

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE FARMACIA**  
**Departamento de Nutrición y Bromatología I (Nutrición)**



**Ingesta de contaminantes -metales pesados- y nutrientes  
potencialmente tóxicos vía dieta total en Andalucía, Galicia,  
Madrid y Valencia**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

**María del Carmen Cuadrado Vives**

**Directora**

**Olga Moreiras Tuni**

**Madrid**

**ISBN: 978-84-8466-830-5**

**© María del Carmen Cuadrado Vives, 1995**

TESIS DOCTORAL

M<sup>a</sup> CARMEN CUADRADO VIVES

INGESTA DE CONTAMINANTES -METALES PESADOS- Y NUTRIENTES POTENCIALMENTE TÓXICOS VÍA DIETA TOTAL EN ANDALUCÍA, GALICIA, MADRID Y VALENCIA

Ponente: Sr. Dr. ....

TRIBUNAL

Presidente: Sr. Dr. GABORIO VARELA

Vocal: Sr. Dr. ROSAURA FARRÉ

Vocal: Sr. Dr. JUAN JOSE SANCHEZ

Vocal: Sr. Dr. JOSE RAMON BARRAS

Secretario: Sr. Dr. PATRICIA RUIZ RUIZ

DIRECTORA: OLGA MOREIRAS

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN  
FACULTAD DE FARMACIA  
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**INGESTA DE CONTAMINANTES -METALES PESADOS- Y  
NUTRIENTES POTENCIALMENTE TÓXICOS VÍA DIETA  
TOTAL EN ANDALUCÍA, GALICIA, MADRID Y VALENCIA**

**M<sup>a</sup> CARMEN CUADRADO VIVES**  
**Aspirante al Grado de DOCTORA EN FARMACIA**

**DIRECTORA:**

**Fdo: Dra. OLGA MOREIRAS**

**V<sup>o</sup> B<sup>o</sup> DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO:**

**Fdo: Dra. ANA MARÍA REQUEJO**

*A mis padres y Juanma*

## *Agradecimientos*

Llega el momento al terminar este trabajo de recordar a todas las personas que me han ayudado en la realización del mismo.

A mi directora Dra. Olga Moreiras, por toda su dedicación, comprensión y por haberme aportado su valiosa experiencia en todos estos años de trabajo, la recuerdo con especial cariño.

Mi gratitud al profesor Gregorio Varela, que despertó en mí el interés por la Nutrición y cuya constante actividad es siempre la mejor fuente de estímulo en el trabajo.

A la Dra. Angeles Carbajal, quiero expresar mi admiración por su trabajo y agradecerle toda su ayuda.

A la directora de este Departamento Dra Ana M<sup>a</sup> Requejo por su labor al frente del mismo.

A todas mis compañeras durante estos años de trabajo: Fátima Vega, Mercedes Campo, Carmen Núñez, Beatriz Beltrán, Laura Díaz y en especial a Inés M<sup>a</sup> Perea que me acompañó, en alguna ocasión, en los desplazamientos por las comunidades autónomas que se estudiaron.

Deseo expresar mi agradecimiento a la Universidad Complutense de Madrid, por la concesión de la beca FPI, que me ha permitido desarrollar este trabajo.

A todas las personas del Departamento de Nutrición, por su amistad en estos años formando parte del mismo.

Al Dr. Kumpulainen, que en su laboratorio de Jokioinen (Finlandia) me permitió aprender el manejo de las muestras y las determinaciones analíticas que allí se iban a llevar a cabo. También agradecerle el que nos suministrase generosamente el material no contaminante, necesario para la preparación de las muestras.

A todas las personas que forman parte de la Subnetwork E de la FAO, de las que he tenido ocasión de aprender y discutir parte de los datos, que en esta tesis se presentan, en las distintas reuniones que hemos tenido.

Por último, agradecer a mis padres y a Juanma, su inestimable ayuda y su constante apoyo en todo momento durante el desarrollo de esta tesis.

Este trabajo es parte de un Proyecto de Investigación financiado por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT). Plan Nacional I+D

## **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO . . . . .	1
2. SITUACIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 Contaminantes alimentarios . . . . .	4
2.1.1 Contaminantes biológicos de los alimentos . . . . .	4
2.1.2 Contaminantes químicos de los alimentos . . . . .	4
2.1.3 Consecuencias en la salud . . . . .	6
2.1.4 Contenido de metales en los alimentos . . . . .	16
2.2 Técnicas de valoración de la ingesta dietética . . . . .	21
2.3 Técnicas de valoración de ingestas de contaminantes	
a partir de datos de consumo de alimentos . . . . .	21
2.3.1 Ingesta de contaminantes vía dieta total . . . . .	23
2.4 Bases de datos . . . . .	25
2.5 Valoración del riesgo por ingesta de contaminantes . . . . .	26
2.5.1 Ingesta Diaria Aceptable,	
Acceptable Daily Intake (ADI) . . . . .	26
2.5.2 Ingesta Semanal Tolerable Provisional,	
Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) . . . . .	26
2.5.3 Dosis de referencia . . . . .	27
2.6 Adecuación de los elementos traza nutrientes a sus recomendaciones . . . . .	28
2.7 Estudios de la ingesta de elementos traza, contaminantes y nutrientes vía dieta	29
2.7.1 Programas Internacionales . . . . .	29
2.7.2 Estudios de dieta total y porción duplicada en algunos países . . . . .	39
2.7.2.1 Reino Unido . . . . .	39
2.7.2.2 Holanda . . . . .	41
2.7.2.3 Suecia . . . . .	45
2.7.2.4 Estados Unidos . . . . .	46
2.7.2.5 Finlandia . . . . .	48
2.7.2.6 Suiza . . . . .	50
2.7.2.7 Polonia . . . . .	50
2.7.2.8 Italia . . . . .	51
2.7.2.9 Francia . . . . .	52



2.7.2.10 Japón . . . . .	53
2.7.2.11 Australia . . . . .	53
2.7.2.12 China . . . . .	54
3. METODOLOGÍA . . . . .	55
3.1 Muestra . . . . .	55
3.2 Técnica . . . . .	58
3.3 Variables consideradas . . . . .	59
3.4 DIETECA: Base de datos . . . . .	59
3.4.1 Preparación de la entrada de datos . . . . .	59
3.5 Elaboración de una base de datos de composición de metales pesados y nutrientes de los alimentos . . . . .	61
3.6 Diseño de la dieta total . . . . .	62
3.6.1 Elección de las CCAA . . . . .	62
3.6.2 Elaboración de las listas de la compra . . . . .	63
3.6.3 Recogida de muestras . . . . .	64
3.6.4 Preparación de las muestras y envío . . . . .	65
3.7 Determinaciones analíticas . . . . .	66
3.8 Conversión de niveles de contaminantes en ingestas diarias . . . . .	69
3.9 Adecuación a las ingestas recomendadas y a los límites máximos permitidos . . . . .	69
4. RESULTADOS . . . . .	72
4.1 Composición de las dietas totales de las CCAA . . . . .	72
4.2 Porcentaje de humedad de las muestras . . . . .	83
4.3 Determinaciones analíticas de los distintos elementos . . . . .	84
4.4 Ingesta total de los distintos elementos y por grupos de alimentos . . . . .	95

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS . . . . .	108
5.1 Consumo de alimentos . . . . .	108
5.2 Ingestas y valoración del riesgo . . . . .	112
5.2.1 Plomo . . . . .	112
5.2.2 Mercurio . . . . .	116
5.2.3 Cadmio . . . . .	119
5.2.4 Níquel . . . . .	122
5.2.5 Molibdeno . . . . .	124
5.2.6 Cobre . . . . .	126
5.2.7 Hierro . . . . .	128
5.2.8 Zinc . . . . .	130
5.2.9 Manganeso . . . . .	133
5.2.10 Calcio . . . . .	135
5.2.11 Magnesio . . . . .	137
5.3 Estimación de la ingesta empleando base de datos . . . . .	139
5.3.1 Selenio . . . . .	139
5.3.2 Arsénico . . . . .	140
5.3.3 Otros elementos . . . . .	142
6. RESUMEN Y CONCLUSIONES . . . . .	144
7. BIBLIOGRAFÍA . . . . .	149

## **1. OBJETO**

Los alimentos pueden estar contaminados con sustancias que al ser ingeridas den lugar a intoxicaciones agudas graves. Pero además, desde hace unas décadas y especialmente en las tres últimas, se ha comprobado que ciertos contaminantes químicos tienen un período latente de toxicidad de años, a veces hasta 20 años, durante los cuales el contaminante se va acumulando en el organismo provocando enfermedades cuando su concentración llega a niveles críticos. También puede ocurrir que la aparición de síntomas por contaminación no se presente sino después de años de haber estado expuesto al contaminante por un período corto. Por consiguiente, el nivel de xenobióticos es un aspecto importante en la calidad de los alimentos, entendiendo por xenobióticos en cuanto a su aportación por la dieta "aquellas sustancias que penetran, cubren, son añadidas, o se forman y permanecen como contaminantes de los alimentos, durante la producción, procesado, almacenamiento o empaquetado y que en excesivas concentraciones pueden ser un riesgo para la salud" (WHO, 1985).

Hay que tener en cuenta que los distintos alimentos no tienen la misma receptividad para los diversos tipos de contaminantes. Por ejemplo, y dentro del grupo de pescados, mientras que algunos como los grasos son especialmente receptivos para el mercurio, otros, como los moluscos, lo son para el cadmio. Aun dentro del mismo animal hay enormes variaciones de localización corporal y es bien conocido como en el hígado, por su papel central en el metabolismo, se acumulan gran cantidad de elementos que pueden ser tanto positivos como negativos para la nutrición. Dentro de este órgano, la contaminación es muy diferente según la edad del animal y esto se aprecia, especialmente, en el caso del ganado vacuno.

Desde mediados de 1970, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en colaboración con el United Nations Environment Programme (UNEP) lleva a cabo el seguimiento de la calidad del aire y del agua mediante un estudio en el que a su vez ha colaborado la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para el control de la contaminación de los alimentos y recoger así información sobre el grado de riesgo en diferentes partes del mundo. En 1988 esta información junto con otros datos sirvió para valorar el estado global y regional de niveles y tendencias en contaminantes químicos.

Tanto la FAO como la OMS recomiendan desde entonces el estudio de determinados componentes químicos en la llamada "dieta total". Tales estudios se diseñan para conocer el modelo de un contaminante dado ingerido por un individuo que consume la dieta habitual de una zona geográfica determinada.

Por otro lado, está bien documentado que altas ingestas de algunos nutrientes son capaces de desarrollar efectos adversos para la salud. Se han descrito intoxicaciones y envenenamientos y se sabe que muchos metales esenciales son metabólicamente interactivos. La variación en los niveles de exposición puede alterar la actividad enzimática de aquellos procesos en que estos metales actúen como cofactores. Para los metales que no tienen fijadas ingestas diarias aceptables (ADI) -aquellas que se considera que a lo largo de la vida no tienen riesgo apreciable para la salud-, se establecen unos niveles llamados dosis de referencia (RfD) o márgenes de seguridad. En Herndon, Virginia, en Marzo de 1992 se reunieron nutriólogos y toxicólogos para tratar el tema de los elementos esenciales que podían presentar un riesgo para la salud consumidos en exceso. Se llegó a la conclusión de que debían establecerse márgenes de seguridad y de exposición adecuados: de seguridad frente a la posible toxicidad y de exposición frente a los requerimientos nutricionales.

En Europa, la Acción Concertada "Nutrition and Health" de la Unión Europea (UE) ha elaborado un programa para conocer la carga total de un contaminante y establecer el riesgo que dependerá:

- 1) del tipo de alimento y su procedencia,
- 2) del contenido medio de contaminante del alimento y, sobre todo,
- 3) de la cantidad que de ese alimento se ingiera.

El riesgo también varía según la zona geográfica y a lo largo del tiempo pues el consumo de alimentos está influenciado por múltiples factores y el grado de contaminación de los alimentos puede variar enormemente por dichos factores.

Se vienen realizando en bastantes países, estudios sobre el contenido de contaminantes en la dieta total o en aspectos parciales de la misma. Estos estudios se consideran idealmente apropiados para valorar la calidad de la dieta nacional y sus resultados son fundamentales en la valoración del riesgo potencial que implica la presencia de ciertos contaminantes, nutrientes potencialmente tóxicos y aditivos y para desarrollar la política necesaria para su control.

En España existe información, satisfactoria, sobre los alimentos consumidos por la población, tanto a nivel nacional como en las Comunidades Autónomas, a partir de los estudios que nuestro grupo y el Instituto Nacional de Estadística vienen realizando desde hace más de 30

años. Sin embargo, no existe información sobre la ingesta de contaminantes vía dichas dietas y, de hecho, la única existente es la que procede de alimentos aislados o procesados industrialmente.

Nuestro grupo ha desarrollado dos proyectos de investigación financiados por la Comisión Inter-ministerial de Ciencia y Tecnología en los que se pretende, como respuesta a una creciente demanda por parte de la Unión Europea (UE) y por la sociedad, conseguir información que sirva de base para un diagnóstico real de la situación del problema en nuestro país, así como para la probable necesidad de reconsiderar las ADI de algunos contaminantes, hecho que se ha plasmado ya en algunos de ellos. Estos proyectos están enmarcados dentro de la "*Sub-network E: Trace Elements Status in Foods and Diets*". FAO Cooperative Research Network on Trace Elements.

El objeto de esta tesis -como parte de dichos proyectos- es valorar la ingesta media de algunos metales pesados y otros elementos potencialmente tóxicos vehiculizados por la dieta total de cuatro comunidades autónomas seleccionadas: Andalucía, Galicia, Madrid y Valencia. Dicha ingesta puede resultar afectada por sus peculiaridades en cuanto al tipo de alimentos y las cantidades en que son consumidos. Los resultados de la carga de contaminantes, tanto del conjunto de alimentos que forman dichas dietas, como los aportados por grupos de alimentos, permitirá identificar su fuente o procedencia alimentaria, tanto de los estrictamente contaminantes como de los nutrientes que lo son potencialmente. La comparación de la carga total de cada elemento con las ADI establecidas por la FAO/OMS para el mismo, permitirá valorar su riesgo y podrá servir de base para desarrollar una política sanitaria de control e intervención.

## **2. SITUACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **2.1 CONTAMINANTES ALIMENTARIOS**

El término contaminante y, en particular, el de contaminante alimentario significa diferentes cosas para unas personas y otras. No se ha dado una definición científica satisfactoria y las que existen son interpretaciones legales que varían de país en país.

Pero, aunque todavía no es posible una definición científica de contaminantes alimentarios, el concepto de contaminación está claro en la mente de todos. Popularmente, un contaminante alimentario es "una sustancia que se puede encontrar en el alimento pero que no debiera de estar presente o, al menos, no en los niveles encontrados (Vettorazzi, 1987)(Newberne, 1980)", "cualquier sustancia no añadida intencionadamente al alimento y que está presente como resultado de la producción, procesado, preparación, tratamiento, embalaje y transporte o como resultado de contaminación medioambiental (WHO, 1985)".

Los contaminantes de los alimentos se pueden agrupar en dos grandes tipos: biológicos y químicos (Reilly, 1980).

### **2.1.1.- CONTAMINANTES BIOLÓGICOS DE LOS ALIMENTOS**

Los contaminantes biológicos son generalmente de origen microbiano. La presencia en el alimento de bacterias, rickettsia, virus, mohos y protozoos/metazoos puede causar enfermedad en el hombre, caracterizada como intoxicación alimentaria -si el agente responsable crece en o sobre el alimento y produce una toxina-, o como toxiinfección alimentaria -si el parásito se ingiere con el alimento y elige el organismo del hombre como su huésped-. La microflora intestinal puede producir toxicidad por diferentes vías, reflejando así la importancia de la relación entre el estado nutritivo con el metabolismo de los distintos xenobióticos antes de la absorción y con los productos de conjugación biliares.

Muchas veces los alimentos contienen de forma natural sustancias que tienen efectos no deseables sobre la salud. La ingesta de estas sustancias puede dar lugar a una intoxicación con manifestaciones agudas, intolerancias, hipersensibilidad y, en general, síndromes clínicos bien caracterizados, deformidades esqueléticas, rupturas aórticas y neoplasias (Vettorazzi, 1987).

### **2.1.2.- CONTAMINANTES QUÍMICOS DE LOS ALIMENTOS**

La contaminación química procede de fuentes numerosísimas y se pueden agrupar a su vez en :

a) Provocada durante el cultivo de plantas (pesticidas, herbicidas) o por fármacos utilizados en



alimentación animal.

b) Provocada por la industria, principalmente metales pesados (cadmio, mercurio, plomo) y bifenilos policlorados (PCB).

c) Debida a los procesos industriales y culinarios de los alimentos, como la utilización de nitrosaminas o por materiales utilizados en el enlatado o por algún tipo de recipientes culinarios (UNEP/FAO/WHO, 1988).

### Metales pesados, de transición, metaloides y otros

Entre los muchos metales encontrados en el organismo, solamente un número reducido son esenciales pues su déficit provocará síntomas patológicos característicos. No se sabe con certeza si otros metales presentes tienen una función específica.

Según Reilly (1980) los metales del organismo se pueden clasificar en:

- macronutrientes esenciales para funciones orgánicas: calcio, potasio, sodio y magnesio.
- micronutrientes esenciales para funciones orgánicas: hierro, zinc, selenio, manganeso, cobre, molibdeno, cobalto, cromo, silicio, níquel y estaño.
- metales cuya esencialidad no ha sido todavía establecida, aunque hay evidencia de su participación en reacciones celulares: bario, arsénico, estroncio, cadmio y vanadio.
- metales que se encuentran en el organismo y que no tienen función metabólica conocida: plomo, mercurio, oro, plata, bismuto, antimonio, boro, berilio, litio, galio, titanio y otros

Con alguna diferencia pero con la misma estructura Guthrie (1986) los clasifica en:

- macronutrientes esenciales en nutrición humana: calcio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cloro y magnesio
- micronutrientes esenciales en nutrición humana: hierro, zinc, selenio, manganeso, cobre, iodo, molibdeno, cobalto, cromo, silicio, vanadio, níquel y arsénico
- elementos cuya esencialidad no ha sido aún establecida aunque hay evidencia de su participación en reacciones biológicas: bario, estaño, flúor, bromo, estroncio y cadmio
- elementos que se encuentran en el organismo pero a los que todavía no se les ha asignado un papel metabólico: oro, plata, aluminio, mercurio, bismuto, galio, plomo, antimonio, boro y litio.

D.A. Phipps (Phipps, 1976), en su libro "*Metals and Metabolism*", define metal tóxico como aquel que pertenece a un grupo de elementos que no tiene un efecto esencial ni es beneficioso, pero tiene efectos nocivos en las funciones metabólicas normales, incluso estando presentes en cantidades muy pequeñas. No siempre es posible determinar la diferencia entre metales tóxicos y esenciales. Todos ellos son potencialmente tóxicos si se ingieren en cantidad suficiente. Actualmente está muy debatido el contraste entre esencialidad y toxicidad de los elementos traza. En una reunión que tuvo lugar en Herndon, Virginia, en Marzo de 1992, nutriólogos y toxicólogos discutieron este problema común y se llegó a la conclusión que debería

existir un margen para evitar la toxicidad pero con el que se hiciera frente a las necesidades. Algunas veces el margen entre toxicidad y déficit es muy estrecho como en el caso del selenio. También se estableció el concepto de dosis de referencia (RfD). Desde entonces muchos autores trabajan para establecer márgenes para los distintos elementos (Mertz, 1993) (Dourson, 1993) (Combs, 1993) (O'Flaherty, 1993) (Uthus, 1993) (Prasad, 1993) (Sandstead, 1993).

También es difícil considerar la toxicidad de un metal aislado pues casi todos los metales interaccionan en el organismo. Es evidente que la toxicidad o el efecto beneficioso de un elemento en particular puede verse afectado por otros elementos o compuestos presentes en la dieta (Vettorazzi, 1987). Tales interacciones deben tener una relación directa a la hora de establecer niveles "sanos" de ingesta y límites "sanos" en los alimentos, para muchos contaminantes y deben influir en el rango entre requerimientos nutricionales y niveles tóxicos (Vettorazzi, 1982).

Mercurio, cadmio y plomo son los metales tóxicos que se encuentran más comúnmente en los alimentos (Reilly, C. 1980).

### **2.1.3.- CONSECUENCIAS EN LA SALUD**

Los análisis de distintos tejidos del cuerpo humano muestran la presencia de numerosos metales en mayor o menor proporción. Esto no es una sorpresa, desde el momento en que se sabe que los alimentos que ingerimos contienen una amplia variedad de metales, consecuencia de su distribución en el medioambiente. La exposición a productos químicos puede causar enfermedades al hombre por distintas vías y una enfermedad concreta puede ser consecuencia de la exposición a un compuesto químico específico (por ejemplo, la enfermedad de Minamata y el metilmercurio) o la exposición a un compuesto químico puede ser sólo uno de los factores que contribuyen al desarrollo de la enfermedad y entonces se trata de una relación multicausal. (itai-itai es un ejemplo de enfermedad de etiología compleja causada por muchos factores, entre ellos, el cadmio) (WHO, 1985).

No existe suficiente información disponible que contribuya a entender la fisiopatología de la toxicidad de un metal. Muchos afectan a los sistemas del organismo y sus consecuencias son procesos bioquímicos de tipo enzimático. Existen muchas interacciones entre los metales en la fisiología humana (Kirchgessner, 1982).

A continuación vamos a exponer algunas consecuencias sobre la salud de algunos elementos:

## Metales pesados sin función metabólica conocida

### Plomo

El plomo es un elemento nocivo e insidioso. Se introduce a hurtadillas en forma de pequeños incrementos diarios que se acumulan hasta alcanzar niveles tóxicos. En los adultos se manifiesta, a veces relativamente pronto, con dolor abdominal, fatiga y artralgias, pero en lactantes y niños puede ocultarse hasta que desencadena una crisis encefalopática catastrófica. Está demostrado que el envenenamiento por plomo es uno de los problemas de salud ambiental más difíciles de controlar. Parte de esta dificultad se basa en la ausencia de manifestaciones peculiares de la intoxicación en fases incipientes.

