ajustar	42.47	(39.78 – 45.17)	41.80	(38.37 – 45.23)	45.01	(42.00 – 48.03)	44.15	(41.15 – 47.14)	0.528
Ajustado	42.69	(40.35 – 45.03)	42.27	(38.57 – 45.96)	44.97	(41.40 – 48.55)	43.46	(40.26 – 46.65)	0.708
<b>Movilidad progresiva (%)</b>									
Sin ajustar	48.60	(46.11 – 51.08)	48.82	(44.75 – 52.90)	46.59	(43.54 – 49.63)	47.39	(44.41 – 50.36)	0.750
Ajustado	48.21	(45.90 – 50.52)	48.72	(45.08 – 52.36)	46.47	(42.93 – 50.00)	48.27	(45.11 – 51.43)	0.815
<b>Movilidad total (%)</b>									
Sin ajustar	57.03	(54.43 – 59.62)	58.15	(54.69 – 61.60)	54.98	(51.97 – 58.00)	55.90	(52.89 – 58.91)	0.616
Ajustado	56.87	(54.56 – 59.18)	57.73	(54.08 – 61.38)	54.99	(51.46 – 58.52)	56.49	(53.33 – 59.64)	0.745
<b>Recuento de móviles (10<sup>6</sup>)</b>									
Sin ajustar	71.70	(58.02 – 87.37)	65.43	(44.86 – 91.48)	54.27	(38.91 – 73.22)	73.76	(55.52 – 95.61)	0.469
Ajustado	68.27	(55.57 – 82.82)	67.77	(48.71 – 91.31)	55.52	(39.55 – 75.31)	78.57	(59.87 – 100.74)	0.415
<b>Morfología normal (%)</b>									
Sin ajustar	8.75	(7.59 – 10.09)	8.15	(6.52 – 10.20)	8.07	(6.89 – 9.44)	9.34	(7.71 – 11.32)	0.688
Ajustado	8.56	(7.47 – 9.80)	8.58	(6.89 – 10.70)	8.04	(6.55 – 9.86)	9.24	(7.70 – 11.10)	0.788

Modelo sin ajustar: p-valor basado en las diferencias de medias entre grupos (test ANOVA).

Modelo ajustado: p-valor basado en las diferencias de medias entre grupos, teniendo en cuenta el efecto de las covariables (test ANCOVA).

Tabla 50. Asociación entre la puntuación del índice AHEI y los parámetros de la calidad seminal.

Modelo	Puntuación Índice AHEI						p-valor
	≤ 28		29-37		≥ 38		
	n= 72		n= 70		n= 67		
	Media	IC 95%	Media	IC 95%	Media	IC 95%	
<b>Volumen (ml)</b>							
Sin ajustar	2.81	(2.41 – 3.27)	3.02	(2.68 – 3.39)	2.95	(2.52 – 3.42)	0.772
Ajustado	2.76	(2.38 – 3.18)	3.05	(2.54 – 3.48)	2.96	(2.55 – 3.42)	0.615
<b>Concentración (10<sup>6</sup>/ml)</b>							
Sin ajustar	42.83	(35.21 – 51.49)	47.25	(39.63 – 55.77)	38.11	(30.32 – 47.12)	0.300
Ajustado	41.82	(34.39 – 50.20)	46.85	(38.92 – 55.79)	40.21	(32.65 – 48.87)	0.493
<b>Recuento (10<sup>6</sup>)</b>							
Sin ajustar	113.50	(91.89 – 138.25)	140.73	(114.62 – 170.52)	108.54	(83.81 – 137.70)	0.189
Ajustado	108.26	(86.76 – 133.12)	140.69	(115.22 – 169.66)	114.86	(91.37 – 142.15)	0.166
<b>Movimiento rápido (%)</b>							
Sin ajustar	21.68	(19.26 – 24.09)	23.07	(20.62 – 25.53)	20.81	(18.61 – 23.02)	0.405
Ajustado	21.54	(19.26 – 23.82)	22.99	(20.73 – 25.26)	21.05	(18.64 – 23.47)	0.474
<b>Movimiento lento (%)</b>							
Sin ajustar	26.06	(23.60 – 28.51)	27.38	(24.61 – 30.15)	24.86	(22.66 – 27.06)	0.372
Ajustado	25.81	(23.56 – 28.05)	27.56	(25.33 – 29.80)	25.22	(22.85 – 27.60)	0.329
<b>Movimiento no progresivo (%)</b>							
Sin ajustar	8.45	(7.66 – 9.24)	8.06	(7.39 – 8.73)	9.30	(8.37 – 10.24)	0.088
Ajustado	8.27	(7.48 – 9.05)	8.33	(7.56 – 9.09)	9.19	(8.37 – 10.01)	0.218



#### **IV.6. Asociación entre la ingesta de ácidos grasos y los parámetros de la calidad seminal**

Uno de los resultados más destacables en el análisis descriptivo de la ingesta dietética de los sujetos del estudio MYMS, es la ingesta muy superior de alimentos con un alto aporte de grasas a las recomendaciones de una Dieta Mediterránea tradicional (Tabla 23). Además, las cantidades diarias correspondientes a la ingesta de ácidos grasos como por ejemplo, el colesterol subrayan el consumo elevado de grasas (Tabla 24). Un análisis específico entre la asociación entre ácidos grasos y calidad seminal nos permite dilucidar si la ingesta de ácidos grasos, que es notable en nuestra muestra de estudio, está relacionada con los parámetros de la calidad seminal.

En la Tabla 51 se presentan los valores medios de posibles factores de confusión para el primer y cuarto cuartil de la ingesta de los ácidos grasos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la ingesta total de grasa, grasas monoinsaturadas, grasas poliinsaturadas, ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 en relación con el IMC, el porcentaje de fumadores, el tiempo de comienzo del análisis de la muestra, el tiempo de abstinencia y la ingesta energética total, de cafeína y alcohol en ambos cuartiles.

La Tabla 52 resume los modelos multivariantes ajustados correspondientes a los parámetros de la calidad seminal y la ingesta de ácidos grasos. La ingesta total de grasa, grasas monoinsaturadas, grasas poliinsaturadas, ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 no se relaciona con los parámetros espermáticos ( $p_{\text{tendencia}} > 0.05$ ). Sin embargo, cuando se analizó la ingesta de ácidos grasos específicos, se observó una relación estadísticamente significativa entre una mayor ingesta de ácido esteárico y la movilidad espermática total ( $p_{\text{tendencia}} = 0.01$ ) (Figura 36). La movilidad espermática total ajustada por las covariables indicadas, aumentó del cuartil con una menor ingesta al cuartil con la ingesta más alta de ácido esteárico, pasando de 53.92% (IC 95%: 50.76-57.08), a 56.31% (IC 95%: 53.44-59.19), 56.06% (IC 95%: 53.25-58.87) y, finalmente, 61.34% (IC 95%: 57.80-64.89) para el cuarto cuartil ( $p_{\text{tendencia}} = 0.02$ ). La ingesta del ácido graso  $\omega$ -3  $\alpha$ -linolénico (ALA), también se asoció positivamente con la movilidad espermática total (Figura 36). En los modelos ajustados, la proporción de espermatozoides móviles aumentó con la ingesta de ALA pasando de 55.71% (IC 95%: 52.63-58.78) a 55.65% (IC 95%: 52.81-58.49), 56.34% (IC 95%: 53.47-59.20) y, finalmente, 59.82% (IC 95%:

56.63-63.00) para el cuarto cuartil ( $p_{\text{tendencia}} = 0.04$ ). Por último, se encontró una relación positiva entre el volumen seminal y la ingesta de colesterol después de su ajuste por los principales tipos de ácidos grasos (Figura 37). En este modelo, el volumen espermático ajustado disminuyó entre cuartiles definidos por ingesta energética pasando de 3.59 ml (IC 95%: 2.94-4.40), a 2.56 ml (IC 95%: 2.17-3.03), 2.86 ml (IC 95%: 2.41-3.39) y, finalmente, 2.30 (IC 95%: 1.89-2.80) en el cuarto cuartil ( $p_{\text{tendencia}} = 0.02$ ).

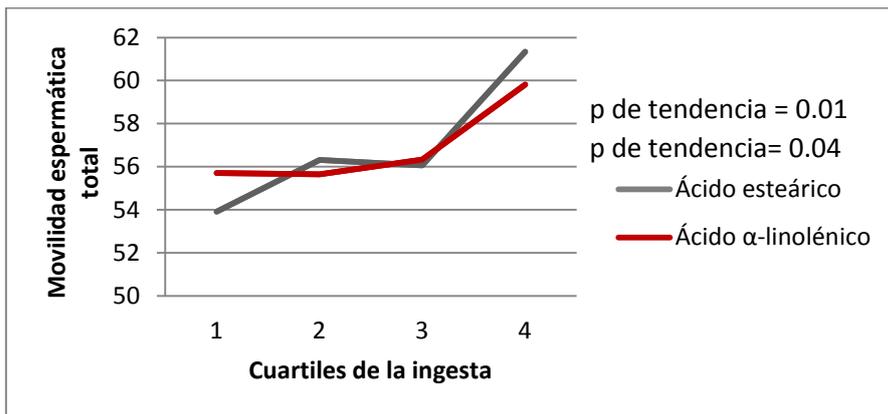


Figura 36. Relación entre la ingesta de ácido graso  $\alpha$ - linolénico y esteárico y la movilidad espermática.

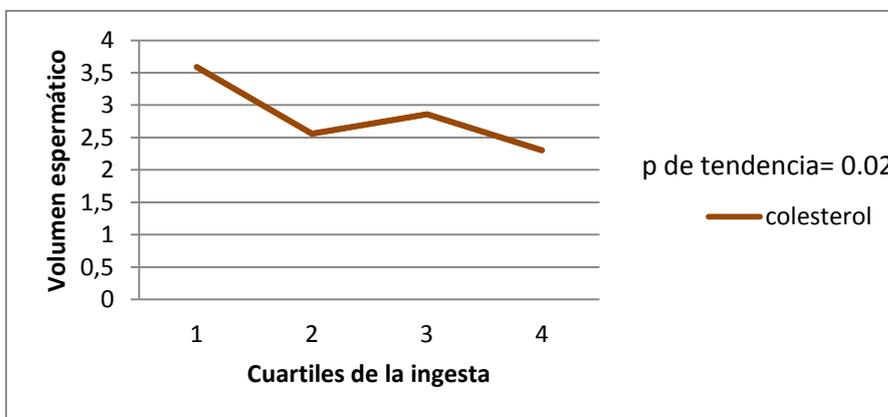


Figura 37. Relación entre la ingesta de colesterol y el volumen espermático.

Tabla 51. Valores medios de variables seleccionadas para el primer y cuarto cuartil de ingesta de ácidos grasos (n = 209).

Ingesta AG	IMC		Ingesta energética (Kcal)		Fumadores (%)	Ingesta alcohol (g/día)		Ingesta cafeína (mg/día)		Tiempo abstinencia (horas)		Tiempo hasta el análisis (minutos)	
Grasa total													
Q1 (55.4-85.0 g/día)	24.4	(3.5)	2582.9	(795.8)	44.4	13.0	(12.5)	127.8	(134.2)	80.5	(26.1)	40.7	(12.6)
Q4 (103.1-136.4 g/ día)	23.8	(2.8)	2603.8	(1113.4)	28.3	7.1	(6.9)	104.2	(116.4)	79.5	(33.9)	37.0	(12.1)
Grasas saturadas													
Q1 (15.4-25.0 g/ día)	24.4	(3.8)	2615.4	(847.2)	38.9	11.0	(11.6)	124.7	(139.8)	79.2	(28.4)	39.6	(10.7)
Q4 (33.5-77.5 g/ día)	23.6	(2.6)	2686.9	(1101.2)	35.8	7.8	(7.0)	115.9	(131.2)	78.11	(29.7)	37.2	(11.7)
Grasas monoinsaturadas													
Q1 (20.9-36.1 g/ día)	24.4	(3.9)	2421.1	(860.5)	42.6	12.2	(11.8)	133.0	(141.3)	75.8	(26.4)	38.9	(12.4)
Q4 (45.8-71.2 g/ día)	24.1	(3.7)	2661.4	(1141.9)	28.3	7.0	(6.5)	107.0	(115.7)	80.9	(40.5)	37.8	(9.9)
Grasas poliinsaturadas													
Q1 (6.8-12-8 g/ día)	24.0	(3.6)	2613.2	(823.3)	42.6	11.1	(11.7)	143.1	(145.1)	75.6	(22.7)	37.5	(12.1)
Q4 (16.5-28-6 g/ día)	24.1	(3.1)	2643.5	(1099.9)	18.9	6.9	(6.2)	98.9	(99.9)	79.0	(41.5)	38.0	(11.9)
Ácidos grasos ω-3													
Q <sub>1</sub> (0.8-1.4 g/ día)	24.0	(3.6)	2424.1	(810.8)	44.4	11.2	(11.5)	120.7	(117.8)	79.7	(31.4)	37.2	(11.2)
Q4 (2.0-2.9 g/ día)	24.1	(4.1)	2692.1	(1000.1)	34.0	8.5	(7.8)	124.2	(110.4)	78.5	(41.6)	38.9	(11.9)
Ácidos grasos ω-6													
Q1 (6.0-11.1 g/ día)	24.1	(3.6)	2734.4	(932.6)	42.6	11.1	(11.8)	137.9	(140.6)	78.3	(26.3)	38.2	(12.4)
Q4 (14.7-26.5 g/ día)	24.1	(3.1)	2582.2	(1042.6)	18.9	6.9	(6.2)	96.0	(98.2)	79.4	(41.8)	37.9	(11.7)

Q1: 1<sup>er</sup> cuartil de ingesta de ácidos grasos.

Q4: 4<sup>o</sup> cuartil de ingesta de ácidos grasos.

Nota: Las variables continuas se encuentran representadas por el valor de la media y la desviación estándar.

Tabla 52. Modelos multivariantes de los parámetros de calidad seminal y la ingesta de los ácidos grasos (n= 209).