El plomo ambiental se absorbe por el tubo digestivo o pulmones hasta llegar a la sangre. El absorbido es captado principalmente por los huesos. En la sangre se acumula aproximadamente del 5 al 10 por 100 y el resto se distribuye por otros tejidos. Aunque en ellos tiene una semivida de eliminación de horas a días, en los depósitos óseos persiste hasta que las sales óseas contaminadas se reciclan. En este sentido, el secuestro esquelético del plomo protege a los restantes tejidos, pero el lento recambio de mineral óseo mantiene plumbemias elevadas durante meses o años (Bushnell, 1986). Los principales órganos diana del plomo son la sangre, sistema nervioso, tubo digestivo y riñones.

Las alteraciones hematológicas aparecen pronto y son características. Es típica una leve anemia hemolítica, hipocrómica y microcítica y, lo que es todavía más peculiar, un punteado basófilo de los eritrocitos (Goyer, 1991)(Morava, 1980)(Carrington, 1993).

En adultos es menos frecuente la afectación del sistema nervioso central, pero aparece frecuentemente una neuropatía periférica desmielinizante que afecta típicamente a la innervación motora de los músculos más utilizados. Así, los músculos extensores de la muñeca y de los dedos son con frecuencia los primeros afectados, seguidos de la parálisis de los músculos peroneales (Robbins, 1990)(Underwood, 1977).

Se manifiestan problemas clínicos especialmente en el tubo digestivo. El cólico saturnino, caracterizado por un dolor abdominal extremadamente intenso y mal localizado, se acompaña a menudo de suficiente espasmo y rigidez de la pared abdominal como para dar la impresión de un abdomen agudo quirúrgico. No se han identificado alteraciones morfológicas intestinales, pero es frecuente la línea saturnina de sulfuro de plomo precipitado a lo largo de las encías. Esta línea es rara en niños y no se observa en sujetos desdentados. Además, aunque es típica del saturnismo, puede encontrarse en otras circunstancias como la intoxicación por mercurio (Robbins, 1990).

El plomo se excreta por el riñón, exponiéndolo a potenciales lesiones ya que altera las enzimas al unirse a los grupos disulfuro y desnaturizar las proteínas cambiando su estructura terciaria. El daño renal es menos frecuente que el de la sangre o sistema nervioso, pero puede

aparecer una nefritis tubulointersticial crónica o el síndrome de Fanconi que se caracteriza por glucosuria, aminoaciduria y fosfaturia. Con frecuencia hay proteinuria y la reabsorción de las proteínas de la orina provoca acúmulos de eosinófilos en las células tubulares epiteliales. A medida que la intoxicación progresa, el índice de filtración glomerular disminuye y algunos pacientes desarrollan insuficiencia renal (Bennett, 1985). La alteración renal impide la excreción normal de ácido úrico, lo que conlleva hiperuricemia y da lugar a la denominada gota saturnina (Robbins 1990)(Underwood, 1977)(Carrington, 1993).

La alta ingesta de plomo conlleva un incremento en el cerebro de dopamina y noradrenalina, inhibición en la sangre de la actividad del ácido  $\delta$ -aminolevulínico dehidratasa y a una elevación en la excreción urinaria de ácido  $\delta$ -aminolevulínico (Flora, 1987).

Hay varios estudios que correlacionan una elevada presión sanguínea con los niveles de plomo en sangre. La mayor incidencia de hipertensión en trabajadores expuestos a este metal indica que la hipertensión es el resultado de altos niveles de plomo en sangre y no al contrario (Carrington, 1993).

Stocks y Davies en un estudio longitudinal de 10 años sobre la incidencia de varios tipos de cáncer en el norte de Gales llegaron a la conclusión que había una relación entre la cantidad de metales, incluyendo plomo, en vegetales así como el suelo donde crecían y cáncer en humanos (Stocks, 1960). Sin embargo, un artículo publicado por la International Agency for Research on Cancer (IARC, 1972) concluye que no hay evidencia de que las sales de plomo sean causa de cáncer en el hombre. Se han inducido tumores en ratas y ratones con dosis elevadas de compuestos de plomo cuya dosis equivalente en el hombre tendría que ser de 550 mg de plomo al día.

La intoxicación por plomo puede comenzar en el período intrauterino. Los niños son especialmente vulnerables a las lesiones cerebrales, que pueden ser muy sutiles y exclusivamente funcionales o masivas y letales (Chisolm, 1984). Se han descrito alteraciones sensoriales, motoras, intelectuales y psicológicas diagnosticadas como reducción del cociente intelectual, alteraciones del aprendizaje, retraso en el desarrollo psicomotor, ceguera y en casos más graves, psicosis, convulsiones y coma (Mc Michael, 1988).

### Mercurio

Las diferentes formas de mercurio tienen diferente grado de toxicidad, siendo la más grave la de metilmercurio (WHO, 1989)(Reilly, 1980). El metilmercurio que se ingiere con los alimentos se absorbe muy bien en el intestino, penetra en el torrente circulatorio unido a una proteína plasmática y gran parte de él se acumula en los eritrocitos y se distribuye lentamente a otros tejidos. El cerebro presenta una especial afinidad al metilmercurio y en él puede acumularse seis veces más que en otros tejidos (Reilly, 1980).

Las manifestaciones del envenenamiento subagudo por mercurio son, principalmente,

neuroológicas: vértigo, irritabilidad, depresión con disfunción en la salivación, estomatitis y diarrea. En envenenamiento por ingestión de sales inorgánicas mercuriales, hígado y riñón resultan los más afectados con proteinuria, produciéndose además necrosis del tracto gastrointestinal y diarrea. En su forma más tóxica, los síntomas inducidos son incoordinación progresiva, pérdida de la visión y del oído y deterioro mental seguido de neuroencefalopatía (Underwood, 1977)(Nolan, 1987).

Se han descrito intoxicaciones por metilmercurio pre y postnatal. En la primera tiene lugar una parálisis cerebral infantil inespecífica con disturbios motores y mentales. Los signos clínicos de la intoxicación postnatal se caracterizan inicialmente por disturbios sensoriales en miembros, lengua y labios. A medida que aumenta el grado de intoxicación, los síntomas comienzan a ser más severos: el sistema nervioso central se daña irreversiblemente dando lugar a ataxia, disfunciones motoras, ceguera, pérdida de oído y muerte (Reilly, 1980).

Por otro lado, se ha visto que la ingesta de selenio contrarresta la toxicidad de los compuestos orgánicos e inorgánicos de mercurio (Underwood, 1977). En muchos trabajos recientes se asocian altos niveles de selenio y mercurio en tejidos de animales marinos. Esto hace suponer que existe un mecanismo de detoxificación que implica la producción de un compuesto no tóxico de mercurio y selenio (Lindh, 1987)(Conning, 1988).

Metales cuya esencialidad no ha sido todavía establecida aunque hay evidencia de su participación en reacciones celulares

Cadmio

Los efectos tóxicos del cadmio se resumen brevemente como sigue (Conning, 1988):

- Disfunción del túbulo renal
- Osteomalacia
- Hipertensión
- Anemia
- Necrosis testicular experimental

Se han observado, tras la exposición al cadmio, cambios histológicos en riñón, hígado, tracto gastrointestinal, corazón, pancreas y huesos (Bernard, 1992)(Nordberg, 1995).

Los efectos más dramáticos de envenenamiento por cadmio son los relacionados con la mineralización de los huesos, probablemente debida a los efectos secundarios tras el daño renal. Sin embargo, el metabolismo del calcio puede verse afectado incluso antes de que el daño aparezca (Reilly, 1980)(Morava, 1980). Itai-itai es una osteomalacia resultante de la combinación

entre deficiencia de calcio y disfunción debida al envenenamiento por cadmio. Los síntomas de la deficiencia de calcio y de la dieta rica en cadmio se manifiestan en primer lugar como dolores en espalda y piernas. Cuando la enfermedad progresa, cualquier golpe ligero puede dar lugar a fracturas. Además de estos síntomas, también puede producirse un marcado descenso de la talla (Fujiwara, 1980)(Nomiya, 1989).

Otros síntomas observados tras una larga exposición al contaminante son anemia, debido en parte al antagonismo con el cobre, e hipertensión descrita en ratas, conejos y perros (Underwood, 1977). Schroeder ya observó que había mayores concentraciones de cadmio en personas que morían por enfermedades cardiovasculares (Schroeder, 1964).

Hay cierta evidencia de que la exposición al vapor de óxido de cadmio entre trabajadores industriales puede dar lugar a una mayor incidencia de cáncer, especialmente de próstata. Esta asociación ha sido confirmada por la International Agency for Research on Cancer (IARC, 1972). Sin embargo, no hay todavía la evidencia de que la ingestión dietética de cadmio provoque el mismo efecto. Parece también evidente que la exposición ocupacional al cadmio contribuye al desarrollo de cáncer de pulmón aunque siempre pueden existir factores confundentes (Boffetta, 1993).

La intoxicación por este metal se ha asociado también con enfisema y enfermedades pulmonares crónicas (Underwood, 1977)(Nordberg, 1993).

### Micronutrientes esenciales para funciones orgánicas

#### Níquel

La deficiencia de níquel altera el metabolismo de la glucosa y disminuye su tolerancia. De los estudios en ratas existe una evidencia creciente de que pueda ser elemento traza esencial para los mamíferos (Goyer, 1991)(NRC, 1989)

En trabajadores de las refinerías de níquel se han dado casos de cáncer en vías respiratorias y dermatitis (Reilly, 1980). Se conoce desde hace cuarenta años que la exposición ocupacional al níquel predispone al cáncer nasal y de pulmón (Goyer, 1991).

#### Molibdeno

El molibdeno es un metal esencial como cofactor para las enzimas xantina oxidasa y aldehído oxidasa (Goyer, 1991).

El metabolismo del molibdeno está muy estrechamente relacionado con el del cobre y el del azufre existiendo una interacción compleja. El cobre tiene efecto sobre la absorción del molibdeno y generalmente reduce los síntomas causados por su excesiva ingesta. Si el nivel de cobre es bajo, ingestas moderadas de molibdeno pueden causar efectos tóxicos, siendo potenciado

por la presencia de azufre. Cuando el nivel de cobre es adecuado, se requieren grandes cantidades de molibdeno para producir molibdenosis. Por tanto, el principal problema en cuanto a la toxicidad del molibdeno es que actúa como antagonista del cobre (Mills, 1987)(Li, 1980) (Deosthale, 1974)(Hambraeus, 1988).

Sólo se han publicado algunos casos de intoxicación por molibdeno en humanos. En Armenia, donde el suelo tiene un nivel relativamente elevado del metal, se vió una posible relación entre el consumo de vegetales que crecían en estos suelos ricos en molibdeno y un alto nivel de incidencia de gota. Se sugirió que esta exposición local pudo dar lugar a un incremento en la actividad de la xantino oxidasa y, como consecuencia, a un aumento en la producción de ácido úrico (Goyer, 1991).

### Cobre

El cobre está ampliamente distribuido en la naturaleza y al ser un elemento esencial su déficit se caracteriza por anemia microcítica hipocrómica, consecuencia de una disfunción en la síntesis de hemoglobina. Es también necesario para enzimas oxidativas como la catalasa, peroxidasa, citocromo oxidasa.

El acúmulo excesivo de cobre se ha relacionado con anomalías clínicas del sistema nervioso central, hígado, riñones y córnea (Davidson, 1975), así como con la enfermedad de Wilson caracterizada por su presencia excesiva en hígado, cerebro, riñón y córnea. La intoxicación aguda de cobre provoca vómitos, hipotensión, ictericia y coma. La autopsia revela una necrosis hepática centrilobular (Goyer, 1991)(Li, 1980) y se han detectado mayores concentraciones de cobre en pacientes con enfermedad hepática debida al alcohol (Kisters, 1993).

Los efectos tóxicos son normalmente reversibles. Es muy difícil que se absorba cantidad suficiente metal como para que se produzcan efectos serios pero últimamente se han descrito casos en los que aumenta su concentración en plasma debido al cedido por las tuberías y a las conexiones en máquinas de diálisis (Reilly, 1980).

### Hierro

El mayor interés del hierro como metal esencial es su papel en la formación de la hemoglobina de la sangre. También está presente en la proteína muscular (mioglobina) y es almacenado en órganos como el hígado. Si la dieta no aporta suficiente cantidad de hierro, las reservas van siendo gradualmente movilizadas y, finalmente, puede aparecer la llamada anemia ferropénica.

Las consideraciones toxicológicas son importantes en términos de exposición accidental aguda y/o sobrecarga crónica. La primera se debe, casi siempre, a la ingestión accidental de medicamentos que contienen hierro y, a menudo, se da en niños. La crónica es un problema más común. Hay tres vías básicas en las cuales se acumulan cantidades excesivas de hierro en el

organismo. La primera circunstancia es la hemocromatosis idiopática debida a la absorción anormal de hierro desde el tracto gastrointestinal, cuya causa puede ser genética. La segunda, el exceso dietético del metal: los Bantú africanos, que preparan su comida diaria y sus bebidas fermentadas en vasijas de hierro, son el clásico ejemplo de esta forma de sobrecarga (Bothwell, 1964)(Brittin, 1986)(Monsen, 1967). La tercera circunstancia se debe a transfusiones regulares en el caso de anemias que a veces dan lugar a la llamada siderosis transfusional.

Las consecuencias patológicas debidas a la intoxicación por hierro son disturbios hepáticos y endocrinos, diabetes y efectos cardiovasculares. A nivel celular hay una peroxidación lipídica como consecuencia del daño a la membrana, mitocondria, microsomas y otros orgánulos celulares (Goyer, 1991).

Se han observado niveles muy altos de hierro en el hígado de personas con ingestas altas de alcohol, observándose que la presencia de hierro en bebidas alcohólicas pueda ser el desencadenante del desarrollo de cirrosis hepática (Reilly, 1980).

Recientemente, el exceso de hierro se está asociando al riesgo de infarto de miocardio (Salonen, 1992).

### Zinc

El zinc es un nutriente cuya deficiencia tiene consecuencias muy severas para la salud al formar parte de un gran número de enzimas: es fundamental para el crecimiento, para mantener el sentido del gusto y, por tanto, el apetito y para facilitar la cicatrización de las heridas. No se acumula tras una exposición prolongada pero su contenido orgánico se modula por mecanismos homeostáticos que actúan, principalmente, en la absorción y en los niveles hepáticos (Underwood, 1977)(Vallee, 1988). La intoxicación por una excesiva ingestión dietética de zinc no es muy común, aunque se han descrito daño gastrointestinal, diarrea, etc., debido a la ingestión de bebidas enlatadas o al uso de recipientes galvanizados. Sin embargo, no se ha observado toxicidad hemática, hepática o renal en individuos que ingieren 12 g de zinc durante un período de tiempo de 2 días (Goyer, 1991).

Las sales de zinc empleadas en el tratamiento prolongado de personas con úlceras en las piernas no parece que haya dado lugar a envenenamiento crónico (Reilly, 1980).

Otros autores describen el desarrollo de hipocupremia, microcitosis y neutropenia cuando se administran cantidades de zinc de 10-30 veces las RDA (Prasad, 1978). También se ha observado que tras la suplementación con zinc durante 6 semanas con cantidades que excedían 20 veces las RDA se produce un deterioro de la respuesta inmune (Chandra, 1984). Se han descrito casos de disminución de las lipoproteínas de alta densidad en plasma después de algunas semanas de la administración de suplementos de 80-150 mg (Hooper, 1980). Por ello, la ingesta crónica de suplementos de zinc que exceda los 15 mg/día no está recomendada si no es bajo riguroso control médico. Los pacientes tratados con 150 mg de Zn/día por anemia falciforme y



por la enfermedad celíaca pueden desarrollar deficiencias severas de cobre, caracterizadas por los síntomas clásicos de la hipocupremia: anemia, leucopenia y neutropenia. El status normal de cobre se restablece cuando cesa la hiperingesta de zinc (Prasad, 1978; 1992)(Porter, 1977)(Read, 1986)(Festa, 1985) (Burke,1981) (Fosmire, 1990).

### Manganeso

El manganeso es también un elemento esencial, cofactor en un gran número de reacciones enzimáticas, particularmente aquellas implicadas en la fosforilación y en la síntesis de colesterol y ácidos grasos. Está presente en todos los organismos vivos y la mayor proporción de la ingesta proviene de los alimentos.

Grandes dosis de sales de este metal causan irritación gastrointestinal. La intoxicación por manganeso se produce por inhalación de dióxido de manganeso, dando lugar a neumonía y afectando después al sistema nervioso central, con manifestaciones de desórdenes psiquiátricos, irritabilidad, dificultad motora, disturbios de velocidad y comportamiento compulsivo que incluye correr, luchar y cantar. Si persiste, se desarrolla un síndrome como la enfermedad de Parkinson acompañado frecuentemente de cirrosis hepática (Goyer, 1991) (WHO, 1973)(Li, 1980).

### Selenio

A finales de los años cincuenta el descubrimiento de que el selenio no era sólo un elemento tóxico sino también un nutriente esencial fue una sorpresa.

Su deficiencia provoca miocardiopatía en mamíferos, incluido el hombre (Underwood, 1977). Se requiere en un número importante de enzimas, selenoproteínas, incluyendo la glutatión peroxidasa, en células humanas. En la actualidad su papel como antioxidante está adquiriendo una importancia creciente dado el carácter protector frente a ciertas enfermedades. Los estudios epidemiológicos indican la relación inversa entre la ingesta de selenio y el riesgo de cáncer y enfermedades cardiovasculares (Aaseth, 1992)(Westermarck, 1992)(Jaakola, 1992)(Jackson, 1994). También se ha comprobado que puede contrarrestar las acciones tóxicas del cadmio y mercurio, posiblemente por la formación de un compuesto químico inócuo entre éste y los metales pesados (Corella, 1991).

La intoxicación aguda provoca efectos en el sistema nervioso central, con manifestaciones de somnolencia y algunas veces convulsiones. Los síntomas de una inhalación crónica son desórdenes gastrointestinales, alteraciones nerviosas, daño en bazo e hígado, irritación de mucosa y dolor lumbar. Se ha demostrado que causa fetotoxicidad y teratogénesis en seres humanos.

Existe una evidencia clara de intoxicación crónica con selenio en áreas seleníferas. Los síntomas de intoxicación pueden incluir decoloración dental, erupciones cutáneas, desórdenes gastrointestinales, lasitud y pérdida de cabello y uñas (Goyer, 1991)(Yang, 1983). Hay evidencia

epidemiológica de que una alta ingesta de selenio durante la infancia, da lugar a un incremento en la incidencia de caries dental (Reilly, 1980). En Estados Unidos, tras el consumo de un suplemento dietético que no estaba correctamente preparado y que contenía niveles de selenio relativamente altos se observaron síntomas como náuseas, dolores abdominales, diarreas, cambios en uñas y pelo, neuropatía periférica, fatiga e irritabilidad (Helzlsouer, 1985).

### Arsénico

El arsénico ha sido asociado tradicionalmente con los envenenadores y con la medicina forense, pero hoy es el típico ejemplo de los "nuevos elementos traza esenciales" (Mertz, 1993).. Se puede presentar de varias formas siendo la pentavalente menos tóxica que la trivalente. Se trata de un veneno protoplasmático que se une a los grupos sulfhidrilos orgánicos y, por tanto, inhibe la acción de enzimas, especialmente de aquellos que conciernen al metabolismo y a la respiración celular. Su principal efecto farmacológico es la dilatación y el incremento de la permeabilidad de los capilares, especialmente en intestino.

Puede causar intoxicación aguda y crónica. Los síntomas de la primera, vía oral, son vómitos, diarrea y fuertes dolores abdominales. La exposición crónica supone pérdida del apetito y consecuentemente de peso, neuritis periférica, conjuntivitis e hiperqueratosis, debilidad, abatimiento y dolores musculares con pocos efectos gastrointestinales. Es frecuente la pigmentación o melanosis de la piel, que puede desarrollar cáncer de piel (Reilly, 1980)(Underwood, 1977). Hay trabajos que relacionan mortalidad por cáncer de pulmón con la exposición al arsénico (Simonato, 1994).

## Macronutrientes esenciales para funciones orgánicas

### Calcio

El calcio es un nutriente esencial para el hombre siendo el mineral que se encuentra en mayor cantidad en el organismo ya que un adulto contiene 1200 g de calcio del que, aproximadamente, un 99% está presente en el esqueleto. Es, por tanto, imprescindible en el mantenimiento del tejido óseo y fundamental para el crecimiento. Una pequeña cantidad se encuentra en la sangre, líquidos y tejidos blandos, donde interviene en diversas funciones, como mantenimiento de la actividad neuromuscular y regulación de la permeabilidad de membrana y coagulación sanguínea. Durante el período de gestación y lactación, así como en algunas personas de edad con balances negativos de este mineral, su falta puede estar relacionada con diferentes patologías óseas (Mizraki, 1968).

Se ha puesto de manifiesto el papel del calcio en la regulación de la hipertensión arterial, con un efecto reductor de la misma (Knapp, 1990). La mayoría de los estudios epidemiológicos

muestran una relación positiva entre la excreción urinaria de calcio de 24 h y la presión arterial (McCarron, 1980)(Kesteloot, 1983). Los hallazgos clínicos han sido más consistentes que los epidemiológicos al demostrar que la suplementación con calcio en algunos individuos normo e hipertensos reducen la presión arterial (McCarron, 1985 y Morris, 1985 citados por NRC, 1989b).

También se ha descrito que altas ingestas de calcio pueden inducir estreñimiento, litiasis renales e inhibición de la absorción intestinal de hierro, zinc y otros minerales esenciales (Newberne, 1980), hipercalcemia, hipercalciuria y deterioro de la función renal (Greger, 1988). De hecho, la ingesta de cantidades excesivas de calcio, acompañada por un hiperconsumo de vitamina D<sub>3</sub> da lugar a una hipercalcificación del hueso, lo cual conlleva disminución de su elasticidad, incremento de su fragilidad y, por tanto, de fracturas (Reilly, 1980).

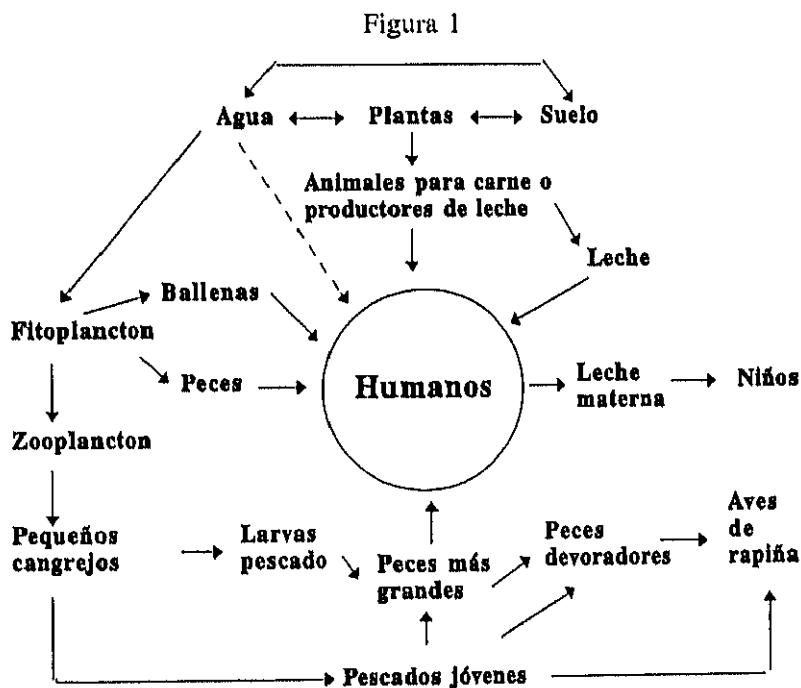
### Magnesio

El magnesio es un nutriente esencial cuya deficiencia causa irritabilidad neuromuscular, calcificación y daño cardíaco y renal. Es un cofactor de muchos enzimas y, aparentemente, está asociado con el fósforo en estas funciones. Su toxicidad queda reducida a la posible inhalación industrial, pues la intoxicación alimentaria o la debida a la administración de sales de magnesio vía oral es bastante rara. Los síntomas que se presentan son depresión del SNC, parálisis respiratoria y disminución marcada de la presión sanguínea (Goyer, 1991).

### 2.1.4.- CONTENIDO DE METALES EN LOS ALIMENTOS

Los contaminantes del medioambiente pueden llegar a los alimentos directa o indirectamente como resultado de actividades como agricultura, minería, operaciones industriales o producción energética (Vettorazzi, 1987)(Martínez, 1994). Según Folkes (Folkes, 1984) ha sido posible establecer las fuentes de contaminación química debido a los avances en los métodos analíticos. Algunas fuentes así como sus posibles orígenes son el aire por la industria y el transporte, agua por la industria y el transporte, debido a las prácticas agrícolas (labranza, almacenado y embarque), procesado (aditivos, disolución desde el material), embalaje (migración desde los plásticos, disolución de metales) o por accidente. Los alimentos y bebidas son las fuentes más usuales de metales pesados (Zurera, 1994).

Las sustancias extrañas en la dieta pueden llegar al hombre por distintas vías como aparece reflejado en la figura 1 (Group of European Nutritionists, 1980).



Foreign Substances and Nutrition  
Eds JC Somogyi and R Tarján

## Metales pesados sin función metabólica conocida

### Plomo

Los principales factores que contribuyen al depósito de plomo en el organismo están discutidos y varían significativamente con la edad (Neggers, 1986). Si excluimos las profesiones que están expuestas a intoxicación por plomo (pintura, especialmente en aerosol, fabricación y quema de baterías, fontanería, fabricación de cristal de color, soldadura, trabajos con latón, fundición de plomo, cerámica, minería), la mayor parte de los autores están de acuerdo en que los principales factores son el aire urbano, (contaminación del aire o del suelo por gasolina con plomo -el plomo en el suelo y en la vegetación decrece exponencialmente con la distancia desde la carretera (WHO, 1989)-) el polvo (fragmentos de pintura de edificios viejos con pinturas a base de plomo) y los alimentos (suministro de agua por cañerías de plomo o con uniones soldadas con plomo, alimentos enlatados, alimentos cocinados en recipientes de plomo, papel impreso: masticado o quemado, vino o whisky de fabricación casera)(Goyer, 1991)(Newberne, 1980)(Davidson, 1975)(Roga-Franc, 1993).

El contenido de los alimentos que ha aumentado debido al desarrollo industrial (Folkes, 1984)(Jorhem, 1979)(Crosby, 1977) es extremadamente variable pero no hay, prácticamente, alimentos libres de plomo (Goyer, 1991)(Vettorazzi, 1982).

### Mercurio

El mercurio se puede presentar en los alimentos de tres formas diferentes: mercurio, mercuríco y alquil mercurio. La absorción, distribución y en la vida media biológica dependen de estas formas.

El nivel de mercurio en nuestra dieta es muy bajo salvo en situaciones de extrema polución o en el uso conjunto de ciertos compuestos y existe poco peligro de intoxicación por esta vía.

El mercurio metálico no es común como contaminante alimentario. La ingestión de mercurio mercuríco en los alimentos es normalmente debida a un accidente o un acto deliberado. Son los compuestos orgánicos de mercurio los que presentan mayores problemas como contaminantes alimentarios. Aparece en los pescados, bien porque lo toman del placton, bien porque se absorbe directamente a través de las branquias y su concentración puede ser 3000 veces la concentración del agua en la que viven. La acumulación en el pescado está relacionada con su edad y su tamaño. La importancia de este grupo como fuente de contaminación por mercurio, se debe a que se encuentra en su forma más peligrosa (Underwood, 1977) (Mahaffey, 1995).

El uso de alquil mercurio en agricultura conlleva muchas veces su ingestión por algunos animales y consecuentemente la contaminación de algunos alimentos (Reilly, 1980).

**Metales cuya esencialidad no ha sido todavía establecida aunque hay evidencia de su participación en reacciones celulares**

**Cadmio**

El cadmio se encuentra normalmente asociado con otros metales y, dado que es soluble en agua, contamina con facilidad los productos alimenticios. Hígado y riñones de animales, así como crustáceos y moluscos pueden ser la mayor fuente de cadmio dietético (Falandysz, 1989)(Folkes, 1984). El mejillón, de hecho, se utiliza como bioindicador de contaminación pues acumula más cadmio que otros moluscos (López, 1993). Les sigue el grupo de cereales: el arroz que crece en suelos contaminados por cadmio y otros cereales contribuyen al contenido dietético del metal (Goyer, 1991).

Los efectos de la contaminación industrial y de otro tipo se han descrito en Japón, donde el arroz cultivado en suelos contaminados, contenía niveles más altos de cadmio que el que crecía en suelos no contaminados.

El agua de bebida puede presentar ciertos niveles de cadmio como consecuencia del uso de tuberías y cisternas galvanizadas. Otras bebidas tienen niveles que dependen de las condiciones de almacenaje y producción (Reilly, 1980).

**Micronutrientes esenciales para funciones orgánicas**

El contenido de algunos metales traza nutrientes en los alimentos aparece, como es natural, en numerosas tablas de composición de alimentos que nos han servido de base para esta revisión y, por tanto, remitimos a estas publicaciones para una descripción detallada del contenido de dichos nutrientes en los distintos alimentos. Entre las clásicas, destacamos las de Mc Cance and Widdowson (Paul, 1978)(Paul, 1980)en Reino Unido, Souci (Souci, 1981) en Alemania, Fidanza (Fidanza, 1981) en Italia, así como las de nuestro departamento (Moreiras, 1992). Por tanto, a continuación nos vamos a limitar a la exposición de una relación muy sucinta de los alimentos fuentes de los distintos nutrientes.

**Níquel**

El té, el coco y los frutos secos tienen altas cantidades del metal. Los arenques y otros pescados son también ricos en este elemento.

**Molibdeno**

Los mayores niveles de molibdeno están en las leguminosas, cereales y hojas de verduras así como en las vísceras de animales.

### Cobre

El cobre está ampliamente distribuido en los alimentos. Sus principales fuentes son carne, hígado, riñones y otras vísceras, seguidos por pescado y vegetales verdes. Las harinas de alta extracción y la leche de vaca son fuentes más pobres (Reilly, 1980).

La vía de contaminación más conocida es el empleo de vasijas de cobre donde se produce una cesión por parte de éstas al alimento.

### Hierro

Casi todos los alimentos contienen algo de hierro aunque en ciertos casos la cantidad total presente o su biodisponibilidad no es suficiente para cubrir las necesidades nutricionales. Las principales fuentes dietéticas de hierro son, además de la sangre, las vísceras (hígado, riñón, corazón, etc) y las carnes rojas. El hierro que suministran todas estas fuentes pertenece al grupo "hemo" que se caracteriza por su alta bioutilización. Las leguminosas, frutos secos y algunas verduras suministran hierro denominado no hemo", de menor biodisponibilidad.

### Zinc

El zinc está presente en muchos alimentos, agua y aire. El contenido puede estar aumentado en contacto con tuberías de plástico o galvanizadas con cobre. Alimentos ricos en zinc son los moluscos -principalmente ostras-, carnes rojas, granos enteros, productos lácteos, frutos secos y leguminosas.

### Manganeso

Los vegetales, el germen de los cereales, las frutas, frutos secos, té y algunas especies son ricas en este elemento.

### Selenio

Entre todos los alimentos, los pescados, algún tipo de carne y los frutos secos son las fuentes más ricas en este elemento que está adquiriendo gran protagonismo debido a su acción antioxidante y, por tanto, de protección en las enfermedades cardiovasculares. En general, los alimentos de origen animal ricos en proteína lo suelen ser en selenio. Los alimentos de origen vegetal varían en cuanto a su contenido en selenio, dependiendo de los suelos (Jurado, 1990).

### Arsénico

Debido a su amplia distribución en el medioambiente y a su uso en agricultura, el arsénico está presente en los alimentos aunque en cantidades muy pequeñas excepto en el caso de algunos organismos marinos que concentran el elemento: la principal fuente de arsénico en la dieta la constituyen los pescados marinos y los mariscos (Folkes, 1984). El uso de fosfatos

como fertilizantes puede contribuir a un contenido mayor que el normal de arsénico en los suelos de cultivo. El arsénico se detecta en casi todas las aguas potables. El uso de arsenicales como pesticidas en las viñas ha dado lugar a distintas intoxicaciones (Reilly, 1980).

### Calcio

Las principales fuentes de calcio de la dieta son la leche y derivados lácteos, las espigas de los pescados en conserva y los pescados pequeños cuando se consumen enteros. Algunas verduras y hortalizas y leguminosas son también importantes fuentes de calcio en la dieta.

### Magnesio

El magnesio está ampliamente distribuido en los alimentos, especialmente entre los de origen vegetal: leguminosas y frutos secos y, en menor proporción, en las patatas y otras verduras y hortalizas así como en algunos moluscos y crustáceos.



## 2.2. TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE LA INGESTA DIETÉTICA

Las bases para la valoración del consumo de alimentos han sido descritas por numerosos autores (Reh, 1962; Pekkarinen, 1970; Fidanza, 1974; Greaves y Berry, 1974; Nicol, 1974; Debry, 1976; Keys, 1979; Committee on Food Consumption Patterns, 1981; Young, 1981; Bingham, 1985; Nelson 1980; Scaccini, 1985). Sin embargo, las más complejas y exhaustivas revisiones de las técnicas de estudio han sido realizadas por Marr (1971) y por Bingham (1987). Todos los autores están de acuerdo en afirmar que la técnica perfecta no existe y que el método debe elegirse, de acuerdo con los objetivos del estudio.

## 2.3. TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE INGESTAS DE CONTAMINANTES A PARTIR DE DATOS DE CONSUMO DE ALIMENTOS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha ocupado ampliamente de describir tres técnicas que pueden adoptarse para estimar la ingesta diaria de un contaminante basándose en los datos de consumo de alimentos en la publicación "Guidelines for the study of dietary intakes of chemical contaminants" (WHO, 1985). Para un mayor conocimiento remitimos a esta publicación pero, a continuación, pasamos a exponer brevemente ciertos aspectos de la misma. Las tres técnicas citadas anteriormente son:

### Estudios de dieta total o "market basket"

La muestra para este tipo de estudios consiste en una "cesta de la compra" que contiene los alimentos que constituyen la dieta total de un consumidor durante un período de tiempo concreto. Se preparan los alimentos tal y como van a consumirse y se analizan, bien uno por uno o bien por grupos (por ejemplo: cereales, carnes, hortalizas, etc.) en las proporciones determinadas según los datos de consumo disponibles. Se calcula su contenido en contaminantes mediante tablas o análisis directo y estos datos se utilizan para conocer la ingesta media diaria total.

### Estudios selectivos de alimentos

Los niveles de contaminantes en muestras representativas de alimentos básicos crudos o cocinados, junto con los datos de las cantidades de los mismos, permite calcular, aproximadamente, las ingestas diarias de contaminante. Este sistema es particularmente útil cuando la ingesta del contaminante está influida por uno o dos grupos y/o cuando se han llegado a establecer niveles particulares de contaminantes en ciertos grupos. En combinación con

los datos de consumo es posible obtener una valoración del riesgo de exposición de los consumidores.

#### Estudios de porción duplicada

Se recogen dietas representativas, durante un período de tiempo, de instituciones o de individuos, para analizar los contaminantes en estas porciones duplicadas que constituyen una réplica exacta de los alimentos ingeridos por un individuo en una comida. Se incluyen los alimentos de un determinado período de tiempo, normalmente entre 3 y 7 días, tal y como se comen, es decir, después de prepararlos y cocinarlos. Como cualquier técnica tiene sus ventajas e inconvenientes (Isaksson, 1993).

La elección del método depende de los objetivos de la investigación y de los recursos disponibles (WHO, 1985).

#### **Selección de los alimentos según su contenido en contaminantes**

El interés de un contaminante dado influirá en la elección de los alimentos a estudiar. Por ejemplo, si un contaminante se encuentra principalmente en grasa animal, la selección de alimentos debe incluir alimentos apropiados, como carne, mantequilla o leche entera.

La influencia del procesado debe también considerarse. Así, si se quiere estudiar un elemento como el plomo, es importante que la lista de alimentos contenga un número representativo de alimentos enlatados o si se sabe que el contaminante se deposita en ciertos alimentos como moluscos o tejidos como hígado será necesario incluirlos en la lista.

#### **Grupos de población**

Los alimentos seleccionados deben ser representativos de la dieta típica de los grupos de población que se investigan. Alimentos con importancia en grupos de edad o sexo específico pueden quedar diluidos cuando se estudia el conjunto de la población. Es necesario también determinar el peso corporal aproximado en kg en las personas seleccionadas porque la ingesta de contaminante se expresa, generalmente, en términos de cantidad por persona y día o cantidad por kg de peso corporal y día.

#### **Selección de muestras representativas de alimentos**

Para conseguir muestras más representativas puede ser aconsejable desarrollar un método de muestras mezcladas, por ejemplo, comprando el mismo producto en tres puntos diferentes

dentro de la zona de estudio y combinando los artículos en una sola muestra de análisis. No obstante, las muestras mixtas tienen el inconveniente de que pueden dejar pasar inadvertido un problema concreto de contaminación a causa del efecto igualador de la combinación de muestras. Para la determinación real de la ingesta alimentaria de numerosos contaminantes debe recogerse y analizarse el agua potable local.

### **2.3.1.- INGESTA DE CONTAMINANTES VÍA DIETA TOTAL**

Estos estudios suponen el análisis de un conjunto de grupos de alimentos o de alimentos procesados que se han elegido usando uno o más de los métodos descritos anteriormente y que reflejan los hábitos dietéticos de la población o de un grupo concreto de la misma. Los resultados de estos análisis son usados para calcular la ingesta dietética de un contaminante. Estudios de dieta total tal como define y recomienda la FAO/WHO (WHO, 1976,1985) se han llevado a cabo en Estados Unidos (Johnson, 1984), Reino Unido (Peattie, 1983), en Holanda (van Dokkum, 1989), Suecia (Slorach, 1983) y otros países (Gorchev, 1985) y utilizando esta información, las Organizaciones Internacionales como Food and Agriculture Organization (FAO) o la Organización Mundial de la Salud (OMS) llevan a cabo estudios de control y de comparación entre los países.

#### **Selección del lugar de muestreo**

Lo más frecuente es realizar el muestreo de los alimentos que componen la "cesta de la compra" de la dieta total en mercados al por menor, con el fin de tener muestras representativas de los alimentos a que tiene acceso el público.

Lo más adecuado sería que el estudio de dieta total abarcara todas las regiones geográficas de un país recogiendo periódicamente en cada una los alimentos representativos de las dietas de los distintos grupos de población. Ahora bien, desde un punto de vista práctico, son contadas las ocasiones en que al comenzar un estudio de dieta total se puede hacer un muestreo exhaustivo en todas las zonas geográficas de un país, por lo que inicialmente es más realista proceder a un muestreo selectivo en algunos centros urbanos y rurales. Los estudios de dieta total suelen llevarse a cabo para determinar las ingestas de contaminantes en una dieta "representativa a escala nacional".

### Método de las mezclas

El estudio de dieta total está diseñado de forma que se observen los cambios en las concentraciones de contaminantes, siempre y cuando sean representativos de los que se producen en las operaciones de preparación de alimentos características de los hogares. Si se decide adoptar este método de las mezclas, las muestras se preparan mezclando distintas marcas, variedades y tipos de cada alimento - por ejemplo, manzana reineta, Golden, Starking, etc- y, a su vez, los alimentos entre sí hasta formar una muestra única para análisis.

La proporción relativa de cada uno de los alimentos simples que formen la mezcla estará determinada por los datos disponibles sobre cantidades de consumo de alimentos. De ese modo la mezcla tendrá las proporciones adecuadas correspondientes al consumo medio diario de los distintos productos, por parte del sector de la población que se estudia. El análisis de una mezcla de este tipo permite calcular directamente la ingesta diaria media de un contaminante a través del consumo de esos productos.

### Ventajas y desventajas de la utilización de la técnica de dieta total

Las principales ventajas de este método para estimar la ingesta diaria de un contaminante son:

- Proporcionar un medio continuo de control para el seguimiento de los niveles de los contaminantes en los alimentos.
- Facilitar información sobre la ingesta dietética de contaminantes para uso de Organizaciones Sanitarias, legisladores y consumidores.
- Proporcionar información sobre aquellos grupos de alimentos que son principales fuentes dietéticas de determinados contaminantes.
- Los análisis llevados a cabo en alimentos individuales recogidos en la cesta de la compra permiten la valoración de las ingestas dietéticas de la población en conjunto o de grupos seleccionados de la misma, sobre unas bases continuas, mientras haya datos de consumo de tales grupos.

Las principales desventajas de este método son:

- No puede usarse para obtener ingestas de contaminantes de individuos aislados o de grupos pequeños que podrían estar sometidos a un riesgo particularmente elevado, dado que se usan cifras medias de consumo de alimentos.
- Limita su uso en la estimación de ingestas de contaminantes presentes en muy bajos niveles, por el efecto de "dilución".

- Supone un gasto continuo de relativamente grandes recursos para el análisis de pocas muestras de un alimento dado, aunque útiles para obtener datos representativos a nivel nacional de la ingesta dietética de contaminantes químicos (WHO, 1985).

#### **2.4. BASES DE DATOS**

Dado que los análisis de alimentos y dietas para determinar el contenido en distintos nutrientes es una tarea muy cara que necesita de mucho tiempo y que está fuera del alcance de muchos estudios de investigación y epidemiológicos que intentan evaluar la ingesta dietética o bien la relación dieta-salud (Pennington, 1990)(Louekari, 1990) se vienen utilizando las bases de datos de composición de alimentos.

Elaborar una base de datos de composición de los alimentos en cuanto a los metales pesados es más complicado puesto que la carga de contaminantes de los distintos alimentos es también más variable en la localización y en el tiempo que el contenido de los componentes naturales, entre ellos nutrientes de los alimentos. Es muy posible que, por ejemplo, los peces de un río sufran en un lugar y momento dado una fuerte contaminación química debido al indeseable vertido de residuos a ese río y que, sin embargo, unos días antes o después tales efectos contaminantes no existan.

Hay estudios previos en la literatura donde se compara el error en que se incurre en los contenidos de nutrientes por análisis y los obtenidos mediante cálculo usando una base de datos de composición de alimentos (Marshall, 1982). Los resultados varían en los distintos estudios pero, en general, los resultados procedentes de los análisis son más precisos que aquellos que se derivan de las bases de datos de composición de alimentos.

Aunque los valores de nutrientes de las bases de datos proceden de análisis en distintos laboratorios puede haber diferencias entre los valores calculados y analizados de los alimentos y las dietas debido a la variación inherente de los alimentos en cuanto a su contenido en nutrientes y también a diferencias en el procesado y preparación de los alimentos, esquemas de muestreo, métodos analíticos, etc. La composición del alimento puede cambiar a lo largo del tiempo por el desarrollo de nuevas variedades de plantas y animales, cambios en la agricultura y prácticas de fabricación, cambios por el enriquecimiento de los alimentos con distintos nutrientes, etc. Una base de datos que no refleje estos cambios presentará siempre resultados distintos a los que se obtengan con estudios analíticos (Pennington, 1990).

El efecto de la preparación sobre la concentración de metales pesados y pesticidas en el alimento es considerable. Por ejemplo, al limpiar, lavar, pelar y cocinar decrece la concentración de plomo y cadmio en las zanahorias en un 30 y 40%, respectivamente. La concentración de cadmio y plomo en las patatas decrece un 40 y un 90%, respectivamente después de una

preparación similar. Y el contenido de plomo en la manzana y en las frutas de baya (fresas, moras) se reduce de un 30-40% lavando las mismas (Louekari, 1990).

Por nuestra parte, hemos visto que la variación entre una base de datos y el análisis directo indica la necesidad del análisis de dietas totales en los caso en que el margen de seguridad entre las IR (ingestas recomendadas) y las ADI (ingestas diarias aceptables) esté más cerca que el coeficiente de variación entre los valores obtenidos por base de datos y por análisis directo (Moreiras, 1993).

## **2.5. VALORACION DEL RIESGO POR INGESTA DE CONTAMINANTES**

Con el fin de evaluar los problemas para la salud que pueden derivarse de la presencia de contaminantes en los alimentos, es necesario determinar el grado en que las ingestas reales en la dieta se acercan o rebasan la ingestas diarias aceptables (ADI) desde el punto de vista toxicológico o la ingesta semanal tolerable provisional (PTWI).

### **2.5.1.- Ingesta Diaria Aceptable, Acceptable Daily Intake (ADI)**

Se considera ADI, la ingesta diaria a lo largo de la vida que, según los conocimientos disponibles hasta ahora, no tiene riesgo apreciable para la salud. Se expresa en mg del producto por kilogramo de peso de la persona. La expresión "sin riesgo apreciable" se emplea para expresar la certeza de que no se producirá daño, ni siquiera después de una exposición a tal sustancia durante toda la vida. La estimación de las ADI para contaminantes y aditivos alimentarios se deriva de estudios toxicológicos en animales y después se divide por un factor que permite considerar diferencias entre las especies de las pruebas que se lleven a cabo y humanos (Renwick, 1993).