Mediana de consumo para cada cuartil	Volumen		Movilidad		Morfología normal		Concentración		Recuento espermático	
	(ml)	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%	(10 <sup>6</sup> /ml)	IC 95%	(10 <sup>6</sup> )	IC 95%
<b>Grasa total</b>										
Q1 (77.09 g/ día)	3.00	2.55-3.58	54.71	51.81-57.60	8.58	7.19-10.24	42.52	32.68-55.36	122.97	95.77-157.90
Q2 (89.03 g/día)	2.53	2.13-2.98	56.55	53.75-59.36	8.49	7.14-10.08	42.39	32.72-54.92	109.50	85.80-139.63
Q3 (97.17 g/día)	2.50	2.11-2.96	58.53	55.62-61.43	9.31	7.79-11.10	33.11	25.48-42.99	93.22	72.82-119.46
Q4 (110.26 g/día)	3.26	2.72-3.89	57.73	54.72-60.74	8.30	6.91-9.97	32.13	24.38-42.39	117.56	90.38-152.93
Ptendencia	0.58		0.13		0.93		0.10		0.67	
<b>Grasas saturadas</b>										
Q1 (22.97 g/día)	3.02	2.51-3.62	55.71	52.63-58.79	8.71	7.22-10.51	43.77	33.08-57.91	130.19	99.68-169.86
Q2 (27.35 g/día)	2.88	2.43-3.40	55.70	52.84-58.55	8.06	6.77-9.59	30.50	23.57-39.44	106.16	83.01-135.91
Q3 (30.89 g/día)	2.24	1.89-2.64*	56.55	53.70-59.41	9.60	8.04-11.46	40.44	31.21-52.35	92.94	72.89-118.51
Q4 (37.61 g/día)	3.17	2.60-3.86	59.54	56.18-62.90	8.35	6.81-10.25	36.30	26.73-49.25	115.70	86.74-154.31
Ptendencia	0.94		0.11		0.97		0.70		0.54	
<b>Grasas monoinsaturadas</b>										
Q1 (32.66 g/día)	3.01	2.45-3.70	55.87	52.45-59.32	8.30	6.70-10.29	35.09	25.63-48.03	108.31	80.40-145.91
Q2 (38.55 g/día)	2.72	2.29-3.22	55.98	53.11-58.84	8.34	7.00-9.92	39.01	30.02-50.70	109.07	85.20-139.63
Q3 (43.13 g/día)	2.53	2.11-3.03	59.19	56.17-62.22	9.19	7.63-11.05	40.48	30.75-53.36	99.38	76.55-128.89
Q4 (49.20 g/día)	2.95	2.42-3.59	56.26	52.92-59.59	8.86	7.24-10.87	35.09	25.99-47.37	127.99	95.97-170.71
Ptendencia	0.98		0.81		0.65		0.93		0.47	
<b>Grasas poliinsaturadas</b>										
Q1 (11.92 g/día)	3.32	2.75-4.02	56.44	53.28-59.60	8.70	7.18-10.56	43.38	32.75-58.26	150.36	87.79-196.76*
Q2 (13.81 g/día)	2.64	2.23-3.12	55.99	53.13-58.84	9.19	7.72-10.95	33.58	25.89-43.51	92.30	72.60-117.33
Q3 (15.39 g/día)	2.59	2.18-3.06	58.37	55.46-61.28	9.09	7.61-10.83	39.29	30.29-50.96	113.86	89.21-145.18
Q4 (18.08 g/día)	2.69	2.22-3.26	56.55	53.29-59.80	7.70	6.32-9.30	33.71	25.10-45.28	92.85	70.39-122.36
Ptendencia	0.22		0.79		0.37		0.40		0.09	
<b>Ácidos grasos ω-3</b>										
Q1 (1.25 g/día)	2.72	2.26-3.26	58.93	55.89-61.98	8.91	7.39-10.74	39.49	29.99-51.98	79.75	88.06-148.41
Q2 (1.52 g/día)	2.50	2.10-2.98	55.16	52.22-58.10	8.26	6.92-9.83	33.61	25.86-43.68	106.48	82.60-137.27

Mediana de consumo para cada cuartil	Volumen	Movilidad	Morfología normal	Concentración	Recuento espermático					
Q3 (1.80 g/día)	3.00	2.51-3.58	54.31	51.40-57.21*	7.11	5.98-8.47	29.28	22.51-38.05	84.44	65.70-108.64
Q4 (2.19 g/día)	3.01	2.48-3.64	58.96	55.77-62.16	10.88	9.01-13.15	51.05	38.40-67.89	144.75	110.38-189.80
P <sub>tendencia</sub>	0.31		0.90		0.20		0.24		0.31	
Ácidos grasos ω-6										
Q1 (10.22 g/día)	3.22	2.64-3.94	55.01	51.69-58.33	8.71	7.12-10.63	38.21	28.19-51.77	124.58	93.31-166.17
Q2 (11.98 g/día)	2.78	2.34-3.30	57.53	54.69-60.38	9.79	8.24-11.63	37.33	28.70-48.57	108.41	84.70-138.93
Q3 (13.32 g/día)	2.62	2.20-3.11	58.22	55.28-61.16	9.21	7.73-10.97	39.01	29.87-50.91	113.07	87.88-145.47
Q4 (15.95 g/día)	2.61	2.15-3.17	56.55	53.30-59.80	7.13	5.87-8.66	35.09	26.08-47.18	96.44	72.74-127.87
P <sub>tendencia</sub>	0.22		0.70		0.10		0.73		0.30	

Q1: 1<sup>er</sup> cuartil de ingesta de ácidos grasos.

Q4: 4<sup>o</sup> cuartil de ingesta de ácidos grasos.

\*Estadísticamente significativo.

Los parámetros de calidad seminal se representan como la media ajustada y el intervalo de confianza al 95%.

Los test para la tendencia lineal se llevaron a cabo usando el valor de la mediana para cada cuartil.

Las covariables utilizadas en el modelo multivariante son: estación del año, IMC, presencia de varicocele, ingesta energética, ejercicio de ligero a extremo, ingesta de fibra y proteínas, tabaquismo, ingesta de alcohol y cafeína, tiempo de comienzo hasta el análisis y tiempo de abstinencia.

## **V. Discusión**

## V. Discusión

### V.1. Características de la dieta y estilos de vida

Los patrones de consumo de alimentos en España se han modificado en las últimas décadas, alejándose de la tradicional y saludable dieta mediterránea (Aranceta Batrina *et al.*, 2001, Valera-Moreiras *et al.*, 2010, Córdoba-Caro *et al.*, 2012). Observamos este efecto incluso en estudiantes universitarios, población que cuenta con un mayor nivel educativo y un mayor acceso a la información (Ortiz-Moncada *et al.*, 2012). Los constituyentes primarios de la dieta mediterránea son la abundancia de verduras, frutas, legumbres, frutos secos y aceite de oliva; una ingesta moderada de pescado, lácteos y vino; y pequeñas proporciones de carne roja y blanca y un consumo pequeño de dulces (Hu *et al.*, 2013). En nuestro estudio encontramos que existen diferencias notables en cuanto a las raciones diarias de estos grupos de alimentos consumidas por los estudiantes de la Universidad de Murcia y las recomendadas en la dieta mediterránea.

Hemos observado altas ingestas de carne, pescado y marisco pero los resultados del presente trabajo sugieren que el consumo de legumbres y aceite de oliva son inferiores a las recomendaciones de la DM. También ha sido descrito previamente un consumo excesivo de dulces y un menor consumo de frutas y verduras que las recomendaciones de la DM entre la población universitaria (Ortiz-Moncada *et al.*, 2012) y en la población general (Salas *et al.*, 2013). Se ha encontrado que los jóvenes varones del estudio MYMS, ingieren una menor cantidad de hidratos de carbono y una mayor proporción de lípidos de lo recomendado. El consumo de hidratos de carbono ha descendido de forma ininterrumpidamente desde 1964 mientras que la proporción de lípidos que contribuyen a la ingesta energética total ha aumentado (Valera-Moreiras *et al.*, 2010). Sin embargo, en otro estudio el aporte de carbohidratos y lípidos era normal pero la dieta era hiperproteica (Córdoba-Caro *et al.*, 2012).

Encontramos una ingesta diaria adecuada para todos los minerales pero no para la vitamina E, D y el ácido fólico. Algunos estudios también han encontrado deficiencias de ácido fólico en la población española general (Valera-Moreiras *et al.*, 2010) y de vitamina E en adolescentes (Escarda *et al.*, 2010, Córdoba-Caro *et al.*, 2012). En España comparando con los valores de referencia, se ha observado un ingesta insuficiente de

ácido fólico y zinc e ingestas superiores de vitamina B<sub>12</sub>, yodo, vitamina C (Valera-Moreiras *et al.*, 2010). Valera-Moreiras también encontró una ingesta potencialmente insuficiente de vitamina B<sub>6</sub> y magnesio, además de fibra, resultados que no coinciden con los presentados en este trabajo.

Un estudio de la dieta entre diferentes países europeos a finales de los años noventa, encontró que los países de la región mediterránea se caracterizaban por el mayor consumo de aceite de oliva, legumbres, carne roja, aves, pescado y marisco (Naska *et al.*, 2006). La puntuación obtenida para el índice AMED, 4 puntos, ha sido obtenida previamente en otros estudios en población española (Valera-Moreiras *et al.*, 2010). Este resultado se encuentra por debajo de las expectativas para un país mediterráneo.

Se está produciendo, por tanto, una tendencia de reducción de las diferencias entre los países del norte y del sur de Europa, en cuanto la elección de los alimentos (Naska *et al.*, 2006). No obstante, todavía persisten algunas diferencias que caracterizan, precisamente, la ingesta de lípidos, con un patrón dietético más próximo al de tipo mediterráneo en Grecia, Italia y España (Naska *et al.*, 2006).

La dieta de los individuos están relacionados con sus estilos de vida, y pueden ser un factor adicional con influencia en la calidad seminal. Los jóvenes que son más activos físicamente tienen un mayor adherencia a un patrón dietético de tipo “prudente” y aquellos que veían más la TV tenían una mayor adherencia a un patrón occidental (Gaskins *et al.*, 2013). Por su parte, el sobrepeso y la obesidad están asociados a una menor calidad seminal (Sermondade *et al.*, 2013, Chavarro *et al.*, 2010) pero no observan diferencias entre sujetos que no llegan a tales condiciones. En nuestro estudio los estudiantes presentaron un IMC normal. El 67.1% declaró hacer ejercicio físico y el 52.1% veía menos de 3 horas al día la televisión. En el estudio de Gaskins y colaboradores anteriormente citado, se encontró, en una población comparable a la de nuestra investigación, que aquellos jóvenes con una actividad moderada-vigorosa y que veían menos la televisión presentaban un mayor recuento y concentración espermática (Gaskins *et al.*, 2013).

## V.2. Patrón de alimentos y calidad seminal

La principal contribución de este trabajo es la asociación entre patrones de alimentos y calidad seminal. El describir un perfil alimentario relacionado con baja calidad seminal, puede ser útil a la hora de programar intervenciones de promoción de la salud o de consejo preventivo, para abordar un problema global como puede ser la disminución de la calidad seminal.

Otros autores han analizado la relación entre patrones dietéticos y calidad seminal (Vujkovic *et al.*, 2009; Gaskins *et al.*, 2012) utilizando el análisis factorial. Los patrones dietéticos identificados en esos estudios como “cardiosaludable” o “prudente” son similares al patrón “mediterráneo” determinado en nuestros análisis. Los tres se caracterizan por altas ingestas de pescado, fruta y verduras, y legumbres. En nuestro estudio encontramos una asociación positiva entre una mayor adherencia a este patrón dietético y un mayor recuento espermático total y de espermatozoides móviles en jóvenes sanos. En las dos investigaciones previamente mencionadas se encontró que este tipo de patrón dietético estaba relacionado con una mayor movilidad espermática en jóvenes (Gaskins *et al.*, 2012) y un menor daño en el DNA espermático en hombres que acuden a clínicas de fertilidad (Vujkovic *et al.*, 2009).

La ingesta de cereales y frutas podría aumentar la motilidad espermática (Braga *et al.*, 2012). Resultados equivalentes han sido hallados en estudios de casos y controles. Mayores ingestas de verduras, frutas, leche desnatada y marisco se asociaban con normozoospermia en comparación con pacientes oligoteratozoospermicos y astenospérmicos (Mendiola *et al.*, 2009; Eslamian *et al.*, 2012). Por otro lado, numerosos estudios apuntan ya a una asociación entre mayor consumo de antioxidantes y algunas vitaminas y la mejor calidad seminal (Eskenazi *et al.*, 2005; Boxmeer *et al.*, 2009; Mendiola *et al.*, 2010; Faure *et al.*, 2011; Zini & Al-Hathal, 2011; Mínguez-Alarcón *et al.*, 2012).

Uno de los hallazgos de nuestro estudio no puede explicarse con lo descrito hasta ahora en la literatura. El patrón de alimentos denominado “alimentos saludables”, caracterizado por altas ingestas de lácteos desnatados, huevos, carne blanca, cereales, infusiones, café y frutas ácidas se asoció a una menor proporción de espermatozoides con morfología normal, cuando algunos de estos alimentos (lácteos desnatados, cereales

y carne blanca) se han asociado con una mejor calidad seminal en pacientes que acuden a clínicas de fertilidad (Mendiola *et al.*, 2009, Braga *et al.*, 2012, Eslamian *et al.*, 2012).

Este trabajo realiza algunas aportaciones metodológicas a reseñar. En primer lugar, la desventaja que presenta el uso del análisis factorial es la gran cantidad de varianza que deja sin explicar. El trabajo llevado a cabo por el grupo holandés explicaba aproximadamente un 20% de la varianza de los datos (Vujkovic *et al.*, 2009) mientras que el grupo estadounidense tan sólo alcanzó un 10% (Gaskins *et al.*, 2012). Por ello, en este estudio hemos utilizado el análisis factorial en tres pasos sucesivos seleccionando las variables con un valor de comunalidad  $> 0.200$ . Aplicamos dicha técnica hasta que los datos no incluidos en los tres modelos factoriales no eran aptos para el uso de este tipo de análisis, tal como fue indicado por el KMO y el test de Bartlett, maximizando la proporción de la varianza explicada. En segundo lugar, hemos utilizado dos técnicas para estudiar la relación entre patrones dietéticos y calidad seminal, los índices de calidad de la dieta y el análisis de conglomerados de K-medias, que no habían sido utilizadas previamente con esta finalidad.

Hemos identificado un comportamiento alimentario de tipo generalista que consume más de todos los alimentos y engloba altas ingestas de cereales de desayuno, pan, aceite vegetal, queso, embutidos y pescado azul, consumiendo más ácidos grasos. Éste tipo de comportamiento alimentario se asocia a un menor recuento espermático, de espermatozoides móviles y de motilidad progresiva, y a una mayor proporción de espermatozoides con movimiento no progresivo. Existen evidencias científicas, de que una mayor ingesta total de grasas está asociada con un menor recuento espermático (Attaman *et al.*, 2012). Creemos que esta asociación podrá atribuirse al mayor contenido en grasas saturadas ya que los sujetos de ese grupo consumían de forma notable alimentos altos en grasas saturadas como la mantequilla, queso, embutidos y preparados, no obstante no hemos encontrado una relación estadísticamente significativa entre grasas saturadas y calidad seminal.

Otro patrón de consumo alimentario selectivo identificado se caracterizaba por consumir de forma claramente más destacada algunos alimentos, principalmente bollería y galletas, chocolate y refrescos azucarados y presentar una mayor motilidad. La relación de la ingesta de dulces y la calidad seminal es contradictoria, con el estudio de Mendiola y colaboradores mostrando una mayor ingesta de dulces en sujetos

normospérmicos (Mendiola *et al.*, 2009), y otro posterior describiendo una relación contraria (Eslamian *et al.*, 2012). Este mismo grupo de sujetos también consumía más carne roja, aunque, de nuevo, la relación del mayor consumo de ésta con la calidad seminal no está clara (Mendiola *et al.*, 2009, Vujkovic *et al.*, 2009).

El uso de patrones “a priori” para caracterizar la dieta a través de los índices de calidad de la dieta no nos ha permitido hallar las relaciones que esperábamos. No existe información que haya relacionado éstos con los parámetros espermáticos anteriormente, por lo que no podemos comparar nuestros hallazgos con otros estudios. No encontramos una relación de tipo lineal como la planteada en las hipótesis iniciales, que confirme la asociación entre un patrón de tipo “mediterráneo” y la calidad seminal identificada mediante análisis factorial. Una posible explicación de este hallazgo podría estar en que los ítems que conforman el índice aMED y AHEI engloban muchos tipos de alimentos diferentes, cuyos efectos sobre la calidad seminal pueden ser contrapuestos, y que sin embargo, el análisis factorial sí es capaz de discriminar y seleccionar los alimentos son asociaciones similares pudiendo estimarse así su relación precisa con algunos de los parámetros seminales.

### ***V.3. Consumo de ácidos grasos y calidad seminal***

Por otra parte el presente estudio muestra una asociación entre la ingesta de ácidos grasos y la calidad seminal en jóvenes varones sanos. Así, la movilidad espermática total se asociada positivamente con altas ingestas de ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA) y el ácido graso saturados esteárico. Por otro, hay una relación estadísticamente significativa entre el volumen seminal y la ingesta de colesterol.

Según nuestra información, existe un único estudio que ha explorado la relación entre los ácidos grasos y la calidad seminal en población joven y sana (Jensen *et al.*, 2013). Los resultados hallados en dicho estudio son diferentes a los encontrados por nuestro grupo de investigación, ya que observaron un menor recuento espermático en aquellos jóvenes con una mayor ingesta total de ácidos grasos saturados (Jensen *et al.*, 2013) mientras que nosotros encontramos una mayor movilidad a mayores ingestas de dos ácidos grasos específicos:  $\alpha$ -linolénico y esteárico

Una mayor ingesta de ALA (ácido graso  $\omega$ -3) en los sujetos de nuestro estudio se

ha asociado con una mayor movilidad espermática. Es la primera vez que este resultado ha sido presentado procedente de un estudio observacional. Este hallazgo coincide con los resultados de un estudio de intervención en jóvenes que seguían una dieta occidental, y que fueron suplementados con 75 g diarios de nueces. En esta investigación, hubo una mejora de la motilidad espermática, al igual que de la morfología espermática y la vitalidad. Este cambio fue asociado con el incremento en sangre del ALA y los ácidos grasos  $\omega$ -6 (Robbins *et al.*, 2012).