### **2.5.2.- Ingesta Semanal Tolerable Provisional, Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI)**

Desde 1972, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios ha evaluado varios contaminantes de los alimentos, entre ellos el cadmio, plomo y mercurio y les ha asignado PTWI en lugar de ADI.

Actualmente, existe la tendencia de expresarlo como PTWI y este criterio se adopta en base a las siguientes consideraciones:

1.- Los contaminantes son capaces de acumularse en el organismo en una proporción, que está determinada por las variaciones interdiarias y formas químicas presentes en el alimento. Como consecuencia, la base sobre la que se exprese la ingesta debe ser superior a la de un solo

día. Por otra parte, los alimentos individualmente, pueden contener niveles por encima del nivel medio de un contaminante (metal pesado), así que el consumo de unos alimentos en un día particular, intensificaría la ingesta diaria. De acuerdo con esto, la ingesta provisional tolerable se expresa semanalmente.

2.- El término **tolerable** significa permisibilidad, más que aceptabilidad y se usa en aquellos casos en que la ingesta de un contaminante está, inevitablemente, asociada con el consumo de alimentos o con la inhalación del aire.

3.- El uso del término **provisional** expresa la tentativa natural, de la evaluación, en vista de la escasez de datos, como consecuencia de la exposición a niveles que se aproximan a aquellos que son considerados como preocupantes por el Comité Mixto FAO/OMS.

Las Organizaciones Internacionales responsables de fijar los límites máximos permitidos de los distintos metales son, entre otras:

- \* Comité conjunto de la FAO/OMS en su Codex Alimentarius, volumen XVII.
- \* National Research Council en sus Recommended Dietary Allowances, 10ª edición.
- \* Código Alimentario Español, aunque este se refiere a alimentos.

Estos límites son constantemente revisados y en ocasiones son modificados (WHO, 1993).

### **2.5.3.- Dosis de Referencia**

Está bien documentado que altas ingestas de algunos nutrientes tienen efectos adversos para la salud y se han descrito las intoxicaciones y envenenamientos a que dan lugar (Hathcock, 1993). Muchos metales esenciales son metabólicamente interactivos y, por tanto, el metabolismo de algunos de ellos puede alterar el metabolismo de otros. La variación en los niveles de exposición puede alterar la actividad enzimática que necesita a estos metales como cofactores. Para los metales que no tienen fijadas ADI se establecen unos niveles llamados dosis de referencia (RfD) o márgenes de seguridad. En Herndon, Virginia en Marzo de 1992 se reunieron grupos de nutriólogos y toxicólogos para tratar el tema de los elementos esenciales que consumidos en exceso, podrían ser un riesgo para la salud. Se llegó a la conclusión que debía establecerse una zona de seguridad y de exposición adecuada, de seguridad frente a la posible toxicidad y de exposición adecuada frente a los requerimientos nutricionales (Mertz, 1992).

El concepto de RfD establecido por la Environmental Protection Agency se define como una estimación (siempre sujeta a una cierta variabilidad) que parece no tener un riesgo apreciable

de efectos negativos durante toda la vida (Abernathy, 1993). Para muchos elementos traza esenciales las ingestas recomendadas y las RfD son muy similares lo que supone un margen muy estrecho entre deficiencia y toxicidad (Goyer, 1993).

## **2.6. ADECUACION DE LOS ELEMENTOS TRAZA NUTRIENTES A SUS RECOMENDACIONES**

Una ingesta regular de nutrientes es esencial para mantener la salud y el adecuado crecimiento. Como su propia definición indica, nutriente es toda sustancia químicamente definida que si no se consume en cantidad suficiente provoca una patología específica que sólo desaparece cuando se administra dicha sustancia. Por tanto hay que marcar esa cantidad suficiente basándose en las observaciones y en el conocimiento científico.

Prácticamente todos los países desarrollados tiene marcadas recomendaciones para los distintos nutrientes. Las IR se definen como los niveles de ingesta de nutrientes esenciales que basadas en el conocimiento científico son juzgadas como adecuadas para alcanzar las necesidades conocidas de nutrientes de, prácticamente, todas las personas sanas (según el cálculo normalmente aceptado, comprende las necesidades de la media de la población más dos veces la desviación standar, excepto para calorías).

Desde la publicación de la primera edición de las Recommended Dietary Allowances en los Estados Unidos en 1943, el número de elementos traza para los cuales había que dar una recomendación se ha incrementado notablemente hasta la más reciente de las publicaciones (NRC, 1989). Este incremento es reflejo del rápido crecimiento en el conocimiento de los elementos traza esenciales, de sus funciones y de su requerimiento o necesidad (Mertz, 1987).



## 2.7. ESTUDIOS DE LA INGESTA DE ELEMENTOS TRAZA, CONTAMINANTES Y NUTRIENTES VÍA DIETA

### 2.7.1.- PROGRAMAS INTERNACIONALES

La FAO, OMS, International Atomic Energy Agency (IAEA), Comunidad Económica Europea (CEE) (Flair Actions, Framework IV, AAIR, BCR y COST) vienen organizando Proyectos Internacionales para la valoración de la ingesta, del status de minerales esenciales o tóxicos y de su metodología. Vamos a describir brevemente algunos de ellos.

#### 1) Programa Conjunto FAO/OMS de Control de la Contaminación Alimentaria

##### Objetivos

Este Programa, que se inició en 1976, regula una de las actividades principales relacionadas con la salud coordinadas en el GEMS (Global Environmental Monitoring System) que fue establecido por UNEP (United Nations Environment Programme). Los principales objetivos del Programa Conjunto FAO/OMS son:

- a) recoger datos de niveles de contaminantes en alimentos o en muestras de dieta total y evaluarlos revisando las tendencias.
- b) obtener estimaciones de la ingesta vía alimento de sustancias químicas específicas con vistas a totalizarlos con otros procedentes de otras vías y así valorar la ingesta total de un contaminante.
- c) estimular la cooperación técnica de los gobiernos de los distintos países con el deseo de iniciar y consolidar programas de seguimiento de la contaminación en los alimentos.
- d) proporcionar un Codex Alimentarius (FAO/OMS) sobre niveles de contaminantes en alimentos para disponer así de estándares internacionales.

##### Características

Los países que participan en el GEMS/Food aportan datos de la mediana, media y percentil 90 de las concentraciones de contaminantes en alimentos individualmente y en las dietas totales. Muchos de estos datos son representativos del país aunque en algunos sólo se estudian ciertas áreas o regiones.

El proyecto cubre el estudio de 19 contaminantes incluyendo pesticidas, sustancias químicas industriales y toxinas naturales de los alimentos, con control sobre los resultados analíticos, validando con materiales de referencia. Así por ejemplo, los estudios de Analytical

Quality Assurance (AQA) se llevan a cabo regularmente por la GEMS, programa de la FAO para fomentar la calidad y la comparabilidad de los datos que se presentan. Estos estudios se coordinan teniendo en cuenta tres grupos de contaminantes: la International Agency for Research on Cancer (IARC), en Lyon, se encarga de las aflatoxinas; el Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF), en Reino Unido, de los metales (mercurio, cadmio y plomo) y la National Food Administration (NFA) en Suecia, de los pesticidas organoclorados y PCBs.

Las sustancias químicas de origen industrial que se incluyeron en un principio en la base de datos del GEMS/Food son PCB, plomo y cadmio. Posteriormente se incorporaron mercurio y estaño pero los datos disponibles hasta ahora son limitados. Los datos de ingestas se incluyeron en este programa en 1980. La composición de la dieta, preparación para análisis, peso total de la dieta y los métodos de estudio varían ampliamente de un país a otro. Debido a estas diferencias las comparaciones entre países son muchas veces imposible y solamente se pueden establecer las tendencias o variaciones dentro de un mismo país. En la base de datos llamada GEMS/Food participan Australia, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Guatemala, Hungría, India, Irlanda, Japón, Holanda, Nueva Zelanda, Polonia, Reino Unido y Estados Unidos. Las características de algunos estudios aparecen a continuación:

	Australia	Austria	Canadá	Finlandia	Guatemala	Hungría	Irlanda
Población	Hombres 20-34	Adultos	Media	Hombres	Adultos	Catering	población adulta
Peso	70	70	70	70	55	57	70
Cantidad de dieta (g/día)	2274	1645	1034	840	2400	1900	2495
Tipo	CC	PD	CC	AI	PD	PD	Alimentos principales
Nº alimentos incluidos	46		120	13	42	10	16
Beb.alcohol	Sí	Sí		No	No	No	No
Agua de bebida	No	Sí	No	No	Sí	No	Sí
Preparación de la dieta	Crudo y cocinado	Crudo y cocinado	Crudo y cocinado	Crudo	Crudo y cocinado	Cocinado	Crudo y cocinado

CC: cesta de la compra, PD: porción duplicada, AI: Alimentos individualmente

Continuación							
	Japón	Holanda	N Zelandia	Suecia	Suiza	RU	EEUU
Población	Media	Adultos	Jóvenes activos	Hombres 23-50	Adultos	Media	Hombres 16-19
Peso	50	60	70	70	60	60	69.1
Cant dieta (g/día)	2000	1900	3306	1733	1900	1460	2913
Tipo	CC	CC	CC	PD	PD	CC	CC
Nº alimentos incluidos	90	-	-	60	-	115	123
Beb. alcohol.	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No
Agua de bebida	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí
Preparación de la dieta	Cocinado	Crudo y cocinado	Preparado consumo, crudo	Cocinado	Cocinado	Cocinado	Crudo y cocinado

CC: cesta de la compra, PD: porción duplicada, AI: Alimentos individualmente

El GEMS/Food recoge información de metales pesados en los distintos países en alimentos y en dieta como se presenta a continuación:

PLOMO	fruta enlatada, jugos de fruta, concentrados, alimentos infantiles, zumos vegetales, leche, pescado y carne (indicando cuando las latas están soldadas con plomo)
	cereales, harinas, leguminosas, fruta fresca, carne, pescado, patatas y otros vegetales con importancia en la alimentación, moluscos, crustáceos, riñones y especias
	dieta total
CADMIO	moluscos, crustáceos, cereales, harinas, granos, patatas y otros vegetales con importancia en la alimentación y riñones
	dieta total
MERCURIO	pescado y productos derivados
	dieta total

Algunos de los resultados obtenidos en este programa, tal como aparece en la

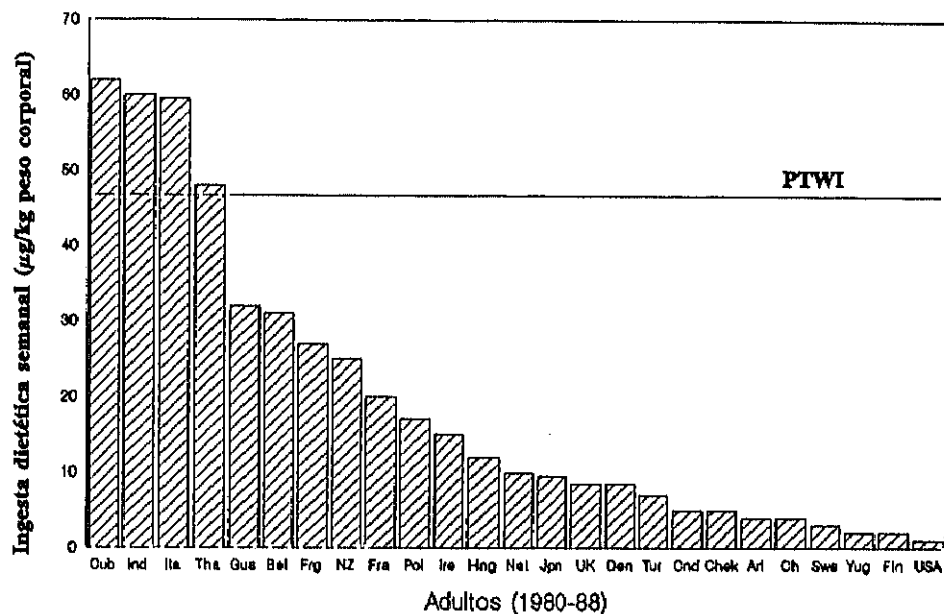
publicación "Assessment of chemical contaminants in Food"(UNEP/FAO/OMS, 1988) quedan reflejados en esta relación:

**Ingesta dietética de plomo (población adulta 1980-87)**  
( $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso/semana)

País	Año	Mediana	Media	P90
Australia	1982	6.2	-	-
	1983	2.2	-	-
	1984	3.9	-	-
	1985	3.8	-	10.1
Bélgica	1980	-	31.5	-
Canadá	1981	4.5	5.7	10.9
Dinamarca	1980	-	7.7	34.2
	1980	-	23.0	-
	1980	-	30.0	-
	1980	-	32.6	34.2
Finlandia	1981	-	4.2	-
Francia	1983	-	19.81	-
Alemania	1981	19.7	22.8	39.0
	1982	13.6	20.2	-
	1987	13.4	26.7	67.6
Guatemala	1982	22.0	21.1	28.1
	1984	15.9	18.8	26.8
	1985	15.3	18.3	22.1
Hungría	1980	9.5	11.0	18.4
	1981	5.0	7.6	9.6
	1982	16.0	9.8	18.7
	1983	11.8	9.7	17.5
	1984	13.1	14.0	20.2
	1985	9.1	11.1	19.0
India	1981	-	60	-
Irlanda	1982	-	17.6	-
	1985	-	15.2	-
Japón	1980	6.2	10.1	10.9
	1981	5.9	7.6	13.4
	1982	5.7	6.7	11.5
	1983	11.3	9.9	16.8
	1984	6.5	6.9	14.0
	1985	4.6	5.6	9.8
Holanda	1980	-	15.4	47.7
	1985	6.4	-	-
N Zelanda	1982	-	25.0	-
Polonia	1982	5.5	16.5	44.8
	1982	7.0	20.1	55.0
Reino Unido	1983	7.9	22.3	60.5
	1980	9.2	14.0	19.8
	1981	7.9	7.4	8.2
	1981	32.9	47.6	114.1
	1982	7.6	8.0	8.7
	1983	7.1	7.8	8.7
	1984	6.4	6.7	7.1
	1985	6.6	6.8	7.5
	1986	6.6	6.8	7.4
EEUU	1980	8.0	8.4	12.3
	1982	5.5	5.7	8.5
	1985	-	3.0	-

Galal-Gorchev dentro del International Programme on Chemical Safety de la OMS (Galal-Gorchev, 1993) presenta algunos resultados de la ingesta de plomo, cadmio y mercurio en distintos países que participan en este programa de GEMS y al que se han ido incorporando nuevos países, últimamente.

**Ingesta de plomo (adultos, 1980-1988)**

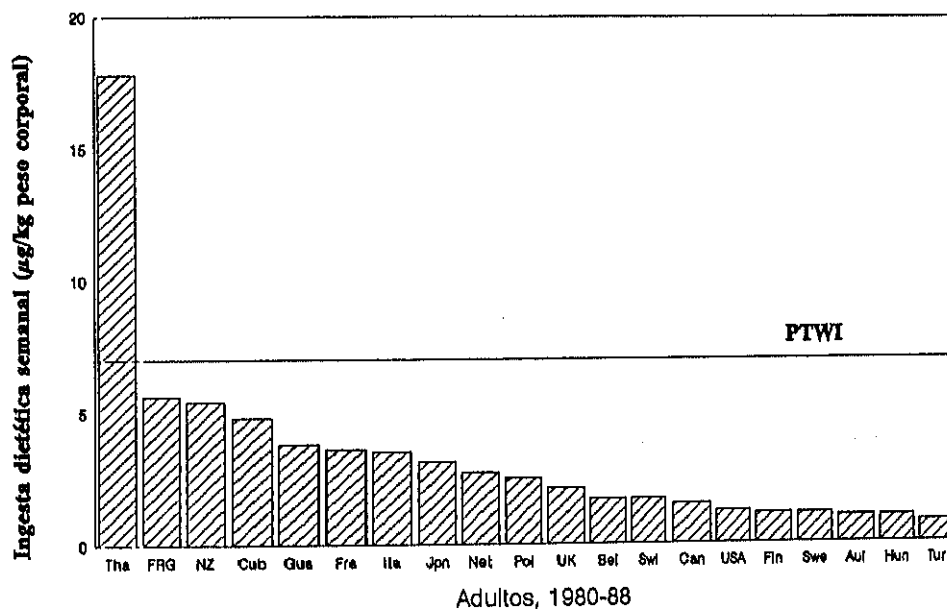


Los grupos de alimentos con una mayor contribución a la ingesta de plomo en algunos países son:

Países	Alimentos	% del total
Canadá	Vegetales	17
	Carne/pescado/aves	17
	Bebidas	15
	Cereales y sus productos	15
	Frutas y zumos	10
Dinamarca	Carne, vino, lácteos y café	24
	Cereales y sus productos	22
Finlandia	Frutas	22
	Bebidas y dulces	20
	Leche y lácteos	17
	Vegetales	9

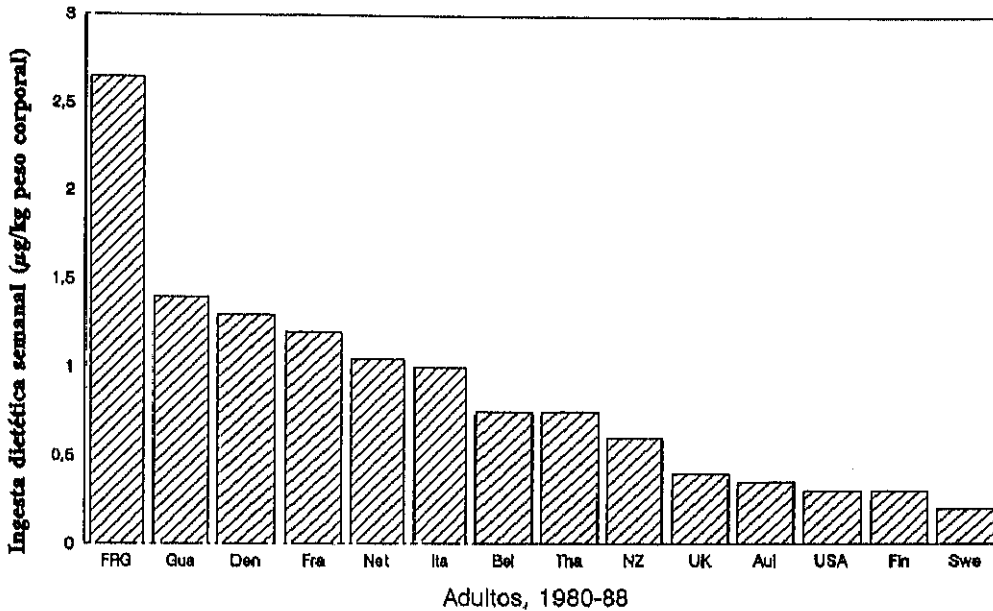
Holanda	Agua de bebida	30
	Cereales y sus productos	17
	Vegetales	12
	Vinos y licores	9
	Frutas	6
Reino Unido	Pan y cereales	15
	Bebidas	14
	Patatas	10
	Leche	9
	Vegetales enlatados	8
Australia	Té	20
	Carne	8

Ingesta de cadmio (adultos 1980-88)



Canadá, Dinamarca, Finlandia, Holanda y EEUU identifican los cereales y sus derivados, seguidos de las patatas y otros vegetales como las mayores fuentes de cadmio dietético.

Los datos disponibles por el GEMS/Food muestran al grupo de pescados como casi la única fuente dietética de mercurio.

Ingesta de mercurio (adultos 1980-88)

2) Sub-network on Trace Elements Status in Food. FAO Cooperative Network on Trace Elements

Este subprograma pertenece al general que se creó en Bonn en 1977. En 1983 en una reunión que tuvo lugar en Aarhus se decidió la subdivisión en cuatro subprogramas respecto a los elementos traza, que son **A+B** "Estimación del contenido por análisis químico, en suelo y plantas", **C** "Evaluación del efecto en nutrición animal y humana", **D** "Paso del aire a los suelos agrícolas" y **E** "Contenido en alimentos".

Los objetivos son:

a) obtener datos del contenido y de la variación de elementos traza en alimentos básicos en los países europeos.

b) estimular la investigación para encontrar las razones de las posibles diferencias observadas de forma que las prácticas agrícolas y la protección medioambiental se desarrollen

para tratar de corregirlas.

c) investigar los efectos de procesos en el contenido.

d) investigar las ingestas medias de elementos traza nutrientes en diferentes poblaciones europeas y compararlas con las recomendaciones o tolerancias para valorar posibles desequilibrios.

e) estimular el intercambio de bancos de datos entre cualquiera de los países europeos participantes.

En 1983 se decidió qué muestras debían ser recogidas para su análisis: trigo (grano entero y harina), carne de cerdo, leche de vaca, patatas y dieta total. Estas muestras deberían ser lo más representativas posible de la producción o consumo de cada área estudiada o del país. Se sugirió el estudio de cuatro áreas por país y se acordó el análisis de calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, iodo, selenio, cromo, plomo, cadmio y mercurio.

En este subprograma de la FAO, recientemente subdividido para el período 1994-1995 en dos áreas: "Trace Elements Status in Foods and Diets" y "Trace Element Status in Humans", participan Finlandia, Francia, Alemania, Suecia, Polonia y nuestro grupo: España. Se espera que formen parte de este programa, Portugal, Italia, Grecia, Bélgica, Holanda y Suiza.

Algunos de los resultados publicados por esta sub-network en 1989 se presentan a continuación:

**Contenidos de elementos minerales en el trigo de Austria, Alemania, Finlandia, Escocia, Suecia, Suiza y Turquía durante 1984-86**

País	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
1	0,41	1,28	42	39	30	4,8
2	0,37	1,25	38	27	29	4,7
3	0,32	1,21	33	36	30	3,3
4	0,40	1,03	33	24	25	5,2
Finlandia	0,28	1,41	52	44	37	5,1
6	0,44	1,40	39	36	29	4,6
8	0,38	1,30	44	41	19	4,6

País	Mo (µg/kg)	Se (µg/kg)	Pb (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Ni (µg/kg)	Cr (µg/kg)
1	0,49	23	34	54	187	-
2	0,52	26	21	61	126	8
3	0,32	30	33	60	140	8
4	0,66	23	32	76	141	7
Finlandia	0,33	174	26	55	293	8
6	0,35	34	18	55	188	8
8	0,47	72	43	21	1400	-



**Contenidos de elementos minerales en harina de trigo de Austria, Alemania, Finlandia, Escocia, Suecia y Suiza durante 1984-87**

País	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mo (mg/kg)
1	12	3,8	5,8	1,4	0,24
2	72	4,4	6,0	1,4	0,28
3	12	5,9	7,2	1,2	0,18
Finlandia	61	10	11,1	2,0	0,18
6	6	3,9	5,1	1,8	0,17

País	Se (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Pb (µg/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)
1	213	28	13	0,190	0,18
2	18	28	10	0,237	0,27
3	25	47	48	0,198	0,21
Finlandia	139	41	11	0,180	0,41
6	25	25	5	0,233	0,17

**Contenidos de elementos minerales en patatas de Dinamarca, Finlandia, Holanda, Noruega, Escocia, Suecia y Suiza durante 1984-87**

País	Zn (mg/kg)	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)
2	16	0,148	1,20	22	9,5
4	13	0,174	1,17	22	9,0
Finlandia	15	0,113	1,21	27	11,0
7	15	0,169	1,27	21	8,8
11	15	0,205	0,90	20	6,5
12	16	0,202	0,88	22	6,7

País	Cu (mg/kg)	Mo (µg/kg)	Se (µg/kg)	Pb (µg/kg)	Cd (µg/kg)
2	3,6	0,34	9	18	82
4	4,1	0,25	6	29	105
Finlandia	4,8	0,31	88	21	51
7	2,9	0,34	6	29	76
11	4,5	0,50	39	34	151
12	4,6	0,54	35	45	148

**Contenidos de elementos minerales en leche de Francia, Finlandia, Escocia, Suecia y Alemania durante 1984-87**

País	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)
2	13,81	1,28	2,20	0,24	45,3
3	13,80	1,20	1,93	0,24	42,8
4	14,02	1,32	2,65	0,28	49,9
9	13,76	1,22	2,29	0,30	47,0
Finlandia	13,71	1,26	2,11	0,28	45,2

País	Cu (mg/kg)	Mo (µg/kg)	Se (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Pb (µg/kg)
2	0,66	0,37	115	<2	16
3	0,64	0,23	122	<2	22
4	0,55	0,34	115	<2	37
9	0,72	0,35	111	<2	25
Finlandia	0,59	0,34	305	<2	16

**Contenidos de elementos minerales en muestras de cerdo de dos países nórdicos y uno de Europa Central durante 1984-86**

País	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
2	0,18	0,96	25,1	0,25	77,3	2,18
Finlandia	1,21	0,88	18,6	0,22	55,3	1,72
9	0,22	1,02	24,0	0,26	66,7	2,26

País	Mo (µg/kg)	Ni (µg/kg)	Se (µg/kg)	Pb (µg/kg)	Cd (µg/kg)	Hg (µg/kg)
2	0.02	18.0	371	16	<3	21
Finlandia	0.01	16.0	706	12	<3	14
9	0.02	15.6	379	47	<3	1

### **3) International Atomic Energy Agency (IAEA)**

Este estudio de dieta total estaba basado en datos de consumo de alimentos de tres grupos de población de 20 individuos por cada país. Esta muestra tan pequeña dio lugar a una mayor variación individual de elementos traza que entre países. Como parte de este programa de investigación coordinado de IAEA se ha llevado a cabo el estudio de 22 elementos traza de un total de 450 cestas de la compra o dietas duplicadas de 3 días, recogidas en 1-3 poblaciones de Australia, Brasil, Canadá, China, Irán, Italia, Japón Noruega, España, Sudán, Suecia,

Tailandia, Turquía y Estados Unidos (Kumpulainen, 1985)(Kumpulainen, 1992).

Los P75 de las ingestas de metales pesados de las poblaciones estudiadas ajustadas por energía (10 MJ) se compararon con las PTWI fijadas por FAO/OMS para un hombre 65 kg de peso corporal. Se alcanzaron ingestas de plomo que oscilaron entre 4-84% de las PTWI, en los distintos países. Las ingestas de cadmio oscilaron entre 15-61% según los países. Las ingestas de arsénico estaban entre los 4-198% superando en España y en Italia los límites establecidos. Las variaciones más grandes aparecen en el mercurio 4-230%, siendo esta última cifra la de Turquía (Kumpulainen, 1992).

#### **4) Scientific Committee for Food Working Group on Intake and Exposure**

Recientemente la Unión Europea (UE) está llevando a cabo un estudio de la ingesta de algunos contaminantes (nitros) a través de la ingesta de algunos alimentos: lechuga, espinacas y patatas. El objetivo del estudio es hacer una evaluación inicial de las posibilidades y limitaciones de las bases de datos de consumo de alimentos para estimar la ingesta dietética, como parte de los procesos de valoración del riesgo en los países de la UE. Participan en este trabajo: Bélgica, Grecia, Finlandia, Portugal, Holanda, Italia, Suecia, Alemania, Francia, Reino Unido y nuestro grupo por España.

#### **2.7.2.- ESTUDIOS DE DIETA TOTAL Y PORCIÓN DUPLICADA EN ALGUNOS PAISES**

Además de los estudios de hojas de balance, llevados a cabo con periodicidad, por organizaciones como la FAO, OMS o CEE en prácticamente todas las naciones del mundo, existe un gran número de países que dentro del estudio de las Encuestas Nacionales de Alimentación con objeto de conocer el consumo de alimentos y los hábitos alimentarios, publican con cierta regularidad datos de consumo de nutrientes, entre ellos elementos traza. Aparte de la colaboración en Programas Internacionales que acabamos de describir, algunos países llevan a cabo estudios de la ingesta total de contaminantes por diferentes técnicas y en diferentes grupos de población. A continuación, vamos a resumir algunos de los realizados por dieta total y porción duplicada:

##### **2.7.2.1.- Reino Unido**

Los tres métodos de estimación de la ingesta dietética que se siguen usando en Reino Unido por parte del MAFF para valorar el contenido de contaminantes y nutrientes en su dieta

son: estudio de dieta total, registros diarios y porción duplicada (Fisher, 1982).

### Estudio de dieta total

Sus características más importantes quedan reflejadas en la siguiente relación:

- El consumo medio de alimentos se deriva de la Encuesta Nacional de Alimentación.
- La lista completa de alimentos se adquiere en distintas localidades de Gran Bretaña.
- Los alimentos se cocinan o se preparan para ser consumidos.
- Los alimentos se trituran juntos en las proporciones adecuadas para formar 15 grupos de alimentos.
- Se analizan los contaminantes en los distintos grupos de alimentos.
- Se multiplica la concentración de contaminante por el peso de alimento o grupo de alimento consumido para estimar su aporte.
- La suma de la ingesta de contaminante de cada grupo de alimentos es igual a la ingesta total de contaminante en la dieta.
- El estudio de dieta total proporciona información para la media de la población.

Algunos de los resultados del estudio de dieta total se resumen en el siguiente cuadro:

### **Concentraciones de plomo en los grupos de alimentos que forman la dieta total (1984, 17 dietas totales analizadas)**

Grupo de alimentos	Concentración de plomo ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	
	Media	Rango
Pan y cereales	<50	<50-50
Carne	<50	<50-50
Vísceras	<100	<50-300
Productos cárnicos*	<56	<50-150
Pescado*	<120	<50-600
Aceites y grasas	<50	<50-50
Azúcares	<50	<50-50
Vegetales verdes	<50	<50-50
Patatas	<25	<20-60
Otros vegetales	<56	<50-100
Vegetales enlatados*	100	50-200
Fruta	<50	<50-50
Productos de fruta*	112	50-250
Bebidas	<10	<10-20
Leche	<10-	<20

\* estos grupos contienen alimentos enlatados

## Ingesta de plomo en la dieta total de 1981

Grupo de alimentos	Cantidad consumida (kg/día)	Ingesta de plomo ( $\mu\text{g}/\text{día}$ )	
		Método 1	Método 2
Pan y cereales	0.240	12	6
Carne	0.058	3	1
Vísceras	0.003	0	0
Productos cárnicos	0.077	4	2
Pescado	0.015	1	1
Aceites y grasas	0.090	5	2
Azúcares	0.095	5	2
Vegetales verdes	0.046	3	2
Patatas	0.159	8	0
Otros vegetales	0.068	3	2
Vegetales enlatados	0.043	6	6
Fruta	0.060	3	1
Productos de fruta	0.024	4	4
Bebidas	0.800	11	7
Leche	0.360	7	1
Ingesta total ( $\mu\text{g}/\text{día}$ )		75	37

Método 1: Las concentraciones menores que el límite de determinación se asume que son iguales al límite de determinación

Método 2: Las concentraciones menores que el límite de determinación se asumen como cero

Mediante registros diarios y la técnica de porción duplicada se han obtenido los siguientes datos:

## Ingesta de metales (mg/persona/semana)

	Plomo	Cadmio	Cobre	Zinc
Estudio de dieta total	0.73	0.14	11.3	70
Estimaciones diarias	0.77	0.25	10.3	72
Estudio de porción duplicada	0.48	0.20	7.7	82

## 2.7.2.2.- Holanda

Estudios de dieta total

En este país se han llevado a cabo dos estudios de dieta total. El primero tuvo lugar entre los años 1976-78 con la técnica de "cesta de la compra". Los resultados indicaron que para muchos contaminantes las concentraciones estaban por debajo de las ADI (Dokkum W van et al, 1982).

El segundo estudio también basado en la "cesta de la compra" de un grupo de población de hombres de 18 años (que tienen los mayores consumos comparados con otros grupos de sexo

y edad y consecuentemente la mayor ingesta de contaminantes, entre ellos metales pesados) se llevó a cabo entre 1984-86. Los 221 diferentes alimentos que conformaban esta dieta se adquirieron, prepararon y dividieron en 23 grupos de alimentos.

Los resultados aparecen en la tablas siguientes:

**Metales pesados, arsénico y bromo ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ) en las dietas totales**

Elemento	1984-86	1976-78	ADI*
Arsénico	37,8	15	120
Bromo	7800	9400	60000
Cadmio	20,8	20	60-70
Mercurio	0,72	5	43
Plomo	31,8	ND	430
Estaño	650	1700	120000

ADI, ingesta diaria aceptable \* Calculadas para un peso corporal de 60 kg (calculada de la PTWI establecida por FAO/OMS)(Codex Alimentarius Commission, 1984)

**Minerales y elementos traza esenciales ( $\text{mg}/\text{día}$ ) en las dietas totales**

Elemento	1984-86	1976-78	RDA*
Calcio	1340	ND	900-1200
Cobre	1.5	ND	1.5-3.5
Hierro	14.2	ND	15
Iodo	0.402	0.210	0.150
Potasio	4370	ND	
Magnesio	433	ND	300-350
Sodio	4420	4200	-
Fósforo	2010	1860	900-1800
Selenio	0.072	0.078	0.050-0.140
Zinc	13.7	ND	7-10

\* RDA recomendaciones dietéticas permitidas ND: no determinado

En este trabajo también se estudiaron los grupos de alimentos con una mayor contribución a las ingestas diarias y que quedan reflejados en la siguiente tabla:

**Grupos de alimentos con una mayor contribución a las cantidades diarias totales de metales tóxicos y esenciales en las dietas totales**

Elemento	Grupo	%	Grupo	%	Grupo	%
Arsénico	Pescado	52	Bebidas	12	Pan	8
Bromo	Leche	26	Leche y lácteos	19	Pan	13
Calcio	Leche y lácteos	43	Leche	28	Pan	6
Cadmio	Pan	42	Patatas	20	Verduras	6
Cobre	Pan	24	Patatas	13	Bebidas	11
Hierro	Pan	28	Carne y derivados	16	Patatas	9
Mercurio	Pescado	100	-	-	-	-
Iodo	Pan	41	Azúcar y dulces	27	Leche y lácteos	5
Potasio	Patatas	17	Pan	12	Leche	11
Magnesio	Pan	24	Bebidas	13	Leche y lácteos	11
Sodio	Pan	32	Carne y derivados	22	Leche y lácteos	10
Fósforo	Leche y lácteos	22	Pan	20	Leche	15
Plomo	Pan	18	Leche y lácteos	11	Frutas enlatadas	11
Selenio	Pan	30	Carne y derivados	23	Aves y huevos	8
Estaño	Frutas enlatadas	82	Leche y lácteos	9	Otros vegetales	4
Zinc	Carne y derivados	24	Pan	19	Leche y lácteos	18

Estudios de porción duplicada

Tres estudios de porción duplicada se han llevado a cabo hasta ahora en Holanda (Ellen G, 1983), el último tiene las siguientes características:

La selección de participantes corrió a cargo de un instituto comercial especializado en hábitos de consumo. Se decidió que la muestra quedase dividida en dos grupos de 56 personas. El trabajo de campo se llevó a cabo en dos períodos: verano e invierno, incluyendo fines de semana. Ambos grupos debían de tener el mismo número de hombres y mujeres y la edad quedó definida en 18 años y mayores de 18. La región estudiada incluía áreas rurales, pequeños pueblos, ciudades medianas y una gran ciudad. El problema de conservar en frío las muestras durante el almacenaje se solucionó usando cajas aisladas que contenían un cubo de acero inoxidable rodeado de nieve carbónica. Se recogió información sobre edad, sexo, peso así como de forma detallada las cantidades de alimentos y bebidas consumidas durante el período de tiempo del estudio. Los resultados aparecen a continuación:

## Ingestas diarias de calcio, magnesio, fósforo, potasio y sodio, 1984-85 (mg)

Elemento	Ingesta	Recomendación
Calcio	841	800
Magnesio	258	300(♀)-350(♂)
Sodio	2450	2000
Potasio	2860	3000-4000
Fósforo	1230	800

## Ingestas diarias de algunos elementos traza esenciales, 1984-85 (mg)

Elemento	Ingesta	Recomendación
Cobre	1.2	2-4
Hierro	8.9	12 (18)
Manganeso	3.3	2-5
Selenio	0.041	0.05-0.20
Zinc	8.3	15

Ingestas diarias de algunos elementos tóxicos no esenciales, 1984-85 ( $\mu\text{g}$ )

Elemento	Ingesta	ADI
Aluminio	3100	-
Arsénico	-	120
Cadmio	10	60-70
Mercurio	2	43
Plomo	34	430
Estaño	-	120000



## 2.7.2.3.- Suecia

En este país se llevó a cabo un estudio en 1980 cuyo objetivo fue valorar la ingesta de plomo, cadmio y otros metales a través de una dieta sueca típica semanal (Slorach, 1983) y que incluía desayuno, almuerzo y cena, así como aquellos alimentos que se consumían entre horas. Las hojas de balance suecas de 1975 sirvieron de base para su diseño y se planearon para que aportasen aproximadamente 11.7 MJ (2800 kcal) por día, de acuerdo con lo que establecen las recomendaciones de dicha población. Los platos eran recetas de uso común que después de preparados se mezclaban y homogenizaban almacenándose a -18°C hasta su análisis. Algunos de los resultados de este estudio aparecen a continuación:

Contenido de plomo, cadmio, zinc, cobre, hierro y manganeso en siete dietas típicas suecas

Día	Plomo (mg)	Cadmio (mg)	Zinc (mg)	Cobre (mg)	Hierro (mg)	Manganeso (mg)
1	0.034	0.007	8.3	1.2	14	1.8
2	0.045	0.006	6.2	1.4	11	2.4
3	0.019	0.015	10.7	2.1	15	2.9
4	0.022	0.009	8.5	1.6	15	2.1
5	0.020	0.009	7.9	1.5	11	2.5
6	0.015	0.011	8.9	1.4	16	4.7
7	0.037	0.012	9.4	1.2	13	2.0
media	0.027	0.010	8.6	1.5	14	2.6

Otro estudio en este país (Becker, 1990) se llevó a cabo durante 1987. Las ciudades elegidas para adquirir los alimentos fueron Malmö, Göteborg, Stockholm y Sundsväl localizadas en diferentes partes del país y representando los principales centros geográficos y de su población. Las dietas basadas en las hojas de balance de alimentos del año 1983 estaban formadas por 60 alimentos y bebidas cubriendo el 76% del consumo total anual en kg por persona. Los resultados obtenidos mostraron que la ingesta media de calcio, magnesio, hierro y manganeso fue adecuada mientras que la de zinc y selenio era deficitaria y la de cobre muy por debajo de las recomendaciones.

Elemento	Unidades	Cantidad
Calcio	g/día	1.0±0.05
Magnesio	mg/día	360±10
Hierro	mg/día	13.9±0.6
Zinc	mg/día	10.4±0.2
Manganeso	mg/día	3.2±0.1
Cobre	mg/día	1.0±0.06
Selenio	µg/día	38±4
Molibdeno	µg/día	130±5
Níquel	µg/día	71±12
Plomo	µg/día	15±1
Cadmio	µg/día	10±1
Mercurio	µg/día	1.6±0.8

#### 2.7.2.4.- Estados Unidos

En Estados Unidos se han llevado a cabo estudios de dieta total desde 1961 con el objeto de estimar los niveles de contaminación radiactiva en los alimentos. Para ello se adquirieron los alimentos en el estado de Washington DC, hasta componer la dieta de 14 días para individuos entre 16-19 años. Se analizaron 82 alimentos después de homogenizarlos y se valoró la ingesta de estroncio-90 y cesio-137 así como algunos residuos de pesticidas y algunos nutrientes. Este programa se ha continuado anualmente, completándose: el número de muestras ha ido aumentando después del primer estudio con el fin de que haya una mayor cobertura geográfica y que sean cada vez más los distritos implicados.

Al comienzo del programa los alimentos se preparaban y analizaban en un laboratorio cercano al lugar de recogida, pero a partir de 1971 la preparación de los alimentos así como su análisis se centralizaron en Kansas City y desde entonces, se le conoce como el «laboratorio de dieta total». Esta centralización aporta un uso más eficaz del equipo y del personal y permite procedimientos rutinarios en el manejo, almacenamiento y análisis de los alimentos.

Las dietas se diseñaron a partir de las Encuestas Nacionales de Consumo de Alimentos disponibles. El primer estudio de dieta total se basó en los datos de la USDA Household Food Composition Survey de 1955. Los datos se revisaron cuando se dispuso de la Encuesta de 1965 y de nuevo cuando se obtuvieron datos de 1977-78 y del National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES II). Los datos de 1977-78 incluían un registro de tres días de 30.000 personas y el NHANES II incluyó la dieta de 1 día de 20.000 personas. Las dietas se

revisaron de nuevo cuando se obtuvieron datos de consumo en el año 1987.

De la Encuesta Nacional de Consumo de alimentos llevada a cabo por el Departamento de Agricultura (USDA) y del NHANES II conducida por el National Center for Health Statistics se obtuvo información de 234 alimentos que componían la dieta total para este estudio.

Las características del Estudio de Dieta Total en Estados Unidos se pueden resumir como sigue:

- Los alimentos se obtienen de ciudades en cuatro áreas geográficas
- Los análisis se centralizan en el mismo laboratorio con el mismo equipo y personal.
- Las dietas se basan en resultados de las encuestas nacionales de consumo de alimentos y representan ocho grupos de ellos distribuidos según edad y sexo
- Se analizan individualmente alimentos típicos de la población estadounidense.
- Se repiten los análisis de los 234 alimentos cuatro veces al año.
- Los resultados que se van obteniendo se comparan automáticamente con los previos ya que entran directamente en el sistema informático.
- Hay muchas muestras analizadas que incluyen nutrientes y contaminantes.

Los resultados son tan exhaustivos que remitimos a las publicaciones que de este estudio de dieta total se han realizado (Pennington 1986, Pennington 1987, Pennington 1989, Pennington 1990), aunque muy brevemente en la siguiente tabla se presentan algunos elementos:

---

Cobre	1.2 mg
Hierro	17 mg
Selenio	90 µg
Zinc	16 mg

---

### 2.7.2.5.- Finlandia

En Finlandia se han llevado a cabo estudios sobre la ingesta de nutrientes y contaminantes empleando el diseño de dieta total basado en la "cesta de la compra" así como estudios de porción duplicada de dietas de hospitales (Kumpulainen, 1987b)(Sinisalo, 1989; 1989b).

#### \* Cesta de la compra

El estudio por "cesta de la compra" comprende 185 alimentos. Las cantidades consumidas de cada alimento se basaron en las hojas de balance de 1985. Se clasifican los en 9 grupos, dos de los cuales se subdividieron a su vez en dos subgrupos:

- cereales
- lácteos           = líquidos  
                          = sólidos
- carnes y huevos
- pescado
- patatas
- verduras
- frutas y bayas
- bebidas, dulces, condimentos y otros alimentos  
                          = no alcohólicas, dulces, condimentos y otros  
                          = alcohólicas
- aceites y grasas

Se recogieron un total de 920 kg de alimentos de distintas áreas de producción, fabricantes industriales, mayoristas e importadores. Algunos de estos alimentos fueron donados por los productores y otros se adquirieron en el área de Forssa en supermercados que representaban las cuatro cadenas de distribución finlandesa. La recogida de alimentos tuvo lugar entre Mayo y Noviembre de 1986, dependiendo de la estacionalidad. Las determinaciones analíticas se realizaron en el Laboratorio Central del Agricultural Research Centre of Finland en Jokionen (Finlandia).

Algunos de los resultados obtenidos aparecen a continuación:

Elemento	Unidades	Cantidad
Calcio	g/día	1.0
Magnesio	mg/día	340
Hierro	mg/día	17.3
Zinc	mg/día	13.7
Manganeso	mg/día	4.9
Cobre	mg/día	2.1
Selenio	µg/día	113
Molibdeno	µg/día	89
Níquel	µg/día	148
Plomo	µg/día	20
Cadmio	µg/día	10
Mercurio	µg/día	2.3

En el último estudio de cesta de la compra en 1991 se observaron valores muy bajos de plomo y cadmio (Tahvonen, 1994; 1994b)

\* Estudio de porción duplicada

En 11 hospitales de Finlandia se recogieron dietas semanales que se homogenizaron y en ellas se determinó por espectrometría de absorción atómica y usando material de referencia para garantizar un control de calidad analítico, los siguientes elementos:

Elemento	Unidades	Cantidad
Sodio	g/día	3.8
Potasio	g/día	4.2
Calcio	mg/día	1400
Magnesio	mg/día	360
Hierro	mg/día	13
Zinc	mg/día	14
Manganeso	mg/día	6.0
Cobre	mg/día	1.6
Molibdeno	µg/día	100
Níquel	µg/día	120

### 2.7.2.6.- Suiza

En este país (Zimmerli, 1985) se llevó a cabo un estudio de la llamada "dieta mixta suiza", formada por una mezcla en iguales proporciones de cuatro diferentes:

- un restaurante suizo típico
- cantinas militares
- hospitales
- restaurante vegetariano

Se analizan mezclas de 40 raciones diarias, siendo el contenido energético de 2260 kcal. Aunque esta dieta no representaba exactamente la dieta media suiza, su composición básica representaba relativamente bien las dietas típicas. Los contenidos de ciertos elementos se presentan en la siguiente tabla.