También hemos observado una asociación positiva entre la movilidad espermática total y la ingesta del ácido graso saturado esteárico. Zalata y colaboradores encontraron que los espermatozoides de hombres astenozoospermicos y oligozoospermicos tenían mayores niveles de ácido esteárico en sus espermatozoides (Zalata *et al.*, 1998). La ingesta de ácidos grasos en la dieta modifica la composición de los ácidos grasos en la membrana plasmática espermática en algunos animales (Cerolini *et al.*, 2006, Gliozzi *et al.*, 2009; Mitre *et al.*, 2004, Rooke *et al.*, 2001) pero dicha relación debe ser estudiada más profundamente. Y por otra parte, desconocemos la relación entre una mayor presencia del del ácido graso saturado esteárico en la dieta y sus niveles en la membrana espermática. Así, no se ha encontrado correlación entre la ingesta de ácido esteárico y su concentración en plasma seminal. Y sin embargo, también, la concentración de ácido esteárico en plasma seminal ha sido correlacionada negativamente con la motilidad ( $r = -0.52$ ,  $p < 0.05$ ) en hombres que asisten a una clínica de fertilidad ( $n = 23$ ) (Attaman *et al.*, 2012).

Por último, se encontró que el colesterol estaba relacionado de forma negativa con el volumen seminal. El papel del colesterol en la calidad seminal permanece poco explorado. Una investigación encontró una calidad espermática menor en conejos alimentados con una dieta enriquecida en colesterol. Entre los parámetros afectados se encontraba un descenso en el volumen seminal (Saez Lancellotti *et al.*, 2010).

Sería conveniente explorar el papel específico de los ácidos grasos saturados y el colesterol en la calidad seminal en futuras investigaciones ya que los estudios se han centrado en el análisis de la relación entre ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs) y la calidad seminal. A pesar de que mayores ingestas de PUFAs se han asociado positivamente con la concentración espermática, los PUFAs tienen efectos contrapuestos. Por un lado, confieren fluidez a la membrana del espermatozoide,

necesaria para alcanzar la fertilización pero son también una fuente potencial de radicales libres, y consecuentemente de la peroxidación lipídica (Wathes *et al.*, 2007).

#### **V.4. Limitaciones del estudio**

Este estudio tiene algunas limitaciones que es necesario reseñar. Una de ellas es el propio diseño del estudio. Los estudios transversales no nos permiten inferir causalidad, aunque es la mejor aproximación para explorar asociaciones en población sana, que es nuestro objetivo. Otra limitación, es que sólo se obtuvo una muestra seminal de cada sujeto, por lo que variaciones aleatorias en los parámetros de calidad seminal redundarían en una menor posibilidad de identificar asociaciones significativas. Sin embargo, existen indicios de que un sola muestra de semen permite caracterizar razonablemente la calidad seminal de los individuos que toman parte en estudios epidemiológicos (Carlsen *et al.*, 2005, Stokes-Riner *et al.*, 2007).

Para evaluar la ingesta dietética de los jóvenes se utilizó un CFA. Todos los métodos para la evaluación de la ingesta alimenticia tienen limitaciones y los CFAs también. Sin embargo, creemos firmemente que el CFA utilizado tiene suficiente precisión (Guxens *et al.*, 2011, Chatzi *et al.*, 2012) y ha sido validado en población adulta de la misma zona geográfica de España (Vioque *et al.*, 2013) por lo que creemos que es un instrumento adecuado para este tipo de estudio epidemiológico.

Por último, no se puede descartar la existencia de sesgos de selección ya que los sujetos eran estudiantes voluntarios de la Universidad de Murcia. Sin embargo, se trata de una población joven, sin demanda específica de asistencia para reproducción, y, en cualquier caso, durante el reclutamiento, no se indicó que se trataba de un estudio de fertilidad. La participación fue alentada mediante una compensación económica. La no existencia de sesgos se ve apoyada porque la proporción de individuos con trastornos andrológicos encontrados está dentro del rango esperado en este tipo de población.

***V.5. Utilidad práctica y futuros proyectos***

Los resultados aquí presentados tienen implicaciones para la fertilidad masculina debido a que la ingesta de grasas, ciertos patrones dietéticos y grupos de alimentos parecen estar asociados con los parámetros espermáticos. Nuestros resultados pueden orientar las estrategias de promoción de la salud y los consejos preventivos para mejorar la alimentación de cara a una mejor capacidad reproductora. La modificación de los hábitos dietéticos podrían beneficiar a la salud reproductiva masculina y, lo que es más, a la salud general en sí misma. Por consiguiente, la relación entre la ingesta dietética y la calidad seminal merece más atención en otros proyectos de investigación en el futuro. Sería de interés realizar investigaciones similares pero alcanzando tamaños muestrales mayores con el fin de permitir mayor precisión en las estimaciones y un mayor poder del estudio. Una línea de investigación necesaria es examinar el efecto de intervenciones nutricionales sugeridas en los estudios observacionales en la mejora de los parámetros de la calidad seminal.

## **VI. Conclusiones**

## VI. Conclusiones

1. Los estudiantes varones de la Universidad de Murcia presentan un patrón de consumo de alimentos notablemente distinto a las pautas aconsejadas para una Dieta Mediterránea, con una ingesta excesiva de carne, dulces, embutidos, patatas y comidas preparadas y un consumo insuficiente de verduras, frutas, legumbres, cereales, frutos secos y aceite de oliva.
2. La ingesta diaria de grasas saturadas y colesterol es elevada, y el consumo de hidratos de carbono menor que las recomendaciones establecidas.
3. Las ingestas diarias de vitamina E, D y ácido fólico no alcanzan las ingestas diarias recomendadas (IDR).
4. La ingesta media de todos los minerales alcanzó la IDR.
5. El licopeno y  $\beta$ -caroteno son los antioxidantes que se ingieren en una mayor proporción.
6. El patrón de consumo de alimentos “mediterráneo” se asocia con mejores recuentos espermáticos y de espermatozoides móviles.
7. En general, no se observó una asociación lineal entre la calidad seminal y los índices de calidad de la dieta aMED y AHEI.
8. La movilidad espermática total está relacionada positivamente con altas ingestas de ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA) y el ácido graso esteárico.

## **VII. Bibliografía**

## VII. Bibliografía

### A

- Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertil Steril*. 2008; 89(1):124–8.
- Aggerholm AS, Thulstrup AM, Toft G, Ramlau–Hansen CH, Bonde JP. Is overweight a risk factor for reduced semen quality and altered serum sex hormone profile? *Fertil Steril*. 2008; 90(3): 619–26.
- Aitken RJ, Harkiss D, Buckingham DW. Analysis of lipid peroxidation mechanisms in human spermatozoa. *Mol Reprod Dev*. 1993; 35(3): 302–15.
- Aitken RJ, Baker HW. Seminal leukocytes: passengers, terrorists or good samaritans? *Hum Reprod*. 1995; 10(7): 1736–9.
- Aitken RJ, Koopman P and Lewis SE. Seeds of concern. *Nature*. 2004; 432(7013): 48–52.
- Aitken RJ, Wingate JK, De Iuliis GN, Koppers AJ, McLaughlin EA. Cis-unsaturated fatty acids stimulate reactive oxygen species generation and lipid peroxidation in human spermatozoa. *J Clin Endocrinol Metab*. 2006; 91(10): 4154–63.
- Akhmerova LG. Leydig cell development. *Uspekhi Fiziologicheskikh Nauk*. 2006; 37(1): 28–36.
- Amann RP, Veeramachaneni DN. Cryptorchidism in common eutherian mammals. *Reproduction*. 2007; 133(3): 541–61.
- Ansell PE, Vennett V, Bull D. Cryptorchidism: a prospective study of 7500 consecutive male births, 1984–8. *Arch Dis Child*. 1992; 67(7): 892–9.
- Aranceta Batrina Batrina J. Spanish food patterns. *Public Health Nutr*. 2001; 4(6): 1399–402.
- Aranceta Batrina Batrina J, Pérez Rodrigo C. Diario o registro dietético. Métodos de doble pesada. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores.

Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006.p.107–12.

Aranceta Batrina J, Serra Majem L. Diario o registro dietético. Métodos de doble pesada. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina J, editores. Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006.P: 126–131.

Attaman JA, Toth TL, Furtado J, Campos H, Hauser R, Chavarro JE. Dietary fat and semen quality among men attending a fertility clinic. *Hum Reprod.* 2012; 27 (5): 1466–74.

Auger J, Kunstmann JM, Czyglik F, Jouannet P. Decline in semen quality among fertile men in Paris during the past 20 years. *N Engl J Med.* 1995; 332(5): 281–5.

## **B**

Babio N, Bullo M, Basora J, Martinez–Gonzalez MA, Fernandez–Ballart J, Marquez–Sandoval F et al. Adherence to the Mediterranean diet and risk of metabolic syndrome and its components. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2009; 19(8): 563–570.

Badawy ZS, Chohan KR, Whyte DA, Penefsky HS, Brown OM, Souid AK. Cannabinoids inhibit the respiration of human sperm. *Fertil Steril.* 2009; 91(6): 2471–6.

Bach A, Serra–Majem L, Carrasco JL, Roman B, Ngo J, Bertomeu I et al. The use of indexes evaluating the adherence to the Mediterranean diet in epidemiological studies: a review. *Public Health Nutr.* 2006; 9(1A): 132–46.

Bach–Faig A, Berry EM, Lairon D, Reguant J, Trichopoulou A, Dernini S et al. Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutr.* 2011; 14(12A):2274–84.

Baranowski T. 24–hour recall and diet record methods. En: Willett W, editor. *Nutritional epidemiology.* 3ª ed. New York: Oxford University Press; 2013. p.49–69.

- Baró Rodríguez L, López–Huertas León, Boza Puerta JJ. Leche y derivados lácteos. En: Gil Hernández A, editor. Tratado de Nutrición (Tomo II). Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 35–74.
- Base de Datos Española de Composición de Alimentos (Red BEDCA) [sede Web]. España: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2006 [actualizada el 26 de agosto de 2010; acceso marzo de 2012] Disponible en: [www.bedca.net](http://www.bedca.net)
- Baxter SD, Guinn CH, Royer JA, Hardin JW, Smith AF. Shortening the retention interval of 24–hour dietary recalls increases fourth–grade children's accuracy for reporting energy and macronutrient intake at school meals. *J Am Diet Assoc.* 2010; 110(8): 1178–88.
- Belcheva A, Ivanova–Kicheva M, Tzvetkova P, Marinov M. Effects of cigarette smoking on sperm plasma membrane integrity and DNA fragmentation. *Int J Androl.* 2004; 27(5): 296–300.
- Behre HM, Yeung CH, Holstein AF, Weinbauer GF, Gassner P, Nieschlag E. Diagnosis of male infertility and hypogonadism. In: Nieschlag E, Behre HM, editors. *Andrology: male reproductive health and dysfunction.* 2<sup>nd</sup> ed. Berlin: Springer; 2000. p. 90–124.
- Benoff S, Jacob A and Hurley IR. Male infertility and environmental exposure to lead and cadmium. *Hum Reprod Update.* 2000; 6(2): 107–21.
- Bin–Abbas B, Conte FA, Grumbach MM, Kaplan SL. Congenital hypogonadotropic hypogonadism and micropenis: effect of testosterone treatment on adult penile size why sex reversal is not indicated. *J Pediatr.* 1999; 134(5): 579–83.
- Block G. A review of validations of dietary assessment methods. *Am J Epidemiol.* 1982; 115(4): 495–505
- Boeing H, Bechthold A, Bub A, Ellinger S, Haller D, Kroke A et al. Critical review: vegetables and fruit in the prevention of chronic diseases. *Eur J Nutr.* 2012; 51(6): 637–63.
- Boisen KA, Kaleva M, Main KM, Virtanen HE, Haavisto AM, Schmidt IM et al.

- Difference in prevalence of congenital cryptorchidism in infants between two Nordic countries. *Lancet*. 2004; 363(9417): 1264–9.
- Boisen KA, Chellakooty M, Schmidt IM, Kai CM, Damgaard IN, Suomi AM et al. Hypospadias in a cohort of 1072 Danish newborn boys: prevalence and relationship to placental weight, anthropometrical measurements at birth, and reproductive hormone levels at three months of age. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005; 90(7): 4041–6.
- Bosetti C, Pelucchi C, La Vecchia C. Diet and cancer in Mediterranean countries: carbohydrates and fats. *Public Health Nutr*. 2009; 12(9A): 1595–600.
- Bosire C, Stampfer MJ, Subar AF, Park Y, Kirkpatrick SI, Chiuve SE et al. Index-based Dietary Patterns and the Risk of Prostate Cancer in the NIH–AARP Diet and Health Study. *Am J Epidemiol*. 2013; 177(6):504–13.
- Boxmeer JC, Smit M, Utomo E, Romijn JC, Eijkemans MJ, Lindemans J et al. Low folate in seminal plasma is associated with increased sperm DNA damage. *Fertil Steril*. 2009; 92 (2):548–56.
- Bracken MB, Eskenazi B, Sachse K, McSharry JE, Hellenbrand K, Leo–Summers L. Association of cocaine use with sperm concentration, motility, and morphology. *Fertil Steril*. 1990; 53(2): 315–22.
- Braga DP, Halpern G, Figueira RC, Setti AS, Iaconelli A Jr, Borges E Jr. Food intake and social habits in male patients and its relationship to intracytoplasmic sperm injection outcomes. *Fertil Steril*. 2012; 97 (1): 53–9.
- Bray F, Richiardi L, Ekblom A, Pukkala E, Cuninkova M, Moller H. Trends in testicular cancer incidence and mortality in 22 European countries: continuing increases in incidence and declines in mortality. *Int J Cancer*. 2006; 118(12): 3099–111.
- Brougham MF, Kelnar CJ, Sharpe RM, Wallace WH. Male fertility following childhood cancer: current concepts and future therapies. *Asian J Androl*. 2003; 5(4): 325–37.
- Buckland G, Agudo A, Travier N, Huerta JM, Cirera L, Tormo MJ et al. Adherence to the Mediterranean diet reduces mortality in the Spanish cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC–Spain). *Br J Nutr*.

2011; 106(10): 1581–91.

Buemann B, Henriksen H, Villumsen AL, Westh A, Zachau–Christiansen B. Incidence of undescended testis in the newborn. *Acta Chir Scand Suppl.* 1961; Suppl 283: 289–93.

## C

Cade J, Thompson R, Burley V, Warm D. Development, validation and utilization of food frequency questionnaires – a review. *Public Health Nutr.* 2002;5(4): 567–87

Calamera J, Buffone M, Ollero M, Alvarez J, Doncel GF. Superoxide dismutase content and fatty acid composition in subsets of human spermatozoa from normozoospermic, astheno–zoospermic, and polyzoospermic semen samples, *Mol Reprod Dev.* 2003; 66(4): 422–30.

Carlsen E, Giwercman A, Keiding N, Skakkebaek NE. Evidence for decreasing quality of semen during the past 50 years. *BMJ.*1992; 305(6854): 609–13.

Carlsen E, Swan SH, Petersen JH, Skakkebaek NE. Longitudinal changes in semen parameters in young Danish men from the Copenhagen area. *Hum Reprod.* 2005; 20(4): 942–9.

Carroll RJ, Pee D, Freedman LS, Brown CC. Statistical design of calibration studies. *Am J Clin Nutr.* 1997; 65(suppl):1187S–1189S.

Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietética (CESNID). Tablas de composición de alimentos por medidas caseras de consumo habitual en España. 3ª ed. Madrid: McGraw–Hill Interamericana; 2008.