Elemento	Unidades	Cantidad
Calcio	g/día	1.12
Magnesio	mg/día	278
Hierro	mg/día	11.4
Zinc	mg/día	12.3
Cobre	mg/día	1.73
Manganeso	mg/día	4.4
Molibdeno	µg/día	96
Níquel	µg/día	134
Plomo	µg/día	30
Cadmio	µg/día	15

### 2.7.2.7.- Polonia

Basándose en los estudios llevados a cabo por el Central Statistical Bureau de Varsovia sobre el consumo de alimentos de empleados con ingresos medios, se reconstruyeron 5 dietas semanales en 5 laboratorios distribuidos por el país: Warsaw, Lublin, Olsztyn, Poznan and Wroclaw en 1988, usando 90 productos de los mercados locales. Los contenidos de cadmio, mercurio y plomo en estas dietas semanales se estimaron utilizando espectrofotometría de absorción atómica y los valores obtenidos se compararon con las PTWI establecidas por

FAO/OMS (Marzec, 1991). Los contenidos de cadmio, plomo y mercurio varían entre las ciudades, desde 105 a 147, de 441 a 931 y desde 50.4 a 119  $\mu\text{g}/\text{semana}$ , respectivamente y aproximadamente por encima de los 40, 30 y 40% de las PTWI. La conclusión de este trabajo fue que las dietas medias semanales de las familias de empleados estaban moderadamente contaminadas con metales pesados.

Se analizaron también niveles de cobre, zinc y manganeso y los resultados se compararon con las RDA para estos elementos (Rutkowska, 1991). La ingesta media de estos nutrientes varía entre las distintas localidades elegidas desde 0.88 a 1.07, desde 9.70 a 10.60 y desde 4.23 a 5.62 mg por día para cobre, zinc y manganeso, respectivamente.

### 2.7.2.8.- Italia

En Pavia (Italia) durante dos años y en diferentes estaciones se llevó a cabo un estudio de dieta total que incluía 76 alimentos (Roggi, 1991). Se analizaron 32 pesticidas diferentes, contaminantes industriales y cuatro metales pesados (plomo, cadmio, arsénico y mercurio) en platos cocinados que representaban recetas locales. Muchos de los valores encontrados estuvieron por debajo de las ADI con ciertas excepciones: el cadmio fue tres veces superior y el plomo estuvo muy cerca de las ADI.

Otro estudio por porción duplicada se llevó a cabo para determinar la ingesta de mercurio (Mariani, 1980). Se eligieron dos grupos de población: uno formado por personas que vivían en la zona del monte Amiata (trabajadores de la mina) presumiblemente con un mayor riesgo de contaminación por mercurio, un segundo grupo formado por 4 subgrupos de población que vivían en diferentes zonas de Italia con diferencias geográficas y socioeconómicas. Se recogió la porción duplicada de la dieta durante un período de tiempo de 3-5 días y se determinó la ingesta dietética de mercurio que fue mayor en el grupo de población del área de Amiata así como la ingesta por inhalación, como se puede ver en la tabla siguiente:

	Ingesta dietética ( $\mu\text{g}/\text{día}$ )		Ingesta por inhalación
	media	rango	
Población Amiata	35	<11-230	0.20
Resto de población	10	<5-20	0.05

También en Italia y basándose en la Encuesta Nacional de 1980-84, el Instituto Nacional de Nutrición llevó a cabo un estudio para componer una dieta total de referencia que permitiese la estimación de sus nutrientes y contaminantes, teniendo en cuenta las diferentes zonas del país (Turrini, 1991).

### 2.7.2.9.- Francia

En este país se ha llevado a cabo un estudio de porción duplicada (Pelus, 1994) para valorar la ingesta de ciertos metales traza (cobre, zinc, manganeso, hierro y selenio). Participaron en el estudio catorce voluntarios que vivían en el área de Grenoble y de los cuales se obtenía una porción duplicada de todo lo que comían. Algunos de los resultados obtenidos se expresan a continuación:

<u>Elemento</u>	<u>Unidad</u>	<u>Media</u>
Cu	mg/día	1.2
Fe	mg/día	10.8
Mn	mg/día	3.7
Se	µg/día	48
Zn	mg/día	10.5

También se expresó la ingesta de estos elementos traza como densidad de nutrientes. Estos resultados aparecen a continuación en la siguiente tabla:

<u>Elemento</u>	<u>Unidad</u>	<u>Media</u>
Cu	mg/MJ	0.12
Fe	mg/MJ	1.12
Mn	mg/MJ	0.39
Se	µg/MJ	5.11
Zn	mg/MJ	1.10



### 2.7.2.10.- Japón

Un trabajo reciente (Toyokawa, 1994) lamenta el hecho de que no se haga uso de las encuestas de consumo de alimentos por hogares que se llevan haciendo en este país desde 1946. Describe un método de estimación de la ingesta diaria de contaminantes alimentarios y aditivos basado en los datos de consumo de alimentos de 159 mujeres voluntarias, sin hacer uso de los datos de la encuesta nacional de alimentación.

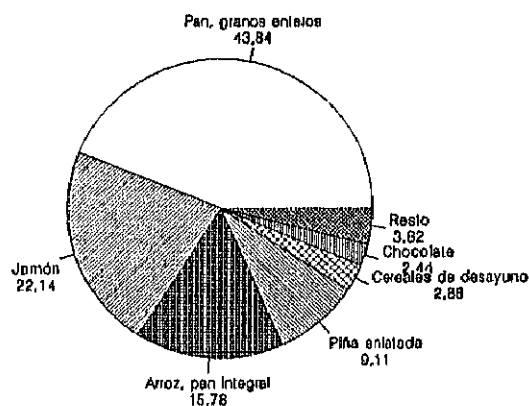
Hay otros estudios por porción duplicada que se llevan a cabo en este país (Watanabe, 1985; 1992; 1993) (Ikeda, 1989) (Ushio, 1991)

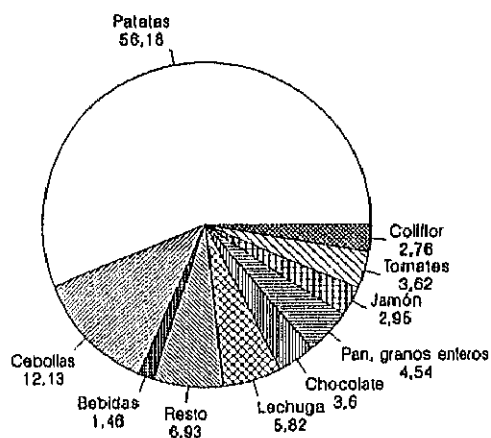
### 2.7.2.11.- Australia

En este país se lleva a cabo cada dos años una Encuesta Nacional y un programa en el que se adquieren muestras de alimentos directamente de los mercados de las principales capitales australianas, representando la dieta total, en general de la población de dicho país y se analiza su contenido en metales pesados: plomo, cadmio y mercurio.

Algunos de los resultados de estos estudios (Jackson, 1992) muestran que el mercurio aparece principalmente en algunas especies de tiburón y en algunos pescados en la última etapa de la cadena alimentaria. Resultados sobre el cadmio y el plomo se presentan a continuación, teniendo en cuenta las principales fuentes que lo aportan:

#### Alimentos que contribuyen a la ingesta dietética de plomo



**Alimentos que contribuyen a la ingesta dietética de cadmio****2.7.2.12.- China**

En este país se ha llevado a cabo un estudio por "cesta de la compra" en 1990 (Chen, 1993), en el que se estima la ingesta dietética en 12 provincias. Cada cesta de la compra regional estaba compuesta de 12 grupos de alimentos. Se determinó su contenido en plomo, cadmio, mercurio, hexaclorociclohexano y DDT y todos estaban por debajo de las ADI, a pesar de que el contenido de plomo en huevos en dos regiones del país excedía el límite de tolerancia y el mercurio en una.

### **3. METODOLOGÍA**

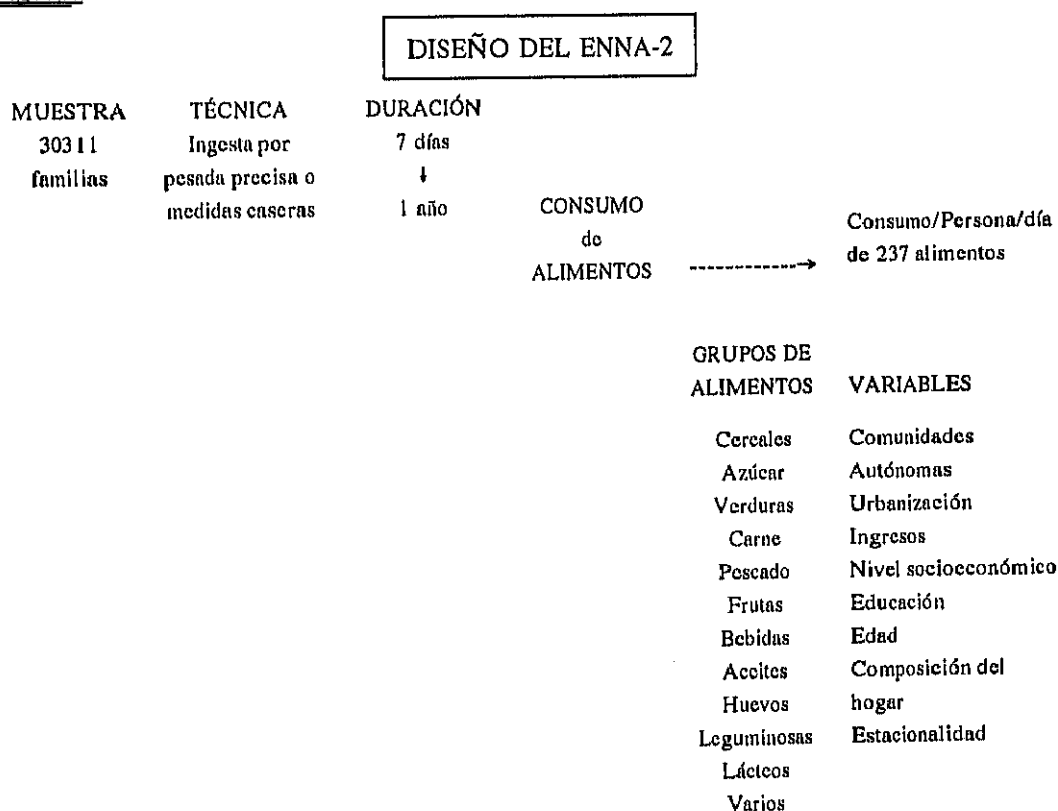
Los datos sobre el consumo de alimentos que han servido de base en este trabajo para conocer la ingesta de contaminantes (metales pesados) y nutrientes proceden del Estudio Nacional de Alimentación y Nutrición de la población española (ENNA-2) llevado a cabo por nuestro Departamento de Nutrición y el Instituto Nacional de Estadística (INE) publicado como "Estudio sobre Nutrición" (INE-IN, Varela G y col., 1985). Este estudio se llevó a cabo con la información obtenida a partir de las cantidades físicas de alimentos que figuran como consumidos por las familias que forman la muestra de la Encuesta de Presupuestos Familiares.

Vamos a comentar a continuación, algunas de las características del ENNA más interesantes para nuestro trabajo.

### 3.1. MUESTRA

La población investigada en la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) de 1980/81 ha sido el conjunto de todos los hogares del territorio español (Figura 1).

Figura 1



En esta encuesta se define el hogar o unidad de análisis como *"persona o conjunto de personas que ocupan en común una vivienda familiar principal, o parte de ella, y consumen y/o comparten alimentos y otros bienes con cargo a un mismo presupuesto, considerando como tal el fondo común que permite al ama de casa o persona encargada de la administración del hogar, sufragar los gastos comunes de éste"*. Se incluyen en esta definición, además, los hogares privados que radican en viviendas colectivas, siempre que tengan autonomía de gastos respecto al hogar colectivo.

Aún cuando cumplan las condiciones anteriormente expuestas, no se consideran miembros del hogar encuestado: las personas que integran el servicio doméstico, los huéspedes y las personas que abandonan definitivamente el hogar antes del primer día de colaboración en la encuesta.

### **Tipo de muestreo**

Se realizó un muestreo bietápico con estratificación de las unidades de primera etapa, diseñándose una muestra independiente para cada provincia. Las unidades de primera etapa están constituidas por las secciones censales en que se encuentra dividido el territorio nacional en el momento de la encuesta. Las unidades de segunda etapa son las viviendas familiares existentes en las secciones censales seleccionadas para la muestra. Dentro de ellas no se realiza submuestreo alguno, investigándose a todos los hogares y personas (miembros del hogar) que tienen su residencia habitual en las mismas.

### **Selección**

La selección de la muestra de hogares es aleatoria y autoponderada a nivel de estrato de cada provincia, es decir, todos los hogares de un estrato tienen la misma probabilidad de estar incluidos en la muestra.

### **Tamaño**

Se eligió una muestra de 30311 hogares, estadísticamente representativa de la población española en su conjunto y de cada una de las provincias y Comunidades Autónomas (CCAA) que la componen. Finalmente la muestra del conjunto nacional y por CCAA quedó formada de la siguiente forma:

Provincias	Tamaño de muestra	Provincias	Tamaño de muestra
Total Nacional	24151	Lérida	321
Alava	277	Logroño	332
Albacete	314	Lugo	318
Alicante	595	Madrid	1421
Almería	345	Málaga	451
Ávila	252	Murcia	564
Badajoz	568	Navarra	398
Baleares	455	Orense	291
Barcelona	1273	Oviedo	728
Burgos	285	Palencia	279
Cáceres	459	Palmas(Las)	522
Cádiz	681	Pontevedra	557
Castellón	468	Salamanca	377
Ciudad Real	432	Sta Cruz Tenerife	420
Córdoba	551	Santander	479
Coruña (La)	561	Segovia	336
Cuenca	313	Sevilla	754
Gerona	426	Soria	257
Granada	586	Tarragona	457
Guadalajara	295	Teruel	250
Guipúzcoa	447	Toledo	450
Huelva	478	Valencia	849
Huesca	327	Valladolid	349
Jaén	600	Vizcaya	598
León	425	Zamora	296
		Zaragoza	644

Según el último censo, la estructura de la muestra estudiada, estratificada según edad y sexo, es similar a la de la población española. Por ello, los resultados nutricionales no corregidos y su interpretación (consumo de alimentos, ingesta de energía y nutrientes y calidad de la dieta) no difieren de aquellos elevados a la población total del país.

Por otro lado, el análisis nutricional se basa en la comparación de la ingesta con las recomendadas de energía y nutrientes estimadas individualmente (según sexo y edad) para cada una de las personas que constituyen la muestra, por tanto ésta se compara consigo misma. Por

todo lo anterior, se ha creído conveniente, desde el punto de vista nutricional, incluir los datos no corregidos.

### **Distribución en el tiempo**

Cada familia fue encuestada durante siete días y la recogida de todos los datos primarios se llevó a cabo a lo largo de un año distribuyéndose la muestra uniformemente durante las 52 semanas que lo componen, desde el 1 de abril de 1980 hasta el 31 de marzo de 1981, a fin de evitar posibles distorsiones en las estimaciones debidas a componentes estacionales.

### **3.2. TÉCNICA**

En todos los hogares seleccionados se recogen día a día, durante una semana, las cantidades de todos los alimentos y bebidas disponibles (comprados, procedentes de la producción propia, comercio propio o salario en especie), expresadas en unidades de peso o de volumen. En algunos casos, cuando ésto no ha sido posible, se recoge el importe de los pagos efectuados o el valor a precio de mercado minorista de cada uno de los bienes consumidos. Igualmente, se especifica el número de personas que han comido o cenado en el hogar.

Con respecto a los consumos realizados fuera del hogar en cafeterías, restaurantes, comedores colectivos, etc., la encuesta recoge información de los gastos, pero no de los consumos en cantidades físicas. En consecuencia, y ante la imposibilidad de conocer la cantidad física consumida o incluso de estimarla, éstos quedan fuera del estudio nutricional. Aunque se realiza un ajuste por comidas realizadas fuera del hogar para calcular las cifras de ingestas recomendadas, en el caso de pequeños consumos de algunos alimentos como cafés, tapas, etc., su no inclusión, puede dar lugar a una subestimación de la ingesta de determinados grupos de alimentos.

Una característica importante en la EPF es que dado que la unidad de aportación de datos y por tanto de análisis es el hogar, el consumo de alimentos no puede ser estudiado de un modo diferenciado para cada uno de los miembros del mismo. Las cifras medias de consumo por persona se obtienen utilizando como divisor el número total de miembros del hogar, sin tener en cuenta su edad o sexo. Sin embargo, los datos personales sobre la composición familiar que incluyen edad y sexo permiten estimar invididualmente las ingestas recomendadas de toda la muestra.

### 3.3. VARIABLES CONSIDERADAS

Los datos de cantidades ponderales de todos los alimentos y bebidas disponibles en los hogares se clasifican según numerosas variables. De todas ellas nosotros estudiamos:

\* Comunidad Autónoma de Residencia

- 1.- Andalucía
- 2.- Aragón
- 3.- Principado de Asturias
- 4.- Baleares
- 5.- Canarias
- 6.- Cantabria
- 7.- Castilla - León
- 8.- Castilla la Mancha
- 9.- Cataluña
- 10.- Comunidad Valenciana
- 11.- Extremadura
- 12.- Galicia
- 13.- Madrid
- 14.- Murcia
- 15.- Navarra
- 16.- País Vasco
- 17.- La Rioja

### 3.4.- DIETECA: Base de datos

#### 3.4.1. Preparación de la entrada de datos

Los datos fueron aportados en *backup* en cinta. Esta fue leída en una unidad del Centro de Cálculo de la Universidad Complutense y transferida por red (mediante protocolo TCP/IP) al disco duro de uno de nuestros ordenadores. La información original estaba contenida en ficheros codificados en ASCII estándar con formato de registro de longitud fija. Los ficheros fueron convertidos a ficheros RSIGMA (marca registrada de Horus Hardware, SA), herramienta con la que ha sido procesado todo el trabajo, para lo que se ha contado con comandos propios



de la misma, así como con programas que se han diseñado al efecto y compilados con el RSIGMA.

La mayor parte de los alimentos vienen expresados en medidas ponderales/año, sin embargo, un pequeño número lo están en medidas de volumen, en unidades o como gasto. Para obtener gramos por persona y día de todos los alimentos se procede de la siguiente forma:

- Las cantidades expresadas en kilos y litros se transforman en gramos.
- Los alimentos expresados en unidades (yogur y huevos) se han multiplicado por el peso medio/unidad.
- Para aquellos expresados en gasto (ptas) como galletas, *croissants*, palmeras, *donuts*, patés, croquetas, empanadillas precocinadas, etc., se calcula la cantidad consumida a partir de datos actuales del precio medio del producto.

En el caso de los alimentos concentrados o liofilizados (sopas, purés, etc.), se efectuó la dilución correspondiente, para lo que se tuvieron en cuenta las instrucciones que figuran en los envases de dichos productos.

En algunos alimentos, como en el caso de los aceites vegetales y grasas culinarias, las cantidades se han corregido ya que éstos sufren importantes pérdidas durante su manipulación y uso en los procesos culinarios pudiendo llegar a ser realmente importante la cantidad desechada principalmente en frituras repetidas. Por ello, las cantidades físicas de aceites vegetales y grasas culinarias y, en consecuencia, su contenido en energía y lípidos, se han reducido en un 20%, cifra que según posteriores estimaciones realizadas refleja la pérdidas producidas (Varela y col., 1994).

La clasificación de todos los alimentos y bebidas que entran en el hogar por cualquier concepto durante la semana de la encuesta se ha realizado según las Tablas de Composición de Alimentos Españolas (TCA) que incluyen 234 alimentos (Instituto de Nutrición, 1983; 1987; 1990), previa transformación de la codificación de la EPF en los códigos de dichas TCA. Estos alimentos se clasifican en los siguientes grupos, siguiendo criterios convencionales y/o nutricionales, según el caso:

1. Cereales y derivados: pan, arroz, galletas, madalenas y bollos, pastas y harina
2. Leche y derivados: leche, yogur, queso manchego, leche condensada, queso de bola, queso fresco y leche de cabra
3. Huevos.
4. Azúcares.

5. Aceites y grasas: aceite de oliva, aceite de girasol, aceite de maíz, aceite de soja, margarina

6. Verduras y hortalizas: patatas, lechuga, tomates, judías verdes, acelgas, cebollas, pimientos, coles, pepinos, zanahorias, coliflor, alcachofas, espinacas, ajos, tomate al natural en conserva y tomate frito

7. Leguminosas: garbanzos, lentejas, alubias secas

8. Frutas: naranjas, manzanas, plátanos, peras, melones, sandías, mandarinas, uvas, melocotones, limones, ciruelas, fresas y aceitunas

9. Carnes y productos cárnicos:

Pollo

Cerdo

Ternera

Vaca

Cordero.

Vísceras y despojos de los diferentes animales: hígado

Embutidos y otros productos cárnicos: chorizo, jamón york, jamón serrano, foie-gras, salchichas y butifarras

Conejo

10. Pescados: merluza, pescadilla, gallos, boquerones, sardinas, truchas, atún en aceite, jurel o chicharro, bacaladilla, bacalao curado y salado

Moluscos y crustáceos: chirlas, almejas, calamares, mejillones

11. Bebidas (alcohólicas y no alcohólicas): cerveza, vino, gaseosas, refrescos, brandy, zumo de naranja y zumos de otras frutas

12. Varios: preparaciones en polvo con cacao, chocolate, pasteles

### 3.5. ELABORACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DE COMPOSICIÓN DE METALES PESADOS Y NUTRIENTES DE LOS ALIMENTOS

Una de las primeras necesidades que se plantearon al comienzo de este estudio fue la elaboración de una Tabla de Contenido de Metales Pesados, ya que no existía en la literatura española. Por este motivo comenzó la realización de dicha tabla. Para facilitar el manejo y posterior empleo de la información derivada de esta tabla fue almacenada, utilizando para ello, una base de datos.