Cerolini S, Zaniboni L, Maldjian A, Gliozzi T. Effect of docosahexaenoic acid and alpha–tocopherol enrichment in chicken sperm on semen quality, sperm lipid composition and susceptibility to peroxidation. *Theriogenology.* 2006; 66(4): 877–86.

Chatzi L, Mendez M, Garcia R, Roumeliotaki T, Ibarluzea J, Tardón A et al. Mediterranean diet adherence during pregnancy and fetal growth: INMA (Spain)

- and RHEA (Greece) mother–child cohort studies. *Br J Nutr*, 2012; 107(1): 135–45.
- Chavarro JE, Toth TL, Sadio SM, Hauser R. Soy food and isoflavone intake in relation to semen quality parameters among men from an infertility clinic. *Hum Reprod*. 2008; 23(11): 2584–90.
- Chavarro JE, Toth TL, Wright DL, Meeker JD, Hauser R. Body mass index in relation to semen quality, sperm DNA integrity and serum reproductive hormone levels among men attending an infertility clinic. *Fertil Steril*. 2010; 93(7): 2222–31.
- Chavarro JE, Furtado J, Toth TL, Ford J, Keller M, Campos H, Hauser R. Trans–fatty acid levels in sperm are associated with sperm concentration among men from an infertility clinic. *Fertil Steril*. 2011; 95(5): 1794–7.
- Chemes HE. Infancy is not a quiescent period of testicular development. *Int J Androl*. 2001; 24(1): 2–7.
- Cherry N, Moore H, McNamee R, Pacey A, Burgess G, Clyma JA et al. Occupation and male infertility: glycol ethers and other exposures. *Occup Environ Med*. 2008; 65(10): 708–14.
- Chia VM, Quraishi SM, Devesa SS, Purdue MP, Cook MB, McGlynn KA 2010 International trends in the incidence of testicular cancer, 1973–2002. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*. 2010; 19(19): 1151–59.
- Chowdhury R, Stevens S, Gorman D, Pan A, Warnakula S, Chowdhury S et al. Association between fish consumption, long chain omega 3 fatty acids, and risk of cerebrovascular disease: systematic review and meta analysis. *BMJ*. 2012; 345:e6698.
- Cohen–Bendahan CC, van de Beek C, Berenbaum SA. Prenatal sex hormone effects on child and adult sex–typed behavior: methods and findings. *Neurosci Biobehav Rev*. 2005; 29(2): 353–84.
- Conquer JA, Martin JB, Tummon I, Watson L, Tekpetey F. Fatty acid analysis of blood serum, seminal plasma, and spermatozoa of normozoospermic vs. asthenozoospermic males. *Lipids*. 1999; 34(8): 793–99.
- Córdoba–Caro IG, Luego Pérez IM, García Preciado V. Nutricional adequacy of

students of compulsory secondary education in Badajoz. *Nutr Hosp.* 2012; 27(4): 1065–71.

Couto E, Boffetta P, Lagiou, P, Ferrari P, Buckland G, Overvard K et al. Mediterranean dietary pattern and cancer risk in the EPIC cohort. *Br J Cancer.* 2011; 104(9): 1493–9.

Cuervo M, Corbalán M, Baladía E, Cabrerizo L, Formiguera X, Iglesias C et al. Comparativa de las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) de los diferentes países de la Unión Europea, de Estados Unidos (EEUU) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). *Nutr Hosp.* 2009; 24 (4): 384–414.

## D

Dahm CC, Gorst Rasmussen A, Crowe FL, Roswall N, Tjønneland A, Drogan D et al. Fatty acid patterns and risk of prostate cancer in a case–control study nested within the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Am J Clin Nutr.* 2012; 96(6): 1354–61.

Damgaard IN, Skakkebak NE, Toppari J, Virtanen HE, Shen H, Schramm KW et al. Persistent pesticides in human breast milk and cryptorchidism. *Environ Health Perspect.* 2006; 114(7): 1133–8.

Damgaard IN, Jensen TK, Petersen JH, Skakkebak NE, Toppari J, Main KM. Cryptorchidism and maternal alcohol consumption during pregnancy. *Environ Health Perspect.* 2007; 115(2): 272–7.

Damgaard IN, Jensen TK, Petersen JH, Skakkebak NE, Toppari J, Main KM. Risk factors for congenital cryptorchidism in a prospective birth cohort study. *PLoS ONE.* 2008; 3(8): e3051.

Dapcich V, Salvador Castell G, Ribas Barba L, Pérez Rodrigo C, Aranceta Batrina Batrina J, Serra Majem L. Consejos para una Alimentación Saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) y la Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (semFYC). Madrid; 2007.

Darnton–Hill I, Nishida C, James WPT. A life course approach to diet, nutrition and the

- prevention of chronic diseases. *Public Health Nutr.* 2004; 7(1A):101–21.
- De Lorgeril M, Salen P. The Mediterranean–style diet for the prevention of cardiovascular diseases. *Public Health Nutr.* 2006; 9(1A): 118–123.
- Díaz Romero C. *Fundamentos de Nutrición.* 1ª ed. La Laguna: Universidad de La Laguna, Servicio de Publicaciones; 2012.
- Díaz Romero C, Rodríguez Galdón B. Tablas de composición de alimentos. En: Díaz Romero C, editor. *Fundamentos de Nutrición.* 1ª ed. La Laguna: Universidad de La Laguna, Servicio de Publicaciones; 2012. p. 377–89.
- Dieckmann KP, Pichlmeier U. Clinical epidemiology of testicular germ cell tumors. *World J Urol.* 2004; 22(1): 2–14.
- Dixon LB, Subar AF, Peters U, Weissfeld JL, Bresalier RS, Risch A et al. Adherence to the USDA Food Guide, DASH Eating Plan, and Mediterranean dietary pattern reduces risk of colorectal adenoma. *J Nutr.* 2007; 137(11):2443–50.
- Dumitrescu L, Goodloe R, Brown–gentry K, Mayo P, Allen M, Jin H, et al. Serum vitamins A and E as modifiers of lipid trait genetics in the National Health and Nutrition Examination Surveys as part of the Population Architecture using Genomics and Epidemiology (PAGE) study. *Hum Genet.* 2012; 131(11):1699–708.

## **E**

- Elzanaty S, Richthoff J, Malm J, Giwerkman A. The impact of epididymal and accessory sex gland function on sperm motility. *Hum Reprod.* 2002; 17(11): 2904–11.
- Engholm G, Ferlay J, Christensen N, Bray F, Gjerstorff ML, Klint A et al. NORDCAN– a Nordic tool for cancer information, planning, quality control and research. *Acta Oncol.* 2010; 49(5): 725–36.
- Eppright ES, Patton MB, Marlatt AL, Hathaway ML. Dietary study methods V. Some problems in collecting dietary information about groups of children. *J Am Diet Assoc.* 1952; 28(1): 43–48.

- Escarda E, González E, González E, De Luis DA, Muñoz MF, Rodríguez C et al. Estudio de las características antropométricas y nutricionales de los adolescentes del núcleo urbano de Valladolid. *Nutr Hosp.* 2010; 25(5): 814–22.
- Eskenazi B, Kidd SA, Marks AR, Slotter E, Block G, Wyrobek AJ. Antioxidant intake is associated with semen quality in healthy men. *Hum Reprod.* 2005; 20(4): 1006–12.
- Eskiocak S, Gozen AS, Yapar SB, Tavas F, Kilic AS, Eskiocak M. Glutathione and free sulphhydryl content of seminal plasma in healthy medical students during and after exam stress. *Hum Reprod.* 2005; 20(9): 2595–600.

## **F**

- Farran A, Zamora R, Cervera P, Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietética (CESNID). Tablas de composición de alimentos por medidas caseras de consumo habitual en España. 2ª ed. Madrid: McGraw–Hill Interamericana; 2008.
- Farran Codina A, Zamora Ros R. Tablas de composición de alimentos: aplicaciones en salud pública. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones.* 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p.65–71.
- Faure C, Dupont C, Sermondade N, Lévy R. Antioxidants and male infertility. *Médecine de la Reproduction, Gynécologie Endocrinologie.* 2011; 13 (4): 275–83.
- Fejes I, Závaczki Z, Szöllosi J, Koloszár S, Daru J, Kovács L, Pál A. Is there a relationship between cell phone use and semen quality? *Arch Androl.* 2005; 51(5): 385–93.
- Fernández MF, Duran I, Olea N, Avivar C, Vierula M, Toppari J et al. Semen quality and reproductive hormone levels in men from Southern Spain. *Int J Androl.* 2012; 35(1): 1–10.
- Ferrari P, Rinaldi S, Jenab M, Lukanova A, Olsen A, Tjønneland A et al. Dietary fiber

intake and risk of hormonal receptor–defined breast cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study. *Am J Clin Nutr* 2013; 97(2):344–53.

Fisch H, Goluboff ET, Olson JH, Feldshuh J, Broder SJ, Barad DH. Semen analyses in 1283 men from the United States over a 25–year period: no decline in quality. *Fertil Steril*. 1996; 65(5): 1009–14.

Fischer S. Dietary polyunsaturated fatty acids and eicosanoid formation in humans. *Adv Lipid Res*. 1989; 23: 169–198.

Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. World Declaration and Plan of Action for Nutrition. Italy: 1992. International Conference on Nutrition (Rome, December 1992).

Fundación dieta Mediterránea [sede Web]. Barcelona: Fundación dieta Mediterránea [acceso el 15 de enero de 2013] Disponible en: [dietamediterranea.com](http://dietamediterranea.com)

Fung TT, McCullough ML, Newby PK, Manson JE, Meigs JB, Rifai N et al. Diet–quality scores and plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. *Am J Clin Nutr*. 2005; 82(1): 163–173.

## **G**

Garaulet Aza M, Pérez Llamas F, Culebras Fernández JM. Nutrición y salud pública En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición (Tomo III)*. Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 625–70.

García–Arenzana N, Navarrete–Muñoz EM, Peris M, Salas D, Ascunce N, Gonzalez I et al. Diet quality and related factors among Spanish female participants in breast cancer screening programs. *Menopause*. 2012; 19(10): 1121–9.

García–Gabarra A. Ingesta de Nutrientes: Conceptos y Recomendaciones Internacionales (1ª parte). *Nutr Hosp* 2006a; 21(3): 291–99.

García–Gabarra A. Ingesta de nutrientes: Conceptos y Recomendaciones Internacionales (2ª parte). *Nutr Hosp* 2006b; 21(4): 437–47.

- García–Villanova Ruiz B, Guerra Hernández EJ. Cereales y productos derivados. En: Gil Hernández A, editor. Tratado de Nutrición (Tomo II). Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 177– 228.
- Gargallo Fernández M, Basulto Marset J, Bretón Lesmes I, Quiles Izquierdo J, Formiguera Sala X, Salas–Salvadó J. Consenso FESNAD–SEEDO. Recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia para la prevención y el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos. *Revista Española de Obesidad*. 2011; 10 Supl 1.
- Gaskell TL, Esnal A, Robinson LL, Anderson RA, Saunders PT. Immunohistochemical profiling of germ cells within the human fetal testis: identification of three subpopulations. *Biol Reprod*. 2004; 71(6): 2012–21.
- Gaskins A, Colaci D, Mendiola J, Swan SH, Chavarro J. Dietary patterns and semen quality in young men. *Hum Reprod*. 2012; 27(10): 2899–907.
- Gawlowski T, Stratmann B, Ruetter R, Buenting CE, Menart B, Weiss J et al. Advanced glycation end products strongly activate platelets. *Eur J Nutr*. 2009; 48(8): 475–81.
- Gebhardt S E, Thomas R G. Nutritive Value of Foods. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. Home and Garden Bulletin 72, 2002.
- George F, Wilson J. Gonads and ducts in mammals. In: Knobil E, Neill J, editors. *The Physiology of Reproduction*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Raven Press; 1994.
- Gersovitz M, Madden JP, Smiciklas–Wright H. Validity of the 24 hour dietary recall and seven day record for group of comparisons. *J Am Diet Assoc*, 1978; 73(1): 48–55.
- Gill WB, Schumacher GF, Bibbo M. Pathological semen and anatomical abnormalities of the genital tract in human male subjects exposed to diethylstilbestrol in utero. *J Urol*. 1977; 117(4): 477–80.
- Gill WB, Schumacher GF, Bibbo M, Straus FH, Schoenberg HW. Association of diethylstilbestrol exposure in utero with cryptorchidism, testicular hypoplasia and semen abnormalities. *J Urol*. 1979; 122(1): 36–9.

- Giwercman A, Grindsted J, Hansen B, Jensen OM, Skakkebak NE. Testicular cancer risk in boys with maldescended testis: a cohort study. *J Urol*. 1987; 138(5): 1214–6.
- Gliozzi TM, Zaniboni L, Maldjian A, Luzi F, Maertens L, Cerolini S. Quality and lipid composition of spermatozoa in rabbits fed DHA and vitamin E rich diets. *Theriogenology*. 2009; 71(6): 910–9.
- Gooren LJ, Kruijver FP. Androgens and male behavior. *Mol Cell Endocrinol*. 2002; 198(1–2): 31–40.
- Gorgojo Jiménez L, Martín–Moreno JM . Cuestionario de frecuencia de consumo alimentario. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones*. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p.120–31.
- Greendfield H, Southgate DAT. Food composition data. Production, management and use. 2ª ed. Rome: FAO Publishing Management Service; 2003.
- Griguol V, León–Camacho M, Vicario I. Revisión de los niveles de ácidos grasos trans encontrados en distintos tipos de alimentos. *Grasas y Aceites*, 2007; 58: 87–98
- Grumbach MM. The neuroendocrinology of human puberty revisited. *Horm Res*. 2002; 57 Suppl 2: 2–14.
- Guxens M, Ballester F, Espada M, Fernández MF, Grimalt JO, Ibarluzea J et al. Cohort profile: the INMA –Infancia y Medio Ambiente– (Environment and Childhood) Project. *Int J Epidemiol*. 2012; 41(4): 930–40.

## **H**

- Handelsman DJ. Sperm output of healthy men in Australia: magnitude of bias due to self–selected volunteers. *Hum Reprod*. 1997; 12(12), 2701–5.
- Henricks DM, Gray SL, Owenby JJ, Lackey BR. Residues from anabolic preparations after good veterinary practice. *APMIS*. 2001; 109(4): 273–83.
- Hjollund NH, Bonde JP, Henriksen TB, Giwercman A, Olsen J. Reproductive effects of

- male psychologic stress. *Epidemiology*. 2004; 15(1): 21–7.
- Hoeveraar–Blom MP, Nooyens AC, Kromhout D, Spijkerman AM, Beulens JW, van der Schouw YT et al. Mediterranean style diet and 12–year incidence of cardiovascular diseases: the EPIC–NL cohort study. *PLoS ONE*. 2012; 7(9): e45458
- Hsieh MH, Eisenberg ML, Hittelman AB, Wilson JM, Tasian GE, Baskin LS. Caucasian male infants and boys with hypospadias exhibit reduced anogenital distance. *Hum Reprod*. 2012; 27(6): 1577–80.
- Hu EA, Toledo E, Diez–Espino J, Estruch R, Corella D et al. Lifestyles and risk factors associated with adherence to the mediterranean diet: a baseline assessment of the PREDIMED trial. *PLoS ONE*. 2013; 8(4): e60166.
- Hu FB, Rimm E, Smith–Warner A. Reproducibility and validity of dietary patterns assessed with a food–frequency questionnaire. *Am J Epidemiol*. 1999; 69(2): 243–9.
- Hu FB, Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Spiegelman D, Willett WC. Prospective study of major dietary patterns and risk of coronary heart disease in men. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72(4): 912–21.

## I

- International Network of Food Data Systems (INFOODS) [sede Web]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); 2013 [última actualización 10 de abril de 2013; acceso 12 de abril de 2013] Sobre INFOODS. Disponible en: <http://www.fao.org/infoods/infoods/es/>
- Irvine S, Cawood E, Richardson D, MacDonald E, Aitken J. Evidence of deteriorating semen quality in the United Kingdom: birth cohort study in 577 men in Scotland over 11 years. *BMJ*. 1996; 312(7029): 467–71.