Los trabajos comenzaron previas consultas bibliográficas para conocer, a partir de las distintas "Tablas de Composición de los Alimentos" de diferentes países, los metales que se debían considerar, así como la forma de expresión más adecuada de estos, además de otras notas

de interés para la elaboración de la tabla.

Las fuentes de información para la elaboración de nuestra tabla fueron:

1) Datos que derivan de los análisis rutinarios llevados a cabo por Organismos relacionados con la salud para el control alimentario. Entre otros figuran:

- \* Instituto Nacional de Toxicología (Ministerio de Justicia)
- \* Centro Nacional de Alimentación de Majadahonda (CENAM) (Ministerio de Sanidad)
- \* Centro de Investigación de Control de Calidad (Ministerio de Sanidad)

2) Trabajos analíticos de investigación para obtener información sobre el contenido de contaminantes en alimentos aislados producidos y consumidos en España recogidos de literatura especializada en este tema: Revista de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, Revista de Toxicología Española, Anales de Bromatología, Grasas y Aceites.

3) Tablas de Composición de los Alimentos para información a cerca de nutrientes. Las tablas consultadas han sido las siguientes: "Tabla de Composición de Alimentos" IN (Andujar, 1983; 1987; 1990), "La Composición de los Alimentos" (Moreiras, 1992), Tablas de Composición de Alimentos de otros países (Paul, 1978; 1980)(Souci, 1975)(Fidanza, 1981)

Estudios previos en otros países han comparado el contenido en nutrientes de la dieta analizada directamente con el contenido calculado usando una base de datos de composición de alimentos para valorar el error que se induce cuando se emplean bases de datos (Pennington, 1990)(Marshall, 1982). En nuestro trabajo también comparamos resultados obtenidos a través de una base de datos con aquellos obtenidos en los distintos laboratorios.

### 3.6. DISEÑO DE LA DIETA TOTAL

#### 3.6.1. Elección de las CCAA

Se han escogido cuatro CCAA para el estudio de los contaminantes y nutrientes potencialmente tóxicos en su dieta total, siguiendo las directrices del protocolo de actividades de la *FAO European Cooperative Network on Trace Elements, Subnetwork E*. El criterio de elección ha sido mayor consumo energético y por tanto mayor probabilidad, en las mismas condiciones de dieta de ingerir cantidades más altas de contaminantes en general, menor consumo energético e igualmente menor riesgo teórico, carácter urbano y mayor número de habitantes. El consumo

energético en cada una de las CCAA aparece en la tabla siguiente:

Consumo de energía por CCAA

CCAA	kcal/persona/día
Andalucía	3031
Aragón	3065
Asturias	3114
Baleares	2999
Canarias	2905
Cantabria	3608
Castilla-León	3210
Castilla-Mancha	3177
Cataluña	2887
C. Valenciana	2723
Extremadura	3048
Galicia	3876
Madrid	2789
Murcia	3240
Navarra	3155
País Vasco	3023
La Rioja	3356

Cumplían estas condiciones las siguientes CCAA:

- GALICIA (mayor consumo energético)
- VALENCIA (menor consumo energético)
- MADRID (urbana)
- ANDALUCÍA (mayor número de población)

### 3.6.2. Elaboración de las listas de la compra

Para estimar las cantidades de alimentos incluidos en la dieta total nos hemos basado en el ENNA-2 (INE-IN, 1985) antes descrito y la dieta está formada por los alimentos que componen las listas de las 4 CCAA.

En cada una de las CCAA elegidas se ha elaborado una lista por orden de mayor a menor en cuanto a la cantidad física ingerida, con los 234 alimentos cuyo consumo ha sido controlado. De estos alimentos, se escogen aquellos que aportan el 95% de la energía total consumida, y aquellos que aunque no se consuman por encima de este 95%, tienen una carga considerable de contaminantes, según las directrices especificadas en el protocolo de las actividades de la FAO, *Subnetwork E*. El resultado de esta clasificación nos lleva a la obtención de unas tablas donde se refleja la composición de la dieta total de cada una de las CCAA, basándonos en la cesta de la compra que aparecen en el capítulo siguiente.

### 3.6.3. Recogida de muestras

Para la recogida de muestras, nos desplazamos a cada una de las ciudades -Madrid, Valencia, La Coruña y Sevilla- objeto de estudio. Teniendo en cuenta los puntos más representativos de venta en cada una de las ciudades, se adquieren los alimentos, así como las marcas más consumidas de cada producto en concreto. Se utiliza el método de las mezclas para una mayor generalización. Los puntos de venta escogidos fueron mercados tradicionales, así como cadenas de supermercados específicas y ampliamente distribuidas en cada una de las distintas localidades.

	MADRID	GALICIA	VALENCIA	ANDALUCIA
Número de alimentos que aportan el 95% de la energía total consumida	73	64	67	71
Peso de alimento que se ingiere (g)	1724	2380	1511	1887
Puntos de venta (mercados, super e hipermercados)	42	14	14	16
Peso total de alimentos adquiridos (kg)	243	102	99	104

En Madrid se adquirieron los alimentos en un mercado tradicional: "Mercado de Argüelles", en una cadena de supermercados, "Día", con casi 800 centros distribuidos por todo Madrid y en varios hipermercados, considerando su situación geográfica y abarcando, lo más posible, todos los distritos de la ciudad: "Jumbo" (noreste) y "Alcampo" (norte, sureste, sur,...).

En Valencia se eligió el "Mercado Central", el más importante de la capital y uno de los más grandes de Europa, en el centro de la localidad, así como un supermercado de la cadena "Mercadona", ampliamente distribuido en el Levante español.

En Galicia los alimentos se compraron en un mercado tradicional y en un supermercado de la cadena "Claudio San Martín", también en la cadena de supermercados "Alcampo" y "Continente", en La Coruña.

En Sevilla, se eligió uno de los mercados con más tradición en esta ciudad, El "Mercado de la Encarnación" y un supermercado de la cadena más distribuida en Sevilla "Supermercados Cobrero". Se eligió también el horno de pan "San Francisco", muy conocido en esta ciudad.

Se han recogido también muestras de agua en las distintas localidades y distintos puntos de las mismas.

En cada una de estas localidades se recogen marcas que según comunicación personal de los industriales y distribuidores son las más consumidas y distribuidas. Esta información nos fue facilitada por la Fundación Española de la Nutrición (FEN) y otras instituciones.

#### 3.6.4. Preparación de las muestras y envío

Los alimentos se almacenaron congelados a  $-40^{\circ}\text{C}$  hasta que se recogieron todos los productos del mismo grupo en cada Comunidad Autónoma. Cada producto se preparó por separado por homogenización de las muestras recogidas con un robot mezclador y triturador Waring Blender recubierto con cuchillas de titanio, material no contaminante. Posteriormente se combinaron según los grupos de alimentos antes citados.

Todos los alimentos se limpiaron y se prepararon de la forma habitual en la que se hace en la cocina española para su preparación culinaria y/o consumo. Así, las verduras y frutas se pelaron y se tomó la parte comestible de los alimentos, empleando para ello utensilios de uso común en las cocinas españolas, cuchillos de acero inoxidable, etc. Las tablas para cortar, así como los recipientes para almacenarlos son de plástico, útiles para el contacto alimentario, sin ningún color y de material no contaminante. Se utilizan también bolsas de polietileno que se pueden cerrar herméticamente para poder conservar los alimentos durante cierto tiempo.

El pescado se visceró, se descabezó y se fileteó antes de la homogenización, excepto los pescados pequeños que se consumen enteros.

La carne se fileteó también antes de la homogenización excepto los embutidos incluidos en este grupo.

Las leguminosas se trituraron con el robot así como los huevos, el grupos de varios y los cereales y lácteos.

Se mezclaron alimentos del mismo tipo (todas las marcas de leche, galletas, naranjas, etc) y se reservan en bolsas de polietileno herméticas.

Los alimentos se pesaron y en las proporciones adecuadas se mezclaron, quedando así distribuidos por los grupos de alimentos anteriormente mencionados. De cada uno de ellos se tomó la parte necesaria para elaborar la dieta total de cada una de las CCAA y se mezcló con ayuda del robot. Se almacenaron, después de ser esterilizados, en recipientes hermeticos a -40°C, enviándolos debidamente envasados por una compañía de transporte rápido (DHL) al Laboratorio Central del "Agricultural Research Centre of Finland", donde son liofilizados y analizados en cuanto al contenido de plomo, mercurio, cadmio, níquel, molibdeno, cobre, hierro, zinc, manganeso, selenio, arsénico, calcio y magnesio. Además y como participante de la Subnetwork E, el Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires del INRA (Francia) mostró interés exclusivamente en las dietas totales y colaboró en las determinación de varios elementos.

### 3.7. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

La determinación de la concentración de elementos minerales en las muestras enviadas fue responsabilidad del Laboratorio Central de Análisis, como hemos dicho del Agricultural Centre of Finland. Junto con cada colección de muestras se analizó un material de referencia secundario para establecer niveles correctos de la concentración de elementos minerales. Laboratorios de reconocido prestigio por tener una excelente calidad en sus determinaciones analíticas (FAO, 1989) los preparan específicamente para el programa de control de calidad analítico y para ser utilizados por la Subnetwork on Trace Elements in Food, subprograma de la FAO (Kumpulainen, 1987; 1988; 1989) y se identifican como IAEA-9 y USDA TDD-1 (preparada por Dr Wolf, Nutrient Composition Laboratory, USDA, Beltsville, USA).

Los materiales de referencia que se han empleado en las determinaciones analíticas de este trabajo aparecen a continuación en las siguientes tablas.

PLOMO Y CADMIO DE MADRID

	Unidad		Media y desviación	Valores certificados
ARC/Cl Leche desnatada en polvo RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$19.0 \pm 6.2$	$16 \pm 3$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$0.4 \pm 0.2$	$< 5$
NBS 1549 Leche en polvo sin grasa	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$25.5 \pm 4.6$	19
TDDP Dieta Total RM (NIST)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$142.3 \pm 14.8$	$151 \pm 23$
ARC/Cl Músculo animal (cerdo) RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$98.6 \pm 19.9$	$89 \pm 13$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$25.3 \pm 7.6$	$22 \pm 4$
ARC/Cl Patata en polvo	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$19.5 \pm 1.0$	$26 \pm 6$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$32.1 \pm 3.5$	$35 \pm 3$
ARC/Cl HDP Dieta Total RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$56.5 \pm 2.2$	$43 \pm 8$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$19.4 \pm 0.6$	$21 \pm 3$
ARC/Cl Harina de trigo	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$11.4 \pm 3.0$	$18 \pm 7$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$36.5 \pm 3.6$	$39 \pm 4$

MATERIALES DE REFERENCIA PARA PLOMO, CADMIO Y MERCURIO DE VALENCIA Y GALICIA

	Unidad		Media y desviación	Valores certificados
ARC/Cl Leche desnatada en polvo RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$18.9 \pm 2.1$	$16 \pm 3$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$0.4 \pm 0.0$	$< 5$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss		$0.7 \pm 0.8$	$< 1$
NBS 1549 Leche en polvo sin grasa	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$23.6 \pm 3.3$	19
TDDP Dieta Total RM (NIST)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$130.2 \pm 5.6$	$151 \pm 23$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$40.8 \pm 0.8$	$42 \pm 5$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Hg	$5.7 \pm 0.3$	
ARC/Cl Músculo animal (cerdo) RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$85.7 \pm 1.4$	$89 \pm 13$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$23.2 \pm 3.3$	$22 \pm 4$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Hg	$19.9 \pm 4.4$	$22 \pm 3$
ARC/Cl HDP Dieta Total RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$40.5 \pm 6.4$	$43 \pm 8$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$20.3 \pm 2.3$	$21 \pm 3$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Hg	$5.1 \pm 2.2$	$6.6 \pm 3.6$
ARC/Cl Harina de trigo	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$15.9 \pm 3.0$	$18 \pm 7$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$39.1 \pm 4.6$	$39 \pm 4$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Hg	$< 0$	$< 1$
ARC/Cl Patata en polvo	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$15.5 \pm 3.2$	$26 \pm 2.8$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Cd	$32.7 \pm 3.4$	$35 \pm 1.6$
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Hg	$< 0$	



## PLOMO Y CADMIO DE ANDALUCIA

ARC/Cl Leche desnatada en polvo RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss $\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb Cd	$12.7 \pm 5$ $0.4 \pm 0$	$16 \pm 3$ $< 5$
NBS 1549 Leche en polvo sin grasa	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$23.6 \pm 3.3$	19
TDDP Dieta Total RM (NIST)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb	$135.2 \pm 6.5$	$151 \pm 23$
ARC/Cl Músculo animal (cerdo) RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss $\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb Cd	$94.6 \pm 5$ $20.1 \pm 2.4$	$89 \pm 13$ $22 \pm 4$
ARC/Cl HDP Dieta Total RM	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss $\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb Cd	$50.0 \pm 1.8$ $22.1 \pm 3.3$	$43 \pm 8$ $21 \pm 3$
ARC/Cl Harina de trigo	$\mu\text{g}/\text{kg}$ ss $\mu\text{g}/\text{kg}$ ss	Pb Cd	$16.2 \pm 2.5$ $37.4 \pm 2.9$	$18 \pm 7$ $39 \pm 4$

## MATERIALES DE REFERENCIA PARA MERCURIO DE MADRID Y ANDALUCIA

	Valor obtenido	Valores Recomendados
ARC/Cl Músculo de cerdo RM	24.2	$22 \pm 3$
ARC/Cl Músculo de cerdo RM	20.5	$22 \pm 3$
ARC/Cl Dieta Total (HDP) RM	5.0	$6.6 \pm 3.6$
ARC/Cl Dieta Total (HDP) RM	5.5	$6.6 \pm 3.6$
NIST Dieta Total RM	6.2	6.4
NIST Dieta Total RM	7.7	6.4
NIST Dieta Total RM	5.9	6.4

El manejo de las muestras en el Laboratorio Central se lleva a cabo en condiciones de limpieza extrema, se utilizan guantes de "usar y tirar" y recipientes lavados con ácido. Las muestras se someten a una hidrólisis ácida en tubos de digestión de cristal cubiertos con embudos usando nítrico concentrado. Las soluciones se diluyeron con agua destilada hasta 50 ml. Toda la batería de cristal se lavó con un tratamiento de 3 ácidos (10% HNO<sub>3</sub> seguido de 10% de HCl y 3% de nítrico), aclarándose después con agua destilada.

Plomo y cadmio se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica electrotermica (VARIAN SpectrAA 400) usando el efecto Zeeman para una corrección de fondo y atomización de plataforma. Se empleó el método de las adiciones estándar y se usó (NH<sub>4</sub>)H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> para modificación de matriz.

Para la determinación de calcio, magnesio, sodio y potasio se pesó una muestra liofilizada (250 mg) en un tubo Corning (16x150mm). Los tubos se dispusieron horizontalmente en una bandeja de acero inoxidable en un horno. La hilera más baja se mantiene libre para evitar cualquier choque térmico debido al fondo caliente. Se procesa a 550°C durante 12 horas. Las cenizas se disuelven en 15 ml de HCl 0.1N en un baño de ultrasonido durante 10 mn. Para

evitar interferencias la solución se diluye adecuadamente con una solución de trióxido de lantano (0.1%) acidificada (HCl) para la determinación de calcio y magnesio.

Los elementos se determinaron por FAAS (Perkin Elmer 560) para el calcio y el magnesio. Para determinar el fósforo, el procedimiento es el mismo hasta el paso del baño de ultrasonido en los 15 ml HCl 0.1N y luego se determina por colorimetría usando como reactivo nitrovanadomolibdico (MISSON 1908) a 436 nm.

Todos los datos se expresan en  $\mu\text{g}$ , mg o g/kg de sustancia seca. En nuestro trabajo se elaboró una dieta total mezclando la parte correspondiente de cada grupo de alimentos que se analizó y teniendo en cuenta el peso que de ella se consume, así como el porcentaje de humedad de la muestra, se pudo calcular la ingesta de cada contaminante y nutriente que con ella se ingiere, al igual que con cada uno de los grupos de alimentos que hemos considerado. El agua se ha analizado por separado y aunque no se tienen datos de consumo de agua por persona y día en nuestro país, se ha podido hacer una estimación de lo que con ella se ingiere considerando una ingesta media de agua de un litro por persona y día.

### 3.8. CONVERSIÓN DE NIVELES DE CONTAMINANTES EN INGESTAS DIARIAS

Según se indica en la Guidelines (WHO, 1985), cuando se ha empleado la distribución en grupos de alimentos, la concentración de contaminante de un grupo de alimentos dado se multiplica por el peso (en kg) del grupo de alimentos consumido en la dieta elegida como representativa de la población. Para obtener la ingesta total se suman las ingestas obtenidas con cada uno de los grupos, aunque como hemos dicho se obtiene una doble información pues una de las muestras está constituida por una dieta total.

Por otro lado, también se ha calculado la ingesta de contaminantes y nutrientes, empleando para ello la base de datos de composición de metales pesados y nutrientes, teniendo en cuenta igualmente la cantidad de cada alimento que se ingiere.

### 3.9. ADECUACIÓN A LAS INGESTAS RECOMENDADAS Y A LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS

Todas las ingestas de los distintos metales se han comparado, si se tratan de nutrientes esenciales con las ingestas recomendadas (Departamento de Nutrición, 1994) o con las RDA (NRC, 1989). Dichas ingestas y debido al creciente interés en la relación esencialidad-toxicidad de ciertos nutrientes esenciales, se han comparado también con los niveles que se considera que pueden llegar a ser perjudiciales para la salud o con las llamadas RfD (NRC, 1989).

Para los metales específicamente contaminantes la comparación se ha hecho entre las ingestas con las ADI (Codex Alimentarius, 1984)(WHO, 1993) si existen, o bien con las RfD o zonas de seguridad (NRC, 1989).

LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS DE DISTINTOS METALES

(Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Roma, 1984, Ginebra 1993)

Elemento	ADI (mg/kg pc*)	PTWI	ADI para hombre tipo de 65 kg de peso corporal (mg)
As	0.002		0.13
Cd		0.007	0.065
Cu	0.05-0.5		3.25-32.5
Fe	0.8		52
Pb		0.025	0.23
Hg		0.005	0.046
Zn	0.3-1.0		19.5-65

pc: peso corporal

VALORES DE SEGURIDAD PARA ALGUNOS ELEMENTOS

(RDA, 1980)

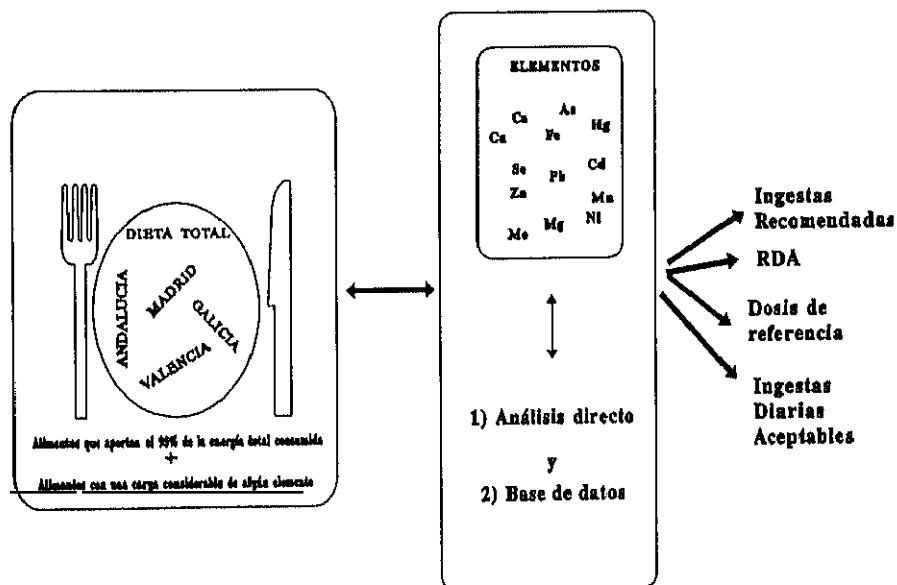
CALCIO	hasta 2.500 mg/día
SELENIO	5 mg/día
MANGANESO	2-5 mg/día
MOLIBDENO	75-250 µg/día

VALORES DE RDA Y RI PARA ALGUNOS METALES

(NRC, 1989)(Departamento de Nutrición, 1994)

COBRE	1,5-3 mg
ZINC	15 mg
MANGANESO	2-5 mg
HIERRO	10 mg
CALCIO	800 mg
MAGNESIO	350 mg
MOLIBDENO	75-250 µg
SELENIO	70 µg

Este estudio se ha desarrollado con el siguiente esquema:



## **4. RESULTADOS**

#### **4.1 Composición de las dietas totales de las CCAA**

Tabla 1. VALENCIA. COMPOSICIÓN DE LA DIETA TOTAL (g de porción comestible)

<u>GRUPO</u>	<u>ALIMENTOS</u>	<u>g/día</u>	
<u>LÁCTEOS</u>	Leche	229	
	Yogur	14.5	
	Queso manchego	6.9	
	Leche condensada	15.2	
<u>CEREALES</u>	Pan	198	
	Arroz	38.5	
	Galletas	13.6	
	Madalenas y bollos	6.76	
	Pastas	8.19	
	Harina	4.06	
<u>CARNE</u>	Pollo	51.94	
	Cerdo	14.76	
	Ternera	19.2	
	Ovino	7.8	
	Chorizo	3.82	
	Jamón York	5.21	
	Jamón Serrano	7.41	
	Hígado	1.11	
	Foie-gras	0.71	
	Conejo	6.9	
	Salchichas, butifarra	6.86	
	<u>PESCADO</u>	Pescadilla	2.6
		Merluza pescadilla	9.9
Sardinas		2.8	
Chirlas y almejas		0.2	
Calamares y otros		3.7	
Mejillones		0.8	
Atún en aceite		3.18	
<u>FRUTAS</u>	Naranjas	34.2	
	Manzanas	34.1	
	Plátanos	21.5	
	Peras	24.1	
	Melones	15.2	
	Sandías	7.2	
	Mandarinas	4.3	
	Uvas	14	
	Melocotones	13	
	Limones	1.7	
	Aceitunas	5.7	
	Ciruelas	4.1	