**J**

- Jacobsen R, Moller H, Thoresen SO, Pukkala E, Kjaer SK, Johansen C. Trends in Testicular cancer incidence in the Nordic Countries, focusing on the recent decrease in Denmark. *Int J Androl*. 2006; 29(1): 199–204.
- Jensen TK, Andersson AM, Jørgensen N, Andersen AG, Carlsen E, Petersen JH et al. Body mass index in relation to semen quality and reproductive hormones among 1,558 Danish men. *Fertil Steril*. 2004a; 82(4): 863–70.
- Jensen TK, Jørgensen N, Punab M, Haugen TB, Suominen J, Zilaitiene B et al. Association of in utero exposure to maternal smoking with reduced semen quality and testis size in adulthood: a cross-sectional study of 1,770 young men from the general population in five European countries. *Am J Epidemiol*. 2004 b; 159(1): 49–58.
- Jensen TK, Bonde JP, Joffe M. The influence of occupational exposure on male reproductive function. *Occup Med (Lond)*. 2006; 56(8): 544–53.
- Jensen TK, Jacobsen R, Christensen K, Nielsen NC, Bostofte E. Good semen quality and life expectancy: a cohort study of 43,277 men. *Am J Epidemiol*. 2009; 170(5): 559–65.
- Jensen TK, Heitmann BL, Jensen MB, Halldorsson TI, Andersson AM, Skakkebaek NE et al. High dietary intake of saturated fat is associated with reduced semen quality among 701 young Danish men from the general population. *Am J Clin Nutr*. 2013; 97(2): 411–8.
- Johnson RK, Goran MI, Poehlman ET. Correlates of over- and underreporting of energy intake in healthy older men and women. *Am J Clin Nutr*. 1994; 59(6):1286–90.
- Johnson L, Barnard JJ, Rodriguez L, Smith EC, Swerdloff RS, Wang XH, Wang C. Ethnic differences in testicular structure and spermatogenic potential may predispose testes of Asian men to a heightened sensitivity to steroidal contraceptives. *J Androl*. 1998; 19(3): 348–57.
- Jørgensen N, Carlsen E, Nermoen I, Punab M, Suominen J, Andersen AG et al. East–West gradient in semen quality in the Nordic–Baltic area: a study of men from

the general population in Denmark, Norway, Estonia and Finland. *Hum Reprod* 2002; 17(8): 2199–208.

Jørgensen N, Asklund C, Carlsen E, Skakkebaek N. Coordinated European investigations of semen quality: results from studies of Scandinavian young men is a matter of concern. *Int J Androl*. 2006; 29(1): 54–61.

Jørgensen N, Vierula M, Jacobsen R, Pukkala E, Perheentupa A, Virtanen HE et al. Recent adverse trends in semen quality and testis cancer incidence among Finnish men. *Int J Androl*. 2011; 34(4pt2): e37–e48.

## **K**

Kalanuria AA, Nyquist P, Ling G. The prevention and regression of atherosclerotic plaques: emerging treatments. *Vasc Health Risk Manag*. 2012; 8:549–61.

Karpenko NO, Bondarenko VA, Kavok NS, Boricov O. The maturation of the spermatozoa; events, consequences, and possible ways of control. *Fiziol Zh*. 2007; 53(1): 91–103.

Kastorini CM, Panagiotakos DB. The role of the Mediterranean diet on the development of the metabolic syndrome. *Front Biosci (Elite Ed)*. 2010; 2: 1320–33.

Kawamura K, Kumagai J, Sudo S, Chun SY, Pisarska M, Morita H et al. Paracrine regulation of mammalian oocyte maturation and male germ cell survival. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2004; 101(19): 7323–8.

Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming K. The Healthy Eating Index: design and applications. *J Am Diet Assoc*. 1995; 95(10): 1103–8.

Kortenkamp A. Low dose mixture effects of endocrine disruptors: implications for risk assessment and epidemiology. *Int J Androl*. 2008; 31(2): 233–40.

Krone N, Hanley NA, Arlt W. Age-specific changes in sex steroid biosynthesis and sex development. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2007; 21(3): 393–401.

Kruger TF, Franken DR. Atlas of human sperm morphology evaluation. 1<sup>a</sup> ed. London:

Taylor & Francis Group; 2004.

Künzle R, Mueller MD, Hänggi W, Birkhäuser MH, Drescher H, Bersinger NA. Semen quality of male smokers and nonsmokers in infertile couples. *Fertil Steril*. 2003; 79(2): 287–91.

Kuczmarski MF, Cremer Sees A, Hotchkiss L, Cotugna N, Evans MK, Zonderman AB. Higher Healthy Eating Index–2005 scores associated with reduced symptoms of depression in an urban population: findings from the Healthy Aging in Neighborhoods of Diversity Across the Life Span (HANDLS) study. *J Am Diet Assoc*. 2010; 110(3):383–9.

## L

Larqué E, Garaulet M, Pérez–Llamas F, Zamora S, Tebar J. Composición en ácidos grasos de las margarinas de mayor consumo en España y su importancia nutricional. *Grasas y Aceites*. 2003; 54: 65–70.

Laughlin GA, Barrett–Connor E, Bergstrom J. Low serum testosterone and mortality in older men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008; 93(1): 68–75.

La Vecchia C. Association between Mediterranean dietary patterns and cancer risk. *Nutr Rev*. 2009; 67 Suppl 1: S126–129.

Levine AL, Morgan MY. Assessment of dietary intake in man. A review of available methods. *J Nutr Med*. 1991; 2: 65–81.

Lind J. A treatise of the scurvy. Edinburgh : Printed by Sands, Murray and Cochran, for A. Millar, 1753.

López García E. Epidemiología nutricional. En: Royo Bordonada MA, coordinador. *Nutrición en Salud Pública*. Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Sanidad y Consumo; 2012.p. 211–234.

López Teijón M, Garcia F, Serra O, Moragas M, Rabanal A, Olivares R et al. Semen quality in a population of volunteers from the province of Barcelona. *Reprod Biomed Online*. 2007; 15(4): 434–44.

López–Teijón M, Elbaile M, Alvarez JG. Geographical differences in semen quality in a population of young healthy volunteers from the different regions of Spain. *Andrologia*. 2008; 40(5): 318–327.

## M

Magnusdottir EV, Thorsteinsson T, Thorsteinsdottir S, Heimisdottir M, Olafsdottir K. Persistent organochlorines, sedentary occupation, obesity and human male subfertility. *Hum Reprod*. 2005; 20(1): 208–15.

Main KM, Kiviranta H, Virtanen HE, Sundqvist E, Tuomisto JT, Tuomisto J et al. Flame retardants in placenta and breast milk and cryptorchidism in newborn boys. *Environ Health Perspect*. 2007; 115(10): 1519–26.

Mann DR, Fraser HM. The neonatal period: a critical interval in male primate development. *J Endocrinol*. 1996; 149(2): 191–7.

Martini AC, Molina RI, Estofán D, Senestrari D, Fiol de Cuneo M, Ruiz RD. Effects of alcohol and cigarette consumption on human seminal quality. *Fertil Steril*. 2004; 82(2): 374–7.

Mataix Verdú J. Tablas de composición de alimentos. 5ª ed. Granada: Universidad de Granada; 2009.

Mc Cullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ, Giovannucci EL, Rimm EB, Hu FB et al. Diet quality and major chronic disease risk in men and women: moving toward improved dietary guidance. *Am J Clin Nutr*. 2002; 76(6):1261–71

Megías Rangil I, Torres Moreno M, Salas–Salvadó J. Frutos secos. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición (Tomo II)*. Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 295–324.

Mendiola J, Torres–Cantero AM, Moreno–Grau JM, Ten J, Roca M, Moreno–Grau S et al. Exposure to environmental toxins in males seeking infertility treatment: a case–controlled study. *Reprod Biomed Online*. 2008; 16(6): 842–50.

Mendiola J, Torres–Cantero AM, Moreno–Grau JM, Ten J, Roca M, Moreno–Grau S et al. Food intake and its relationship with semen quality: a case – control study.

- Fertil Steril. 2009; 91(3): 812–8.
- Mendiola J, Torres–Cantero AM, Vioque J, Moreno–Grau JM, Ten J, Roca M et al. A low intake of antioxidant nutrients is associated with poor semen quality in patients attending fertility clinics. *Fertil Steril*. 2010; 93 (4): 1128–33.
- Mendiola J, Stahlhut RW, Jørgensen N, Liu F, Swan SH. Shorter anogenital distance predicts poorer semen quality in young men in Rochester, New York. *Environ Health Perspectives*. 2011; 119(7): 958–63.
- Mendiola J, Jørgensen N, Mínguez–Alarcón L, Sarabia–Cos L, López–Espín JJ, Vivero–Salmerón G et al. Sperm counts may have declined in young university students in Southern Spain. *Andrology*. 2013; 1(3): 408–13.
- Menkveld R, Stander FSH, Kotze, Kruger TF, van Zyl JA. The evaluation of morphological characteristics of human spermatozoa according to stricter criteria. *Hum. Reprod*. 1990; 5(5): 586–92
- Menni C, Zhai G, Macgregor A, Prehn C, Römisch–Margl W, Suhre K et al. Targeted metabolomics profiles are strongly correlated with nutritional patterns in women. *Metabolomics*. 2013; 9(2): 506–14.
- Michels KB. Nutritional epidemiology—past, present, future. *Int J Epidemiol*. 2003; 32(4): 486–8.
- Mieusset R, Bujan L. Testicular heating and its possible contributions to male infertility: A review. *Int J Androl*. 1995; 18(4): 169–84.
- Millen BE, Quatromoni PA, Copenhafer DL, Demissie S, O’Horo CE, D’Agostino RB et al. Validation of a dietary pattern approach for evaluating nutritional risk: the Framingham Nutrition Studies. *J Am Diet Assoc*. 2001; 101(2): 187–94.
- Mínguez Alarcón L. Risk factors associated with the alteration of human semen quality [tesis doctoral]. Murcia: DIGITUM. Depósito Digital Institucional de la Universidad de Murcia; 2012.
- Mínguez–Alarcón L, Mendiola J, López–Espín JJ, Sarabia–Cos L, Vivero–Salmerón G, Vioque J et al. Dietary intake of antioxidant nutrients is associated with semen quality in young university students. *Hum Reprod*. 2012; 27(9): 2807–14.

- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. La Alimentación en España. Madrid; 2006
- Misirli G, Benetou V, Lagiou P, Bamia C, Trichopoulos D, Trichopoulou A. Relation of the traditional Mediterranean diet to cerebrovascular disease in a Mediterranean population. *Am J Epidemiol.* 2012; 176(12):1185–92.
- Mitchell RT, Cowan G, Morris KD, Anderson RA, Fraser HM, Mckenzie KJ et al. Germ cell differentiation in the marmoset (*Callithrix jacchus*) during fetal and neonatal life closely parallels that in the human. *Hum Reprod.* 2008; 23(12): 2755–65.
- Mitre R, Cheminade C, Allaupe P, Legrand P, Legrand AB. Oral intake of shark liver oil modified lipid composition and improves motility and velocity of boar sperm. *Theriogenology.* 2004; 62(8): 1557–66.
- Moreiras O, Carbajal Á, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. 13ª ed. Madrid: Pirámide; 2009.
- Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L y Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. Guía de prácticas. 16ª ed. Madrid: Pirámide; 2013.
- Murphy N, Norat T, Ferrari P, Jenab M, Bueno-de-Mesquita B, Skeie G et al. Dietary fibre intake and risks of cancers of the colon and rectum in the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC). *PloS ONE.* 2012; 7(6):e39361.
- Muthusami KR, Chinnaswamy P. Effect of chronic alcoholism on male fertility hormones and semen quality. *Fertil Steril.* 2005; 84(4): 919–24.

## N

- Naska A, Fouskakis D, Oikonomou E, Almeida MDV, Berg MA, Gedrich K et al. Dietary patterns and their socio-demographic determinants in 10 european countries: Data from the DAFNE databank. *Eur J Clin Nutr.* 2006; 60(2): 181–90.
- Nassar N, Bower C, Barker A. Increasing prevalence of hypospadias in Western

- Australia: 1980–2000. *Arch Dis Child*. 2007; 92(7): 580–584.
- Nes M, Van Staveren WA, Zajkás G, Inelmen EM, Moreiras–Varela O. Validity of the dietary history method in elderly subjects. Euronut SENECA investigators. *Eur J Clin Nutr*. 1991; 45(3):97–104.
- Nettleton RA, Day KC, Nelson M. Dietary survey methods. A comparison of nutrient intakes within families assessed by household measures and semiweighed method. *J Hum Nutr*. 1980; 34(5): 349–354.
- Nguyen RH, Wilcox AJ, Skjaerven R, Baird DD. Men’s body mass index and infertility. *Hum Reprod*. 2007; 22(9): 2488–93.
- Nishida C, Prakash S, Uauy R. A life course approach to diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *Public Health Nutr*. 2004; 7(1A):99–100.
- Norma de etiquetado sobre propiedades nutritivas de los productos alimenticios. Real Decreto 1669/2009, de 6 de noviembre. *Boletín Oficial del Estado*, nº 269 (07–11–2009).
- Norte AI, Ortiz R. Calidad de la dieta española según el índice de alimentación saludable. *Nutr Hosp*. 2011;26(2): 330–36.
- Núñez–Cordoba JM, Alonso A, Beunza JJ, Palma S, Gomez–Gracia E, Martínez–Gonzalez MA. Role of vegetables and fruits in Mediterranean diets to prevent hypertension. *Eur J Clin Nutr*. 2009; 63(5):605–12.

## O

- Olalla Herrera M, López Martínez MC. Bebidas alcohólicas. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición (tomo II)*. Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p.506–34.
- Olivares A, Bernal M, Ros G, Martínez C, Periago M. Quality of data on folic acid content in vegetables included in several Spanish Food Composition Tables and new data on their folate content. *Nutr Hosp*. 2006; 21(1): 97–108.
- Ollero M, Powers RD, Alvarez JG. Variation of docosahexaenoic acid content in subsets of human spermatozoa at different stages of maturation: implications for sperm lipoperoxidative damage. *Mol Reprod Dev*. 2000; 55(3): 326–34.

Ollero M, Gil-Guzman E, Lopez MC, Sharma RK, Agarwal A, Larson K et al. Characterization of subsets of human spermatozoa at different stages of maturation: implications in the diagnosis and treatment of male infertility. *Hum Reprod.* 2001; 16(9): 1912–21.

Ordovás JM, Carmena R. *Nutrigenética. Revista Humanitas.* 2004; 9.

Ortiz-Moncada R, Norte Navarro AI, Zaragoza Marti A, Fernández Sáez J, Davó Blanes MC. ¿Siguen patrones de dieta mediterránea los universitarios españoles? *Nutr Hosp.* 2012; 27(6): 1952–9.

## P

Paasch U, Salzbrunn A, Glander HJ, Plambeck K, Salzbrunn H, Grunewald S et al. Semen quality in sub-fertile range for a significant proportion of young men from the general German population: a coordinated, controlled study of 791 men from Hamburg and Leipzig. *Int J Androl.* 2008; 31(2): 93–102.

Pasqualotto FF, Sharma RK, Nelson DR, Thomas AJ, Agarwal A. Relationship between oxidative stress, semen characteristics, and clinical diagnosis in men undergoing infertility investigation. *Fertil Steril.* 2000; 73(3): 459–64.

Parekh N, Chandran U, Bandera EV. Obesity in cancer survival. *Annu Rev Nutr.* 2012; 32:311–42.

Paulozzi LJ, Erickson JD, Jackson RJ. Hypospadias trends in two US surveillance systems. *Pediatrics.* 1997; 100(5): 831–4.

Paulsen CA, Berman NG, Wang C. Data from men in greater Seattle area reveals no downward trend in semen quality: further evidence that deterioration of semen quality is not geographically uniform. *Fertil Steril.* 1996; 65(5): 1015–20.

Peña Morat VJ, Martín Loeches I, Ruiz Santana S. Requerimientos nutricionales e ingestas recomendadas. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición (Tomo III).* Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 75–106.

Pinheiro AC, Atalah E. Propuesta de una metodología de análisis de la calidad global de

la alimentación. *Rev Med Chil.* 2005; 133(2): 175–82.

## R

Ramlau–Hansen CH, Thulstrup AM, Storgaard L, Toft G, Olsen J, Bonde JP. Is prenatal exposure to tobacco smoking a cause of poor semen quality? A follow–up study. *Am J Epidemiol.* 2007; 165(2): 1372–9.

Ramón Torrell JM. Reproducibilidad de las encuestas alimentarias. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones.* 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p.211–4

Ribarič ĀS. Diet and aging. *Oxid Med Cell Longev.* 2012; 2012:741468.

Robbins WA, Xun L, FitzGerald LZ, Esguerra S, Henning SM, Carpenter CL. Walnuts improve semen quality in men consuming a Western–style diet: randomized control dietary intervention trial. *Biol Reprod.* 2012; 87(4): 101.

Rolland M, Le Moal J, Wagner V, Royère D, De Mouzon J. Decline in semen concentration and morphology in a sample of 26,609 men close to general population between 1989 and 2005 in France. *Hum Reprod.* 2013; 28(2): 462–70.

Rooke JA, Shao CC, Speake BK. Effects of feeding tuna oil on the lipid composition of pig spermatozoa and in vitro characteristics of semen. *Reproduction.* 2001;121(2): 315–22.

Ross, AC. Use of Laboratory Studies for the Design, Explanation, and Validation of Human micronutrient intervention studies. *J Nutr.* 2012; 142(1): 157S–60S.

Ros Berruezo G, Martínez Graciá. Calidad y composición nutritiva de la carne, el pescado y el marisco. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición (Tomo II).* Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 75–106.

Ros Berruezo G, Periago Castón MJ. Calidad y composición nutritiva de hortalizas, verduras y legumbres. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición (Tomo II).* Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 229–264.

- Royo Bordonada MA. Introducción a la nutrición en salud pública. En: Royo Bordonada MA, coordinador. *Nutrición en Salud Pública*. Instituto de Salud Carlos III, Ministerio de Sanidad y Consumo; 2007: p. 13–34
- Ruiz López MD, Moreno–Torres Herrera R. Huevos y ovoproductos. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición (Tomo II)*. Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 147–176.

## **S**

- Saez Lancellotti TE, Boarelli PV, Monclus MA, Cabrillana ME, Clementi MA, Espínola LS et al. Hypercholesterolemia Impaired Sperm Functionality in Rabbits. *PLoS ONE*. 2010; 5(10): e13457.
- Safarinejad MR, Hosseini SY, Dadkhah F, Asgari MA. Relationship of omega–3 and omega–6 fatty acids with semen characteristics, and anti–oxidant status of seminal plasma: a comparison between fertile and infertile men. *Clin Nutr*. 2009; 29(1): 100–5.
- Safarinejad MR. Effect of omega–3 polyunsaturated fatty acid supplementation on semen profile and enzymatic anti–oxidant capacity of seminal plasma in infertile men with idiopathic oligoasthenoteratospermia: a double–blind, placebo–controlled, randomised study. *Andrologia*. 2011; 43(1): 38–47.
- Salas R, del Mar Bibiloni M, Zapata ME, Coll JL, Pons A, Tur JA. Balearic adults have low intakes of fruits and vegetables compared with the dietary guidelines for adults in Spain. *Nutr Res*. 2013; 33(3): 204–10.
- Salas–Salvadó J, Bullo M, Babio N, Martínez–González MA, Ibarrola–Jurado N, Basora J, Estruch R et al. Reduction in the incidence of type 2–diabetes with the Mediterranean diet: results of the PREDIMED–Reus nutrition intervention randomized trial. *Diabetes Care*. 2010; 34(1): 14–19.
- Saleh RA, Agarwal A, Sharma RK, Nelson DR, Thomas AJ Jr. Effect of cigarette smoking on levels of seminal oxidative stress in infertile men: a prospective study. *Fertil Steril*. 2002; 78(3): 491–9.

- Salvador Castell G, Mataix Verdú J, Serra Majem L. Grupos de alimentos. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones*. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p. 38–51.
- Schwarz JM, McCarthy MM. Cellular mechanisms of estradiol-mediated masculinization of the brain. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2008; 109(3–5): 300–6.
- Scientific Committee on Food (SCF): Nutrient and Energy Intakes for the European Community. Opinion adopted by the SCF on 11 December 1992. In *Reports of the SCF Series N.º 31* (ed.): Luxemburg, European Commission, 1992.
- Seagle HM, Strain GW, Makris A, Reeves RS, American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: weight management. *J Am Diet Assoc*. 2009; 109(2): 330–46.
- Sempos, CT, Briefel RR, Johnson C, Woteki CE. Process and rationale for selecting dietary methods for NHANES III. *Vital Health Stat* 4. 1992; (27): 85–90.
- Sermondade N, Faure C, Fezeu L, Shayeb AG, Bonde JP, Jensen TK et al. BMI in relation to sperm count: an updated systematic review and collaborative meta-analysis. *Hum Reprod Update*. 2013; 19(3): 221–31.
- Serra-Majem L, Roman B, Estruch R. Scientific evidence of interventions using the Mediterranean diet: a systematic review. *Nutr Rev* 2006; 64(2 Pt 2): S27–47.
- Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones*. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006.
- Serra Majem L, Sánchez Villegas. Epidemiología nutricional. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones*. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p.65–71.
- Serra Majem L y Ribas Barba L. Recordatorio de 24 horas. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones*. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p.113–9.
- Sharpe RM. Regulations of spermatogenesis. In: Knobil E, Neill J, editors. *The Physiology of Reproduction*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Raven Press; 1994.

- Sharpe RM, McKinnell C, Kivlin C, Fisher JS. Proliferation and functional maturation of Sertoli cells, and their relevance to disorders of testis function in adulthood. *Reproduction*. 2003; 125(6): 769–84.
- Sharpe RM. Pathways of endocrine disruption during male sexual differentiation and masculinization. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2006; 20(1): 91–110.
- Sharpe RM, Skakkebaek NE. Testicular dysgenesis syndrome: mechanistic insights and potential new downstream effects. *Fertil Steril*. 2008; 89(2 Suppl): e33–8.
- Sharpe RM. Sperm counts and fertility in men: a rocky road ahead. *Society Series on Sex and Science. EMBO Rep*. 2012; 13(5): 398–403.
- Skakkebaek NE, Rajpert–De Meyts E, Main KM. Testicular dysgenesis syndrome: an increasingly common developmental disorder with environmental aspects. *Hum Reprod*. 2001; 16(5): 972–8.
- Skakkebaek NE, Jørgensen N, Main KM, Rajpert–De Meyts E, Leffers H, Andersson AM et al. Is human fecundity declining? *Int J Androl*. 2006; 29(1): 2–11.
- Skandhan KP, Rajahariprasad A. The process of spermatogenesis liberates significant heat and the scrotum has a role in body thermoregulation. *Med Hypotheses*. 2007; 68(2): 303–7.
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) [sede Web]. España: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria [acceso el 19 de diciembre de 2012]. Disponible en: [www.nutricioncomunitaria.org](http://www.nutricioncomunitaria.org)
- Sofi F, Cesari F, Abbate R, Gensini GF, Casini A. Adherence to Mediterranean diet and health status: meta–analysis. *BMJ*. 2008; 337: a1344.
- Splingart C, Frapsauce C, Veau S, Barthélémy C, Royère D, Guérif F. Semen variation in a population of fertile donors: evaluation in a French centre over a 34-year period. *Int J Androl*. 2012; 35(3): 467–74.
- Stokes–Riner A, Thurston SW, Brazil C, Guzick D, Liu F, Overstreet JW et al. One semen sample or 2? Insights from a study of fertile men. *J Androl*. 2007; 28(5): 638–43.
- Sultan C, Paris F, Terouanne B, Balaguer P, Georget V, Poujol N, Jeandel C, Lumbroso

- S, Nicolas JC. Disorders linked to insufficient androgen action in male children. *Hum Reprod Update*. 2001; 7(3): 314–22.
- Swan SH, Elkin EP, Fenster L. Have sperm densities declined? A reanalysis of global trend data. *Environ Health Perspect*. 1997; 105(11): 1228–32.
- Swan SH, Elkin EP, Fenster L. The question of declining sperm density revisited: an analysis of 101 studies published 1934–1996. *Environ Health Perspect*. 2000; 108(10): 961–6.
- Swan SH, Brazil C, Drobnis EZ, Liu F, Kruse RL, Hatch M et al. Geographic differences in semen quality of fertile U.S. males. *Environ Health Perspect*. 2003; 111(4): 414–20.
- Swan SH. Does our environment affect our fertility? Some examples to help reframe the question. *Semin Reprod Med*. 2006; 24(3): 142–6.

## **T**

- The World Health Report 2002: reducing risks, promoting healthy life. Geneva: World Health Organization, 2002.
- Toppari J, Kaleva M, Virtanen HE. Trends in the incidence of cryptorchidism and hypospadias, and methodological limitations of registry-based data. *Hum Reprod Update*. 2001; 7(3): 282–6.
- Torres A, Willett W, Orav J, Chen L. Variability of total energy and protein intakes in rural Bangladesh: implications for epidemiological studies of diet in developing countries. *Food Nutr Bull*. 1990; 12 (3): 220–8.
- Tortora GJ, Derrickson B. *Principios de anatomía y fisiología*. 11<sup>a</sup> ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2006.
- Travison TG, Araujo AB, O'Donnell AB, Kupelian V, McKinlay JB. A population-level decline in serum testosterone levels in American men. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007; 92(1): 196–202.
- Trichopoulou A, Costacou T, Barmia C, Trichopoulos D. Adherence to a

Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med.* 2003; 348(26): 2599–608.

Tyrovoulas S, Panagiotakos DB. The role of Mediterranean type of diet on the development of cancer and cardiovascular disease, in the elderly: a systematic review. *Maturitas.* 2010; 65(2): 122–130.

## U

U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USDA Nutrient Data Laboratory. 2008. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21. USDA Nutrient Data Laboratory website:

<http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>

## V

Varela–Moreiras G, Avila JM, Cuadrado C, del Pozo S, Ruiz E, Moreiras O. Evaluation of food consumption and dietary patterns in Spain by the Food Consumption Survey: updated information. *Eur J Clin Nutr.* 2010; 64 Suppl 3: S37–43.

Van WK, De CN, Vermeulen L, Schoonjans F, Comhaire F. Deterioration of sperm quality in young healthy Belgian men. *Hum Reprod.* 1996; 11(2): 325–9.

Van Staveren WA, West CE, Hoffmans MD, Bos P, Kardinaal AF, van Poppel GA et al. Comparison of contemporaneous and retrospective estimates of food consumption made by a dietary history method. *Am J Epidemiol.* 1986; 123(5): 884–93

Verberne L, Bach–Faig A, Buckland G, Serra–Majem L. Association between the Mediterranean diet and cancer risk: a review of observational studies. *Nutr Cancer.* 2010; 62(7): 860–70.

Vicario I, Griguol V, León–Camacho M. Multivariate characterization of the fatty acid profile of Spanish cookies and bakery products. *J Agric Food Chem.* 2003; 51(1):134–9.

Vioque J, Gonzalez L. Validity of a food frequency questionnaire (preliminary results).

- Eur J Cancer Prev. 1991; 1 (suppl 1): 19–20.
- Vioque López J. Validez de la evaluación de la ingesta dietética. En: Serra Majem L, Aranceta Batrina Bartrina J, editores. *Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones*. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006. p.199–210
- Vioque J, Weinbrenner T, Asensio L, Castelló A, Young IS, Fletcher A. Plasma concentrations of carotenoids and vitamin C are better correlated with dietary intake in normal weight than overweight and obese elderly subjects. *Br J Nutr* 2007; 97(5): 977–86.
- Vioque J, Navarrete–Muñoz EM, Gimenez–Monzó D, Hera MG, Granado F, Young IS, Ramón R, Ballester F, Murcia M, Rebagliato M, Iñiguez C. Reproducibility and validity of a food frequency questionnaire among pregnant women in a Mediterranean area. *Nutr J*. 2013; 12(1):26
- Virtanen JK, Nurmi T, Voutilainen S, Mursu J, Tuomainen TP. Association of serum 25–hydroxyvitamin D with the risk of death in a general older population in Finland. *Eur J Nutr*. 2011; 50(5): 305–12
- Vujkovic M, de Vries JH, Dohle GR, Bonsel GJ, Lindemans J, Macklon NS et al. Associations between dietary patterns and semen quality in men undergoing IVF/ICSI treatment. *Hum Reprod*. 2009; 24(6): 1304–12.

## W

- Wagner U, Schlebusch H, Van der Ven H, Van der Ven K, Diedrich K, Krebs D. Accumulation of pollutants in the genital tract of sterility patients. *J Clin Chem Clin Biochem*. 1990; 28(10): 683–8.
- Wang SL, Wang XR, Chia SE, Shen HM, Song L, Xing HX et al. A study on occupational exposure to petrochemicals and smoking on seminal quality. *J Androl*. 2001; 22(1): 73–8.
- Wang MH, Baskin LS. Endocrine disruptors, genital development and hypospadias. *J Androl*. 2008; 29(5): 499–505.

- Wathes C, Abayasekara RE, Aitken RJ. Polyunsaturated Fatty Acids in Male and Female Reproduction. *Biol Reprod.* 2007; 77(2): 190–201
- Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H. Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. *Ann Agric Environ Med.* 2007; 14(1): 169–72.
- Wegener J, Raine KD, Hanning RM. Insights into the government's role in food system policy making: improving access to healthy, local food alongside other priorities. *Int J Environ Res Public Health.* 2012; 9(11): 4103–21.
- Weinbauer GF, Nieschlag E. Hormonal control of spermatogenesis. In: *Molecular biology of the male reproductive system.* San Diego: Academic Press; 1993. p. 99–142.
- Weinbauer GF, Nieschlag E. Hormonal regulation of reproductive organs. In: *Comprehensive human physiology.* New York: Springer; 1996. p. 2231–52
- Welsh M, Saunders PT, Fisker M, Scott HM, Hutchison GR, Smith LB et al. Identification in rats of a programming window for reproductive tract masculinization, disruption of which leads to hypospadias and cryptorchidism. *J Clin Invest.* 2008; 118(4):1479–90.
- Whan LB, West MC, McClure N, Lewis SE. Effects of delta-9-tetrahydrocannabinol, the primary psychoactive cannabinoid in marijuana, on human sperm function in vitro. *Fertil Steril.* 2006; 85(3): 653–60.
- Who.int/es/. Organización Mundial de la Salud [Sede Web]. Diez datos sobre nutrición: “datos y cifras”. WHO 2012; acceso 12 de abril de 2013. Disponible en: <http://www.who.int/features/factfiles/nutrition/es/index.html>
- Willett WC, Sampson L, Stampfer MJ, Rosner B, Bain C, Witschi J et al. Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol* 1985; 122(1): 51–65.
- Willett W, Stampfer MJ. Total energy intake: implications for epidemiologic analyses. *Am J Epidemiol.* 1986; 124(1): 17–27.
- Willett W, editor. *Nutritional epidemiology.* 2ª ed. New York: Oxford University Press; 1990

- Willett W. Nutritional epidemiology. 3<sup>a</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2013a.
- Willett W. Food frequency methods. In: Willett W, editor. Nutritional epidemiology. 3<sup>a</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2013b. p.70–95.
- Willett W. Implications of total energy intake for epidemiologic analyses. In: Willett W, editor. Nutritional epidemiology. 3<sup>a</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2013c. p. 260–286.
- Willett W, Sampson L. Foods and Nutrients. In: Willett W, editor. Nutritional epidemiology. 3<sup>a</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2013.p.17–33
- Willett W, Lenart E. Reproducibility and validity of food frequency Questionnaires. In: Willett W, editor. Nutritional epidemiology. 3<sup>a</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2013. p. 96–141
- Wirfält E, Drake I, Wallström P. What do review papers conclude about food and dietary patterns? *Food Nutr Res.* 2013; 57: 20523.
- Woodruff TJ, Janssen SJ, Guillette LJ Jr, Giudice LC. Environmental Impacts on Reproductive Health and Fertility. United Kingdom: Cambridge University Press; 2003
- World Health Organisation. WHO laboratory manual for the examination of human semen and sperm–cervical mucus cervical mucus interaction. 2<sup>nd</sup> ed. United Kingdom: Cambridge University Press; 1987.
- World Health Organisation. WHO laboratory manual for the examination of human semen and sperm–cervical mucus cervical mucus interaction. 3<sup>rd</sup> ed. United Kingdom: Cambridge University Press; 1992.
- World Health Organisation. WHO laboratory manual for the examination of human semen and sperm–cervical mucus cervical mucus interaction. 4<sup>th</sup> ed. United Kingdom: Cambridge University Press; 1999.
- World Health Organisation. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen. 5<sup>th</sup> ed. United Kingdom: Cambridge University Press; 2010.
- Wu X, Wan S, Lee MM. Key factors in the regulation of fetal and postnatal Leydig cell

development. *Journal of Cellular Physiology*. 2007; 213, 429–33.

## **Y**

Yago Torregrosa MD, Mañas Almendros M, Martínez de Victoria Muñoz E. Métodos para la evaluación de la ingesta de alimentos. En: Gil Hernández A, editor. *Tratado de Nutrición (Tomo II)*. Madrid: Grupo Acción Médica; 2005. p. 35–74.

## **Z**

Zalata A, Christophe A, Depuydt C, Schoonjans F, Comhaire F. The fatty acid composition of phospholipids of spermatozoa from infertile patients. *Mol Hum Reprod*. 1998; 4(2): 111–8.

Zini A , Al-Hathal N. Antioxidant therapy in male infertility: fact or fiction? *Asian J Androl*. 2011; 13(3): 374–81.

Zorn B, Auger J, Velikonja V, Kolbezen M and Meden–Vrtovec H. Psychological factors in male partners of infertile couples: relationship with semen quality and early miscarriage. *Int J Androl*. 2008; 31(6): 557–64.

## **VIII. Anexos**

**Anexo 1: cuestionario de frecuencia alimentaria utilizado en el estudio MYMS****CUESTIONARIO DE FRECUENCIA ALIMENTARIA**

IDNUM | | | | | |

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

Para cada alimento, señalar **cuantas veces como media** ha tomado la cantidad que se indica durante el último año. Debe tener en cuenta las veces que toma el alimento solo y cuando lo añade a otro alimento o plato. Por ejemplo, en el caso del huevo, considere cuando lo toma solo (Ej. frito o cocido) y cuando lo toma añadido o mezclado con otros platos. Si en los últimos 12 meses ha venido comiendo una tortilla de 2 huevos cada 2 días, deberá marcar "1 por día". No debe considerar el huevo que va con los productos de bollería o dulces.

I. LACTEOS	Nunca ó <1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
1. Leche entera (1 vaso o taza, 200 cc) marca _____	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2. Leche semi-desnatada (1 vaso, 200cc) marca _____	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
3. Leche desnatada (1 vaso, 200cc) marca _____	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
4. Leche condensada (1 cucharada)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
5. Nata o crema de leche (1 cucharada)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
6. Yogur entero (uno, 125 gramos)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
7. Yogur desnatado (uno, 125 gramos)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
8. Requesón, queso blanco o fresco (una porción o ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
9. Queso curado, semicurado, o cremoso (un trozo)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
10. Natillas, flan, puding (uno)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
11. Helados (1 cucurucho, vasito o bola)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
II. HUEVOS, CARNES, PESCADOS	Nunca ó <1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
12. Huevos de gallina (uno)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
13. Pollo CON piel (1 plato mediano o pieza)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
14. Pollo SIN piel (1 plato mediano o pieza)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
15. Carne de ternera, cerdo, cordero como plato principal (1 plato mediano o pieza)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
16. Carne de caza: conejo, codorniz, pato (1 plato)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
17. Hígado de ternera, cerdo, pollo (1 plato, ración o pieza mediana)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
18. Vísceras: callos, sesos, mollejas ( 1 ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
19. Embutidos: jamón, salchichón, salami, mortadela, (1 ración de unos 50 g)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
20. Salchichas y similares (una mediana)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
21. Patés, foie-gras (media ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
22. Hamburguesa (una mediana)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
23. Tocino, beicon, panceta (2 tiras o lonchas)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
24. Pescado frito variado (1 plato mediano o ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
25. Pescado hervido o plancha BLANCO: merluza, lenguado, dorada (1 plato o ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
26. Pescado hervido o plancha AZUL: atún, emperador, bonito, (plato o ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
27. Otros pescados azules: caballa, sardinas, boquerón/anchosas, salmón	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
28. Una lata pequeña de conserva de atún o bonito en aceite	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
29. Una lata pequeña de conserva de sardinas o caballa en aceite	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
30. Pescados en salazón y/o ahumados: anchoas, bacalao, salmón (media ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
31. Almejas, mejillones, ostras (1 ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
32. Calamares, chipirones, sepia, choco, pulpo (1 ración o plato)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
33. Marisco: gambas, cangrejo, langostino, langosta (1 ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

III. VERDURAS, LEGUMBRES.	Nunca ó <1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
34. Espinacas o acelgas cocinadas (1 plato mediano)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
35. Col, coliflor, brócolis cocinadas (1 plato mediano)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
36. Lechuga, endibias, escarola (1 plato mediano)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
37. Tomate (uno mediano)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
38. Cebolla (una mediana)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
39. Zanahoria, calabaza (una o plato pequeño)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
40. Judías verdes cocinadas (1 plato)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
41. Berenjenas, calabacines, pepinos (uno)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
42. Pimientos (uno)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
43. Alcachofas (una ración o plato mediano)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
44. Espárragos (una ración o plato)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
45. Maíz hervido (plato o lata pequeña)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
46. Legumbres: lentejas, garbanzos, judías pintas o blancas (1 plato mediano)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
IV. FRUTAS	Nunca ó <1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
47. Naranjas, mandarinas (Una)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
48. Zumo de naranja natural (un vaso pequeño, 125 cc)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
49. Plátano (uno)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
50. Manzana, pera (una mediana)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
51. Melocotón, nectarina, albaricoque (uno mediano)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
52. Sandía, melón (1 tajada o cala, mediana)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
53. Uvas (un racimo mediano o plato de postre)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
54. Prunas, ciruelas frescas/secas (una)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
55. Kivi (una unidad)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
56. Aceitunas (un platito o tapa de unas 15 unidades pequeñas)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
57. Frutos secos: almendras, cacahuetes, piñones, avellanas (1 platito o bolsita, 30g)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
V. PAN, CEREALES Y SIMILARES	Nunca ó <1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
58. Pan blanco (Una pieza pequeña o 3 rodajas de pan de molde, 60 g)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
59. Pan integral (Pieza pequeña o 3 rodajas de pan de molde)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
60. Cereales desayuno (30 g en seco)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
61. Patatas fritas (1 ración o plato)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
62. Patatas cocidas, asadas (1 patata mediana)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
63. Bolsa de patatas fritas (1 bolsa pequeña)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
64. Arroz cocinado (1 plato mediano)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
65. Pastas: espaguetis, fideos, macarrones y similares (1 plato)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
66. Pizza (1 porción o ración)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
VI. ACEITES, GRASAS Y DULCES	Nunca ó <1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
67. Aceite de oliva añadido en la mesa a ensalada, pan y a platos (1 cucharada sopera)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
68. Otros aceites vegetales (ídem): girasol, maíz, soja (1 cucharada sopera)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
69. Margarina añadida al pan o la comida (1 cucharada o untada)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
70. Mantequilla añadida al pan o la comida (1 cucharada o untada)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
71. Galletas tipo María (1 galleta)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
72. Galletas con chocolate (1 galleta doble)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
73. Bollería: croissant, donut, magdalena, bizcocho, tarta o similar (uno o porción)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
74. Chocolate, bombones y similares (1 barrita o 2 bombones)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
75. Chocolate en polvo, cola-caó y similares (1 cucharada sopera)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

VII. BEBIDAS Y MISCELANEAS	Nunca ó <1 mes	1-3 por mes	1 por sem	2-4 por sem	5-6 por sem	1 por día	2-3 por día	4-5 por día	6+ por día
76. Vino tinto (1 vaso, 125 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
77. Vino blanco o rosado (1 vaso, 125 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
78. Jerez, vinos secos, vermú (copa, 50 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
79. Cerveza (una caña o botellín 1/5, 200 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80. Cerveza sin alcohol (una caña o botellín 1/5, 200 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
81. Licores (20-25°): de frutas (manzana), de crema (Catalana, Bayleys) (1 copa, 50 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
82. Brandy, ginebra, ron, whisky, vodka, aguardientes 40° (1 copa, 50 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
83. Refrescos normales de cola, naranja, limón (ej. coca-cola, fanta) (Uno, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
84. Refrescos sin azúcar cola, naranja, limón (ej. coca-cola o pepsi light) (Uno, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
85. Agua del grifo (1 vaso, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
86. Agua embotellada sin gas (1 vaso, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
87. Agua embotellada con gas (1 vaso, 250 cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
88. Zumo de frutas envasado (1 vaso o envase de 200cc)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
89. Café (1 taza)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
90. Café descafeinado (1 taza)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
91. Té o infusiones (1 taza)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
92. Sopa o puré de verduras (un plato)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
93. Croquetas de pollo, jamón (una)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
94. Croquetas, palitos o delicias de pescado fritos (una)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
95. Mayonesa (1 cucharada)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
96. Salsa de tomate (media taza)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
97. Ketchup ó catchup (1 cucharada sopera)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
98. Sal añadida a los platos en la mesa (1 pizca del salero o pellizco con dos dedos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
99. Ajo (1 diente)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100. Mermeladas, miel (1 cucharada)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
101. Azúcar (ej. en el café, postres, etc.) (1 cucharadita)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
¿Consume algún otro alimento regularmente al menos una vez a la semana?	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-----	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Consumo de suplementos vitamínicos o minerales (Referido al último año)**

1. ¿Utiliza sal yodada normalmente para cocinar/aliñar? ①No Marca: \_\_\_\_\_

②Si ③ No sabe

(si responde @Si Indicar fecha aproximada inicio:

(mes/año) : |\_\_|\_|/|\_\_|\_|

2. Durante el último año, ¿ha tomado suplementos de vitaminas o minerales?

	Marca y presentación	Dosis semanal dosis./sem.	Pauta habitual de uso (en el año)	¿Sigue tomándolo?	Si no, fecha de finalización
a. Multivitaminas o Minerales	-----	-----	① <1 mes ② 1-3 m ③ 4-6 m ④ 7-9 m ⑤ 10-12 m	1 Si 2 No	____ / ____
b. Multivitaminas o Minerales	-----	-----	① ② ③ ④ ⑤	1 Si 2 No	____ / ____
c. Otros suplementos	-----	-----	① ② ③ ④ ⑤	1 Si 2 No	____ / ____
d. Otros suplementos	-----	-----	① ② ③ ④ ⑤	1 Si 2 No	____ / ____

**Preguntas relativas al peso y talla**

1. ¿Cuánto pesa? \_\_\_\_\_ Kg  
(sin zapatos ni ropa de abrigo) (999 Ns/Nc)

2. ¿Cuánto mide descalzo/a? \_\_\_\_\_ cm

3. ¿Cuántos cm mide su cintura? \_\_\_\_\_ cm

(medir de pie con metro costurera o flexible a nivel del ombligo)

4. ¿Cuántos cm mide su cadera? \_\_\_\_\_ cm

(medir de pie con metro flexible, máx. nivel de culo-crestas fémur)

1. ¿Ha seguido usted algún tipo de dieta en el último año?  
 (Si responde NO pasar a pregunta 3)  
 ① No    ② Sí    ③ No sabe/No contesta

2. ¿Podría indicar el motivo de seguir esta dieta?  
 Puede marcar más de una respuesta  
 ① para controlar su peso  
 ② porque tiene colesterol  
 ③ porque tiene azúcar o diabetes  
 ④ porque tiene problemas de estómago  
 ⑤ porque tiene problemas de vesícula o hígado  
 ⑥ porque tiene problemas de tensión alta o de corazón  
 ⑦ porque tiene problemas de riñón  
 ⑧ porque tiene alergia a algunos alimentos  
 ⑨ porque tiene ácido úrico o gota  
 ⑩ porque es vegetariana  
 ⑪ por otro motivo, ¿cual? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

3. ¿Con qué frecuencia come comidas fritas?  
 ① A diario.  
 ② 5-6 veces por semana.  
 ③ 2-4 veces por semana.  
 ④ 1 vez por semana.  
 ⑤ Menos de 1 vez por semana.    ⑥ Ns/Nc

4. ¿Cuándo come carne, cómo de hecha le gusta comerla?  
 ① No como carne (pasar a pregunta 9)  
 ② Cruda  
 ③ Poco hecha  
 ④ Hecha  
 ⑤ Muy hecha.    ⑥ Ns/Nc

5. ¿Qué hace Vd. con la grasa visible, cuando come carne?  
 ① La quita toda.  
 ② Quita la mayoría.  
 ③ Quita un poco.  
 ④ No quita nada.    ⑤ Ns/Nc

6. ¿Cómo suele comer la carne

	Veces al			Día
	Nunca	Mes	Semana	
a. A la plancha	_____	_____	_____	_____
b. A la parrilla (grill)	_____	_____	_____	_____
c. Asada (horno)	_____	_____	_____	_____
d. Frita en aceite	_____	_____	_____	_____
e. Guisada	_____	_____	_____	_____

7. ¿Cómo de frecuente come lo tostado o quemado de la carne?  
 ① Nunca o menos de una vez al mes  
 ② Una vez al mes  
 ③ 2-3 veces al mes  
 ④ 1 vez a la semana  
 ⑤ 2 o más veces a la semana    ⑥ Ns/Nc

8. ¿Cómo de frecuente come la parte tostada del pescado?  
 ① Nunca o menos de una vez al mes  
 ② Una vez al mes  
 ③ 2-3 veces al mes  
 ④ 1 vez a la semana  
 ⑤ 2 o más veces a la semana    ⑥ Ns/Nc

9. ¿Cómo de frecuente come el tostado (socarrat) de la paella?  
 ① Nunca o menos de una vez al mes  
 ② Una vez al mes  
 ③ 2-3 veces al mes  
 ④ 1 vez a la semana  
 ⑤ 2 o más veces a la semana    ⑥ Ns/Nc

10. ¿Qué clase de grasa o aceite usa para:

	Mantequilla	Margarina	Ac.Oliva	Ac.Ol
virgen	_____	_____	_____	_____
Ac. Veg	_____	_____	_____	_____
Mezcla Aceites	_____	_____	_____	_____
ALINAR	_____	_____	_____	_____
COCINAR	_____	_____	_____	_____
FREIR	_____	_____	_____	_____

## ACTIVIDAD FISICA Y EJERCICIO (referida al último año y a lo que hace habitualmente)

1. ¿Podría indicarme Vd. cuántas horas al día suele dormir, incluida la siesta?  
 \_\_\_\_\_ horas
2. ¿Cuántos minutos de siesta suele dormir al día?  
 \_\_\_\_\_ min.
3. ¿Cuántas horas ve usted la televisión, a la semana? (ajustar al número entero más cercano)  
 \_\_\_\_\_ horas
4. En su actividad en el trabajo u ocupación principal está...
- ① Casi siempre sentado
  - ② Sentado la mitad del tiempo
  - ③ Casi siempre de pie, quieto
  - ④ Casi siempre caminando, levantando y llevando pocas cosas
  - ⑤ Casi siempre caminando, levantando y llevando muchas cosas
  - ⑥ Trabajo manual pesado
5. ¿Cuánto tiempo camina o hace bicicleta al día?
- ① Casi nunca
  - ② Menos de 20 minutos al día
  - ③ 20-40 minutos al día
  - ④ 40-60 minutos al día
  - ⑤ Entre 1 y 1 hora y media al día
  - ⑥ Más de 1 hora y media al día
6. ¿Cuánto tiempo dedica a actividades o tareas en casa?
- ① Menos de 1 hora al día
  - ② 1-2 horas / día
  - ③ 3-4 horas / día
  - ④ 5-6 horas / día
  - ⑤ 7-8 horas / día
  - ⑥ Más de 8 horas / día
7. En su actividad en tiempo libre, ¿cuánto tiempo dedica a ver televisión, ordenador o leer?
- ① Menos de 1 hora al día
  - ② 1 hora / día
  - ③ 2 horas / día
  - ④ 3 horas / día
  - ⑤ 4 horas / día
  - ⑥ 5-6 horas / día
  - ⑦ Más de 6 horas / día
8. En su actividad en tiempo libre, ¿cuánto tiempo dedica a hacer ejercicio o deporte?
- ① Menos de 1 hora a la semana
  - ② 1 hora / semana
  - ③ 2 horas / semana
  - ④ 3 horas / semana
  - ⑤ 4-5 horas / semana
  - ⑥ Más de 5 horas / semana
9. Considerando toda su actividad física (trabajo u ocupación principal, hogar y tiempo libre), ¿cómo se considera Vd.?
- ① **Sedentaria** (sentado casi siempre, sin actividad física, sin deporte, bajo cuidados).
  - ② **Poco activa** (profesiones o actividades sentadas, amas de casa con electrodomésticos, escaso deporte).
  - ③ **Moderadamente activa** (trabajos manuales, amas de casa sin electrodomésticos, deporte ligero, etc)
  - ④ **Bastante activa** (trabajos o actividades de pie-andando, deporte intenso, etc.).
  - ⑤ **Muy activa** (Trabajo muy vigoroso, deporte fuerte diario)
  - ⑥ No sabe / no contesta

Muchas gracias por sus respuestas. Remitir el Cuestionario a:

## Anexo 2: Equivalencias entre las frecuencias de consumo de alimentos y las raciones diarias ajustadas por tamaño

Tabla 1. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día.

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,067
3	1 vez por semana	0,143
4	2-4 veces por semana	0,429
5	5-6 veces por semana	0,786
6	1 vez por día	1,000
7	2-3 veces por día	2,500
8	4-5 veces por día	4,500
9	Más de 6 veces por día	6,500

Tabla 2. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día para: requesón (porción o ración), queso (un trozo), helados (un cucurucho, vasito o bola), embutido (unos 50 g), salchichas (una mediana), paté (media ración), almejas y marisco (una ración), pimiento (uno), espárragos (ración o plato) y aceitunas (15 unidades pequeñas).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0,000
2	1-3 veces por mes	0,034
3	1 vez por semana	0,072
4	2-4 veces por semana	0,215
5	5-6 veces por semana	0,393
6	1 vez por día	0,500
7	2-3 veces por día	1,250
8	4-5 veces por día	2,250
9	Más de 6 veces por día	3,250

Tabla 3. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día para: bacon , tocino y panceta (dos lonchas).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,017
3	1 vez por semana	0,036
4	2-4 veces por semana	0,107
5	5-6 veces por semana	0,197
6	1 vez por día	0,250
7	2-3 veces por día	0,625

Tabla 4. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: lata de atún.

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,045
3	1 vez por semana	0,096
4	2-4 veces por semana	0,287
5	5-6 veces por semana	0,527
6	1 vez por día	0,670
7	2-3 veces por día	1,675

Tabla 5. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: lata de sardinas.

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,054
3	1 vez por semana	0,114
4	2-4 veces por semana	0,343
5	5-6 veces por semana	0,634
6	1 vez por día	0,800

Tabla 6. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: pescados en salazón y/o ahumados: anchoas, bacalao, salmón (media ración).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,020
3	1 vez por semana	0,043
4	2-4 veces por semana	0,129
5	5-6 veces por semana	0,236

Tabla 7. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: calamares y similares (una ración o plato).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,038
3	1 vez por semana	0,082
4	2-4 veces por semana	0,245
5	5-6 veces por semana	0,448

Tabla 8. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: cebolla (una mediana), zanahoria (una o plato pequeño), frutos secos (un platito o bolsita, 30 g).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,020
3	1 vez por semana	0,043
4	2-4 veces por semana	0,129
5	5-6 veces por semana	0,236
6	1 vez por día	0,300
7	2-3 veces por día	0,750

Tabla 9. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: alcachofas (una ración o plato mediano).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,040
3	1 vez por semana	0,086
4	2-4 veces por semana	0,257
5	5-6 veces por semana	0,472
6	1 vez por día	0,600

Tabla 10. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: maíz hervido (plato o lata pequeña).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,013

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
3	1 vez por semana	0,029
4	2-4 veces por semana	0,086
5	5-6 veces por semana	0,157
6	1 vez por día	0,200
7	2-3 veces por día	0,500

Tabla 11. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: prunas (ciruelas frescas/secas) (una).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,015
3	1 vez por semana	0,031
4	2-4 veces por semana	0,094
5	5-6 veces por semana	0,173

Tabla 12. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: bolsa de patatas fritas (una bolsa pequeña) y palitos o croquetas de pescado (una).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,019
3	1 vez por semana	0,040
4	2-4 veces por semana	0,120
5	5-6 veces por semana	0,220

Tabla 13. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: margarina y mantequilla (una cucharada o untada).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,030
3	1 vez por semana	0,064
4	2-4 veces por semana	0,193
5	5-6 veces por semana	0,354
6	1 vez por día	0,450
7	2-3 veces por día	1,121
8	4-5 veces por día	2,018

Tabla 14. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: croquetas de pollo o jamón (una).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,009
3	1 vez por semana	0,019
4	2-4 veces por semana	0,056
5	5-6 veces por semana	0,102
6	1 vez por día	0,130
7	2-3 veces por día	0,334

Tabla 15. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: ajo (un diente).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,017
3	1 vez por semana	0,036
4	2-4 veces por semana	0,107
5	5-6 veces por semana	0,197
6	1 vez por día	0,250
7	2-3 veces por día	0,625
8	4-5 veces por día	1,125
9	Más de 6 veces por día	1,625

Tabla 16. Equivalencias entre la frecuencia de consumo y la ingesta expresada en raciones/día, para: mermeladas y miel (una cucharada).

Categoría	Frecuencia de consumo	Ingesta (raciones/día)
1	Nunca ó < 1 mes	0
2	1-3 veces por mes	0,048
3	1 vez por semana	0,102
4	2-4 veces por semana	0,305
5	5-6 veces por semana	0,558
6	1 vez por día	0,710
7	2-3 veces por día	1,775

### Anexo 3: Agrupación de los ítems del CFA<sub>MYMS</sub> en 46 grupos.

Tabla 1. Agrupación de los 101 ítems alimenticios en 46 grupos de alimentos, en base al contenido nutrientes y la pirámide alimenticia de Walter C. Willett.

GRUPO ALIMENTOS	ALIMENTOS
<b>Nivel 1: Aceites vegetales y granos integrales, en la mayoría de las comidas</b>	
Pan Integral	Pan integral
Aceite Vegetal	Aceite de oliva, aceites vegetales (girasol, maíz, soja...)
<b>Nivel 2: Frutas (2-3 veces al día) y verduras (en abundancia)</b>	
Verduras	Espinacas, acelgas, coliflor, col, brócolis, lechuga, endibias, escarola
Hortalizas	Tomate, cebolla, zanahoria, judías, berejena, pimiento, alcachofa, ajo.
Frutas	Naranja, zumo de naranja, plátano, manzana, pera, melocotón, nectariana, albaricoque, sandía, melón, uvas, prunas, ciruelas frescas/secas, kiwi
Aceitunas	Aceitunas
<b>Nivel 3: Nueces y legumbres, 1-3 veces al día</b>	
Legumbres	Legumbres
Frutos Secos	Frutos secos
<b>Nivel 4: Pescado, pollo, huevos (1-3 veces por día)</b>	
Huevos	Huevos
Carne blanca	Pollo sin piel, pollo con piel, conejo, codorniz, pato
Pescado blanco	Merluza, lenguado, dorada (hervido o a la plancha)
Pescado azul	Atún, emperador y bonito (hervido o a la plancha), caballa, sardinas, boquerón/anchoas, salmón, lata de atún, sardinas ocaballa en aceite, pescados en salazón o ahumados (anchoas, bacalao, salmón)
Pescado Frito	Pescado frito variado
Otros Pescados	Almejas, mejillones, ostras, calamares, chipirones, sepias, choco, pulpo, marisco (gambas, langostino, cangrejo, langosta)
<b>Nivel 5: Lácteos, 1 o 2 veces al día</b>	
Lácteos enteros	Leche entera, yogur entero
Lácteos semidesnatados	Leche semidesnatada
Lácteos desnatados	Leche desnatada, yogur desnatado
Queso	Queso blanco o fresco, requesón, queso curado, semicurado o cremoso
<b>Nivel 6: comerlas frugalmente o con medida</b>	
Carne roja	Ternera, cerdo, cordero, hamburguesa
Vísceras	Hígado de ternera, cerdo, pollo y vísceras (callos, sesos, mollejas)
Embutidos	Embutido (jamón, chorizo, salchichón, salami, mortadela), salchichas, patés, foie-gras, tocino, beicon, panceta
Grasas	Margarina, mantequilla
<b>Nivel 7: consumirlos con moderación</b>	
Pan	Pan
Cereales desayuno	Cereales de desayuno
Patatas cocidas	Patatas cocidas
Patatas fritas	Patatas fritas, bolsa de patatas fritas
Arroz y pasta	Arroz, pasta
Maíz	Maíz
Preparados	Salsa de tomate, ketchup, croquetas, pizza, palitos o croquetas de pescado
Puré o Sopa de Verduras	Puré o sopa de verduras
Mayonesa	Mayonesa
Chocolate	Chocolate, chocolate en polvo
Dulces para añadir	Mermelada, miel, azúcar
Lácteos azucarados	Leche condensada, nata, crema de leche, natillas, flan, puding, helados
Bollería, galletas	Galletas, galletas con chocolate, bollería (croissant, donut, magdalena, bizcocho, tarta)
Sal	Sal
Refrescos azucarados	Refrescos normales de cola, naranja, limón, zumo de frutas envasado
Refrescos sin azúcar	Refrescos sin azúcar de cola, naranja, limón

GRUPO ALIMENTOS	ALIMENTOS
Vino	Vino tinto, blanco, rosado, jerez, vinos secos, vermú
Cerveza	Cerveza
Cerveza sin alcohol	Cerveza sin alcohol
Bebidas con alcohol alta graduación	Licores de frutas, de crema, brandy, ginebra, ron, whisky, vodka, aguardientes
Agua	Agua del grifo, agua embotellada sin gas, agua con gas
Café	Café
Café descafeinado	Café descafeinado
Té e Infusiones	Te o infusiones

## Anexo 4: Agrupación de los ítems del CFA<sub>MYMS</sub> en 50 grupos.

Tabla 1. Agrupación de los 101 ítems alimenticios en 50 grupos de alimentos, en base al contenido en nutrientes y la pirámide alimenticia de la Dieta Mediterránea actualizada (Bach-Faig *et al.* 2010).

GRUPO ALIMENTOS	ALIMENTOS
<b>Hidratación: Agua e Infusiones de hierbas</b>	
Agua	Agua embotellada sin gas, agua embotellada con gas, agua del grifo
Infusiones	Té o infusiones
<b>Cada comida principal</b>	
<b>Aceite de Oliva (1 ó 2 cucharadas)</b>	Aceite de oliva
<b>Cereales (1 ó 2 raciones)</b>	
Pan integral	Pan integral
Cereales	Pan blanco, arroz y pasta (espaguetis, fideos, macarrones y similares)
<b>Frutas (1 ó 2 frutas)</b>	
Frutas ácidas	Naranja, zumo de naranja natural , kiwi
Frutas dulces de pepitas	manzana, pera, plátano, uvas,
Frutas dulces de hueso	melocotón, nectarina, albaricoque, sandía, melón, prunas, ciruelas frescas/secas,
<b>Verduras (≥ 2 raciones)</b>	
Crucíferas	Col, coliflor, brócoli
Vegetales de hoja oscura	Acelgas, espinacas
Vegetales de hoja clara	Lechuga, escarola, endivias
Judías verdes	Judías verdes
Antioxidantes	Zanahoria, calabaza, tomate, pimiento y espárragos
Inflorescencias y frutos	Alcachofa, berenjena, pepino, calabacín
Maíz hervido	Maíz hervido
<b>Cada día</b>	
<b>Frutos secos/ Semillas/ Aceitunas (1 ó 2 raciones)</b>	
Frutos secos	Almendras, nueces, avellanas, cacahuetes
Aceitunas	Aceitunas
<b>Variedad de aromas y menos sal añadida</b>	
Bulbos	Ajo, cebolla
Hierbas y Especies	
<b>Derivados lácteos, preferentemente bajos en grasa (2 raciones)</b>	
Lácteos enteros	Leche entera, yogur entero
Lácteos semidesnatados	Leche semidesnatada
Lácteos desnatados	Leche desnatada, yogur desnatado
Quesos maduros	Queso curado, semicurado o cremoso
Quesos frescos	Queso blanco o fresco, requesón
<b>Semanalmente</b>	
<b>Pescado/ Marisco (≥ 2 raciones)</b>	
Pescado magro y semigraso	Merluza, lenguado, dorada (hervido o a la plancha)
Pescado azul	Atún, emperador y bonito (hervido o a la plancha), caballa, sardinas, boquerón/anchos, salmón, lata de atún, sardinas en aceite , caballa en aceite, pescados en salazón o ahumados (anchos, bacalao, salmón)
Pescado Frito	Pescado frito variado
Marisco	Almejas, mejillones, ostras, calamares, chipirones, sepias, choco, pulpo, marisco (gambas, langostino, cangrejo, langosta)
<b>Legumbres (≥ 2 raciones)</b>	
Legumbres	Garbanzos, lentejas, judías blancas, judías pintas
<b>Huevos (2 ó 4 raciones)</b>	
Huevos	Huevos de gallina
<b>Carne blanca (2 raciones)</b>	
Carne blanca	Pollo sin piel, pollo con piel, conejo, codorniz, pato
<b>Carne roja (&lt; 2 raciones)</b>	
Carne roja	Ternera, cerdo, cordero

GRUPO ALIMENTOS	ALIMENTOS
Hígado/vísceras	Hígado de ternera, cerdo, pollo y vísceras (callos, sesos, mollejas)
<b>Carnes procesadas (≤ 1 ración)</b>	
Carnes procesadas	Embutido (jamón, chorizo, salchichón, salami, mortadela), salchichas, hamburguesa, patés, foie-gras, tocino, beicon, panceta
<b>Patatas (≤ 3 raciones)</b>	
Patatas cocidas	Patatas cocidas
Patatas fritas	Patatas fritas, bolsa de patatas fritas
<b>Dulces (≤ 2 raciones)</b>	
Chocolate	Chocolate, chocolate en polvo
Dulces para añadir	Mermelada, miel, azúcar
Lácteos azucarados	Leche condensada, nata, crema de leche, natillas, flan, puding, helados
Bollería, galletas	Galletas, galletas con chocolate, bollería (croissant, donut, magdalena, bizcocho, tarta)
<b>Otros</b>	
Grasas	Margarina, mantequilla
Otros aceites vegetales	Girasol, maíz, soja
Salsas	Mayonesa
Preparados	Salsa de tomate, ketchup, croquetas, pizza, palitos o croquetas de pescado
Puré o Sopa de Verduras	Puré o sopa de verduras
Sal	Sal
<b>Bebidas</b>	
Refrescos azucarados	Refrescos normales de cola, naranja, limón, zumo de frutas envasado
Refrescos sin azúcar	Refrescos sin azúcar de cola, naranja, limón
Vino	Vino tinto, blanco, rosado, jerez, vinos secos, vermú
Cerveza	Cerveza, cerveza sin alcohol
Bebidas con alcohol alta graduación	Licores de frutas, de crema, brandy, ginebra, ron, whisky, vodka, aguardientes
Café	Café, Café descafeinado