<b><u>LEGUMINOSAS</u></b>	Garbanzos	5.32
<b><u>HUEVOS</u></b>	Huevos	31.9
<b><u>AZÚCAR</u></b>	Azúcar	29.9
<b><u>VERDURAS</u></b>	Patatas	115.2
y	Lechuga	12.8
<b><u>HORTALIZAS</u></b>	Tomates	51.14
	Judfas verdes	14.6
	Acelgas	4.5
	Cebollas	20.1
	Pimientos	8.3
	Pepinos	12.7
	Zanahorias	3.8
	Coliflor	5.2
	Tomates nat.cons.	9.39
	Alcachofas	5.7
	Tomate frito	
	Espinacas	1.7
<b><u>BEBIDAS</u></b>	Cerveza	59
	Vino	73
	Gaseosas refrescos	96
	Zumos otras frutas	5
	Brandy	4
<b><u>ACEITES</u></b>	Aceite de oliva	43
<b><u>GRASAS</u></b>	Aceite de girasol	12
	Aceite de maíz	7
	Aceite de soja	7
<b><u>VARIOS</u></b>	Prep. polvo cacao	3.18
	Pasteles	7.05
	Chocolate	2.14
Número de alimentos que componen la dieta		66



Tabla 2. GALICIA. COMPOSICIÓN DE LA DIETA TOTAL (g de porción comestible)

<u>GRUPO</u>	<u>ALIMENTOS</u>	<u>g/día</u>	
<u>LÁCTEOS</u>	Leche	421	
	Yogur	8.97	
	Queso de bola	2.29	
	Queso fresco	12.6	
<u>CEREALES</u>	Pan	254	
	Arroz	16.9	
	Galletas	14.8	
	Pastas	14.1	
	Harina	22.3	
<u>CARNE</u>	Pollo	37.2	
	Cerdo	29.7	
	Ternera	47.2	
	Vaca	4.5	
	Ovino	1.35	
	Chorizo	14.2	
	Jamón Serrano	8.68	
	Hígado	1.46	
	Foie-gras	0.14	
	Conejo	3.02	
	<u>PESCADO</u>	Pescadilla	5.4
		Merluza pescadilla	14.7
		Gallos	4.8
Sardinas		7.5	
Chirlas y almejas		0.14	
Calamares y otros		9.87	
Mejillones		0.205	
Atún en aceite		1.51	
Jurel o chicharro		9.3	
Bacalao cur. sal.		8.0	
Bacaladilla		2.8	
<u>FRUTAS</u>	Naranjas	37.2	
	Manzanas	41.3	
	Plátanos	20.7	
	Peras	16.0	
	Mandarinas	3.6	
	Uvas	10.1	
	Melocotones	6.2	
	Limonas	1.6	
	Ciruelas	2.2	

<b><u>LEGUMINOSAS</u></b>	Garbanzos	5.31
	Lentejas	2.41
	Alubias secas	5.17
<b><u>HUEVOS</u></b>	Huevos	37.2
<b><u>AZUCAR</u></b>	Azúcar	44.4
<b><u>VERDURAS</u></b>	Patatas	448.2
y	Lechuga	15.3
<b><u>HORTALIZAS</u></b>	Tomates	22.94
	Judías verdes	8.40
	Cebollas	12.33
	Pimientos	8.34
	Coles	28.95
	Pepinos	4.8
	Zanahorias	3.2
	Coliflor	4.76
	Espinacas	0.43
<b><u>BEBIDAS</u></b>	Cerveza	32
	Vino	360
	Gaseosas refrescos	93
	Zumos otras frutas	10
	Brandy	7
<b><u>ACEITES Y GRASAS</u></b>	Aceite de oliva	61
	Aceite de girasol	22
<b><u>VARIOS</u></b>	Prep. polvo cacao	10.9
	Pasteles	6.34
	Chocolate	2.77
Número de alimentos que componen la dieta		64

Tabla 3. ANDALUCIA. COMPOSICIÓN DE LA DIETA TOTAL (g de porción comestible)

<u>GRUPO</u>	<u>ALIMENTOS</u>	<u>ANDALUCÍA</u>	
<u>LÁCTEOS</u>	Leche	307	
	Yogur	21.4	
	Queso manchego	5.53	
	Leche condensada	8.62	
	Leche cabra	20	
<u>CEREALES</u>	Pan	228	
	Arroz	21.3	
	Galletas	12.57	
	Madalenas y bollos	5.16	
	Pastas	6.08	
	Harina	8.94	
<u>CARNE</u>	Pollo	40.6	
	Cerdo	21.82	
	Ternera	15.3	
	Ovino	1.90	
	Chorizo	7.87	
	Jamón York	3.61	
	Jamón Serrano	6.53	
	Hígado	0.92	
	Foie-gras	0.68	
<u>PESCADO</u>	Pescadilla	8.03	
	Merluza pescadilla	11.79	
	Gallos	2.28	
	Boquerones	6.70	
	Sardinas	2.84	
	Chirlas y almejas	0.51	
	Calamares y otros	4.33	
	Atún en aceite	2.43	
	Jurel o chicharro	2.63	
<u>FRUTAS</u>	Naranjas	53.3	
	Manzanas	30.6	
	Plátanos	27.5	
	Peras	25.5	
	Melones	19.9	
	Sandías	14.6	
	Mandarinas	3.29	
	Uvas	13.7	
	Melocotones	8.0	
	Limones	2.1	
	Aceitunas	3.51	
	Ciruelas	2.99	

<b><u>LEGUMINOSAS</u></b>	Garbanzos	14.6
	Lentejas	7.25
	Alubias secas	7.14
<b><u>HUEVOS</u></b>	Huevos	39.34
<b><u>AZÚCAR</u></b>	Azúcar	39.4
<b><u>VERDURAS</u></b>	Patatas	162.9
<b><u>Y</u></b>	Lechuga	15.2
<b><u>HORTALIZAS</u></b>	Tomates	60.4
	Judías verdes	8.5
	Acelgas	3.65
	Cebollas	12
	Pimientos	13.4
	Pepinos	11.9
	Zanahorias	3.29
	Coliflor	4.9
	Tomates nat.cons.	5.23
	Alcachofas	1.85
	Espinacas	2.10
	Ajos	2.34
<b><u>BEBIDAS</u></b>	Cerveza	66
	Vino	53
	Gaseosas refrescos	75
	Zumos otras frutas	8
	Zumo de naranja	3
<b><u>ACEITES</u></b>	Aceite de oliva	62
<b><u>GRASAS</u></b>	Aceite de girasol	18
	Margarina	3.27
	Aceite de soja	3
<b><u>VARIOS</u></b>	Prep. polvo cacao	3.73
	Pasteles	8.90
Número de alimentos que componen la dieta		71

Tabla 4. MADRID. COMPOSICIÓN DE LA DIETA TOTAL (g de porción comestible)

<u>GRUPO</u>	<u>ALIMENTOS</u>	<u>g/día</u>	
<u>LÁCTEOS</u>	Leche	395	
	Yogur	16.3	
	Queso manchego	7.03	
	Leche condensada	3.57	
<u>CEREALES</u>	Pan	158	
	Arroz	14.6	
	Galletas	18.1	
	Madalenas y bollos	10.4	
	Pastas	8.03	
	Harina	4.89	
	<u>CARNE</u>	Pollo	38.3
		Cerdo	28.5
		Ternera	24.9
		Vaca	17.2
Ovino		5.6	
Chorizo		7.6	
Jamón York		6.7	
Jamón Serrano		4.19	
Hígado		1.25	
Foie-gras		1.21	
<u>PESCADO</u>		Pescadilla	12.6
		Merluza pescadilla	10.4
		Gallos	6.4
	Boquerones	3.7	
	Sardinas	3.2	
	Chirlas y almejas	0.48	
	Calamares y otros	4.9	
	Truchas	1.3	
	Mejillones	0.5	
	Atún en aceite	1.86	
	<u>FRUTAS</u>	Naranjas	59.8
		Manzanas	32.2
		Plátanos	21.4
Peras		27.2	
Melones		18	
Sandías		8.3	
Mandarinas		9.6	
Uvas		10.4	
Melocotones		9.4	
Limonos		2.2	
Aceitunas		4	

	Ciruelas	3.5
	Fresas	2.9
<b><u>LEGUMINOSAS</u></b>	Garbanzos	7.36
	Lentejas	6.21
	Alubias secas	5.49
<b><u>HUEVOS</u></b>	Huevos	40.13
<b><u>AZÚCAR</u></b>	Azúcar	27.6
<b><u>VERDURAS</u></b>	Patatas	119.7
y	Lechuga	29.6
<b><u>HORTALIZAS</u></b>	Tomates	44.7
	Judías verdes	18.9
	Acelgas	10.4
	Cebollas	10.4
	Pimientos	8.1
	Coles	6.3
	Pepinos	6.4
	Zanahorias	5.9
	Coliflor	5.2
	Tomates natural conserva	6.5
	Alcachofas	2.2
	Tomate frito	5.03
	Espinacas	3
<b><u>BEBIDAS</u></b>	Cerveza	41
	Vino	93
	Gaseosas refrescos	106
	Zumos otras frutas	3
	Brandy	3
<b><u>ACEITES Y</u></b>	Aceite de oliva	48
<b><u>GRASAS</u></b>	Aceite de girasol	18
	Aceite de soja	3
<b><u>VARIOS</u></b>	Prep. polvo cacao	3.92
	Pasteles	9.43
Número de alimentos que componen la dieta		73

Tabla 5. COMPOSICION DE LAS DIETAS TOTALES en g de porción comestible

GRUPO	ALIMENTOS	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
<b>LACTEOS</b>	Leche	229	421	307	395
	Yogur	14.5	8.97	21.4	16.3
	Queso manchego	6.9		5.53	7.03
	Leche condensada	15.2		8.62	3.57
	Queso de bola		2.29		
	Queso fresco		12.6		
	Leche cabra			20	
Total		265.6	444.9	362.6	421.9
<b>CEREALES</b>	Pan	198	254	128	158
	Arroz	38.5	16.9	21.3	14.6
	Galletas	13.6	14.8	12.57	18.1
	Madalenas y bollos	6.76		5.16	10.4
	Pastas	8.19	14.1	6.08	8.03
	Harina	4.06	22.3	8.94	4.89
Total		269	322	182	214
<b>ACEITES GRASAS</b>	Accite de oliva	43	61	62	48
	Accite de girasol	12	22	18	18
	Accite de maíz	7			
	Margarina			3.27	
	Accite de soja	7		3	3
Total		69	83	86	69
<b>CARNE</b>	Pollo	51.94	37.2	40.6	38.3
	Cerdo	14.76	29.7	21.82	28.5
	Ternera	19.2	47.2	15.3	24.9
	Vaca		4.5		17.2
	Ovino	7.8	1.35	1.90	5.6
	Chorizo	3.82	14.2	7.87	7.6
	Jamón York	5.21		3.61	6.7
	Jamón Serrano	7.41	8.68	6.53	4.19
	Hígado	1.11	1.46	0.92	1.25
	Foie-gras	0.71	0.14	0.68	1.21
	Conejo	6.9	3.02		
	Salchichas, butifarr	6.86			
Total		126	147	99	135
<b>HUEVOS</b>	Huevos	31.9	37.2	39.34	40.13
<b>AZUCAR</b>	Azúcar	29.9	44.4	39.4	27.6

GRUPO	ALIMENTOS	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID	
<b>PESCADO</b>	Pescadilla	2.6	5.4	8.03	12.6	
	Merluza pescadilla	9.9	14.7	11.79	10.4	
	Gallos		4.8	2.28	6.4	
	Boquerones			6.70	3.7	
	Sardinas	2.8	7.5	2.84	3.2	
	Chirlas y almejas	0.2	0.14	0.51	0.48	
	Calamares y otros	3.7	9.87	4.33	4.9	
	Truchas				1.3	
	Mejillones	0.8	0.205		0.5	
	Atún en aceite	3.18	1.51	2.43	1.86	
	Jurel o chicharro			2.63		
	Bacalao cur. sal.			8.0		
	Bacaladilla			2.8		
<b>Total</b>		<b>23</b>	<b>64</b>	<b>42</b>	<b>45</b>	
<b>FRUTAS</b>	Naranjas	34.2	37.2	53.3	59.8	
	Manzanas	34.1	41.3	30.6	32.2	
	Plátanos	21.5	20.7	27.5	21.4	
	Peras	24.1	16.0	25.5	27.2	
	Melones	15.2		19.9	18	
	Sandías	7.2		14.6	8.3	
	Mandarinas	4.3	3.6	3.29	9.6	
	Uvas	14	10.1	13.7	10.4	
	Melocotones	13	6.2	8.0	9.4	
	Limonos	1.7	1.6	2.1	2.2	
	Accitunas	5.7		3.51	4	
	Ciruelas	4.1	2.2	2.99	3.5	
	Fresas				2.9	
	<b>Total</b>		<b>179</b>	<b>139</b>	<b>205</b>	<b>209</b>
	<b>LEGUMINOSAS</b>	Garbanzos	5.32	5.31	14.6	7.36
Lentejas			2.41	7.25	6.21	
Alubias secas			5.17	7.14	5.49	
<b>Total</b>		<b>5.32</b>	<b>13</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	



GRUPO	ALIMENTOS	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
<b>VERDURAS y HORTALIZAS</b>	Patatas	115.2	448.2	162.9	119.7
	Lechuga	12.8	15.3	15.2	29.6
	Tomates	51.14	22.94	60.4	44.7
	Judías verdes	14.6	8.40	8.5	18.9
	Acelgas	4.5		3.65	10.4
	Cebollas	20.1	12.33	12	10.4
	Pimientos	8.3	8.34	13.4	8.1
	Coles		28.95		6.3
	Pepinos	12.7	4.8	11.9	6.4
	Zanahorias	3.8	3.2	3.29	5.9
	Coliflor	5.2	4.76	4.9	5.2
	Tomates nat. cons.	9.39		5.23	6.5
	Alcachofas	5.7		1.85	2.2
	Tomate frito				5.03
	Espinacas	1.7	0.43	2.10	3
Ajos			2.34		
<b>Total</b>		<b>265</b>	<b>558</b>	<b>308</b>	<b>282</b>
<b>BEBIDAS</b>	Cerveza	59	32	66	41
	Vino	73	360	53	93
	Gaseosas refrescos	96	93	75	106
	Zumos otras frutas	5	10	8	3
	Brandy	4	7		3
	Zumo de naranja			3	
	<b>Total</b>		<b>237</b>	<b>502</b>	<b>205</b>
<b>VARIOS</b>	Prep. polvo cacao	3.18	10.9	3.73	3.92
	Pasteles	7.05	6.34	8.90	9.43
	Chocolate	2.14	2.77		
<b>Total</b>		<b>12</b>	<b>20</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
<b>Número de alimentos que componen la dieta</b>		<b>66</b>	<b>64</b>	<b>71</b>	<b>73</b>

## **4.2 Porcentaje de humedad de las muestras**

**Tabla 6. PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS**

	<b>Valencia</b>	<b>Galicia</b>	<b>Andalucía</b>	<b>Madrid</b>
Dieta Total	479.81	621.66	660.9	497.33
Humedad	31.75%	26.18%	38.66%	28.87%
Porción comestible (g)	1511.2	2374.55	1709.65	1722.67

### **4.3 Determinaciones analíticas de los distintos elementos**

**Tabla 7. Determinaciones analíticas de PLOMO en la dieta total y por grupos de alimentos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ss)**

GRUPO	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCÍA	MADRID
Cereales	$39.8 \pm 0.5$	$192.0 \pm 0.4$	$91.6 \pm 12.5$	$3041.5 \pm 132.2$
Lácteos	$25.5 \pm 3.1$	$36.3 \pm 0.6$	$27.1 \pm 9.7$	$34.9 \pm 1.8$
Huevos	$4.5 \pm 0.4$	$4.5 \pm 0.4$	$82.2 \pm 10.8$	$12.9 \pm 2.0$
Azúcar	0	0	< 5	< 5
Aceites	-	-	-	-
Verduras	$358.0 \pm 25.7$	$99.8 \pm 1.7$	$128.3 \pm 10.5$	$181.6 \pm 5.6$
Leguminosas	$23.3 \pm 0.9$	$18.4 \pm 1.1$	$46.1 \pm 1.7$	$22.4 \pm 3.0$
Frutas	$89.6 \pm 0.9$	$141.3 \pm 10.1$	$165.9 \pm 7.9$	$181.5 \pm 19.3$
Carnes	$128.0 \pm 7.4$	$244.5 \pm 4.7$	$355.6 \pm 4.9$	$82.4 \pm 1.8$
Pescados	$119.1 \pm 0.4$	$105.3 \pm 14.0$	$123.2 \pm 19.9$	$345.5 \pm 42.1$
Bebidas	$17.5 \pm 0.6$	$43.0 \pm 1.4$	$15.2 \pm 1.1$	$22.7 \pm 4.7$
Varios	$136.3 \pm 7.2$	$247.1 \pm 14.1$	$130.8 \pm 3.0$	$149.8 \pm 17.3$
Dieta total	$86.9 \pm 9.1$	$161.1 \pm 11$	$61.4 \pm 6.8$	$1061.5 \pm 91.2$
Agua	$1.8 \pm 0.0$	$169.7 \pm 1.5$	-	0.9 0.7 1.5 0.5

**Tabla 8. Determinaciones analíticas de MERCURIO en la dieta total y por grupos de alimentos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ss)**

GRUPO	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCÍA	MADRID
Cereales	0.8	0.4	2.0	4.5
Lácteos	$1.7 \pm 0.8$	2.8	< 2	< 2
Huevos	1.6	$7.7 \pm 0.7$	8.6	15.8
Azúcar	-	-	< 2	< 2
Aceites	-	-	-	-
Verduras	0.0	0.0	4.5	3.6
Leguminosas	$0.7 \pm 0.6$	$0.5 \pm 0.4$	< 2	< 2
Frutas	$2.4 \pm 0.4$	$3.3 \pm 1.6$	4.1	7.0
Carnes	$25.1 \pm 3.7$	$7.3 \pm 0.2$	16	11.0
Pescados	$433.3 \pm 2.5$	$473.9 \pm 16.8$	568	629
Bebidas	$0.4 \pm 0.1$	$0.3 \pm 0.0$	< 2	< 2
Varios	$1.6 \pm 0.4$	$0.7 \pm 0.1$	< 2	< 2
Dieta total	$8.7 \pm 2.0$	$9.4 \pm 1.3$	12	13.6
Agua	-	-	-	< 2

Tabla 9. Determinaciones analíticas de CADMIO en la dieta total y por grupos de alimentos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ss)

GRUPO	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCÍA	MADRID
Cereales	$17.7 \pm 0.5$	$14.8 \pm 1.1$	$19.1 \pm 1.5$	$30.5 \pm 0.1$
Lácteos	$0.4 \pm 0.0$	$1.4 \pm 0.0$	-	$0.7 \pm 0.2$
Huevos	$1.6 \pm 0.3$	$1.2 \pm 0.2$	$0.3 \pm 0.1$	< 2
Azúcar	-	-	< 1	$0.3 \pm 0.2$
Aceites	-	-	-	-
Verduras	$57.6 \pm 0.9$	$186.5 \pm 5.5$	$99.6 \pm 0.6$	$137.6 \pm 3.1$
Leguminosas	$1.9 \pm 0.3$	$2.8 \pm 0.3$	$1.3 \pm 0.1$	$1.8 \pm 0.1$
Frutas	$11.2 \pm 0.9$	$10.3 \pm 1.2$	$2.9 \pm 0.4$	$4.6 \pm 0.3$
Carnes	$5.3 \pm 0.2$	$5.7 \pm 0.3$	$4.6 \pm 0.1$	$3.3 \pm 0.0$
Pescados	$3246.0 \pm 7.5$	$159.1 \pm 6.9$	$1744.7 \pm 16.0$	$709.2 \pm 33.0$
Bebidas	$0.4 \pm 0.1$	$0.5 \pm 0.1$	$0.3 \pm 0.2$	$0.115 \pm 0.029$
Varios	$24.6 \pm 4.1$	$37.9 \pm 2.1$	$18.1 \pm 1.3$	$21.1 \pm 0.3$
Dieta total	$61.5 \pm 2.7$	$36.8 \pm 2.6$	$47.9 \pm 0.0$	$32.7 \pm 0.3$
Agua	$0.3 \pm 0.0$	$0.3 \pm 0.0$	-	$0.310 \pm 0.000$ $0.126 \pm 0.005$ $0.091 \pm 0.025$ $0.072 \pm 0.001$

Tabla 10. Determinaciones analíticas de NÍQUEL en la dieta total y por grupos de alimentos ( $\mu\text{g}/\text{kg ss}$ )

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
<b>GRUPOS</b>				
Cereales	3641 $\pm$ 46.7	-	145.0 $\pm$ 17.0	3852 $\pm$ 45.3
Lácteos	64.9 $\pm$ 14.1	57.2 $\pm$ 0.0	61.0 $\pm$ 5.8	127.1 $\pm$ 8.7
Huevos	10.7 $\pm$ 13.2	160.8 $\pm$ 9.1	3590.6 $\pm$ 46.7	131.9 $\pm$ 22.2
Azúcar	-	-	13.5 $\pm$ 1.7	3.5 $\pm$ 0.00
Aceites	-	-	-	-
Verduras	4134.0 $\pm$ 1.4	1367 $\pm$ 33.9	7425 $\pm$ 306.9	3994 $\pm$ 35.4
Leguminosas	-	1357.5 $\pm$ 57.3	1460 $\pm$ 63.6	1609 $\pm$ 144.2
Frutas	102.5 $\pm$ 7.8	1047 $\pm$ 94.8	357.5 $\pm$ 21.9	3084.5 $\pm$ 115.3
Carnes	98.3 $\pm$ 9.5	-	3211.4 $\pm$ 292.3	547.8 $\pm$ 67.9
Pescados	234.2 $\pm$ 4.9	364.3 $\pm$ 88.4	459.0 $\pm$ 66.1	2600.1 $\pm$ 2.3
Bebidas	3.7 $\pm$ 1.8	9.3 $\pm$ 0.6	10.3 $\pm$ 2.2	7.0 $\pm$ 1.6
Varios	689.0 $\pm$ 48.1	1747.0 $\pm$ 124.5	771.5 $\pm$ 40.3	1317.5 $\pm$ 10.6
Dieta total	-	1208.5 $\pm$ 31.8	200.5 $\pm$ 31.8	2843.5 $\pm$ 103.9



Tabla 11. Determinaciones analíticas de MOLIBDENO en la dieta total y por grupos de alimentos (g/kg ss)

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
<b>GRUPOS</b>				
Cereales	273.8±44.2	253.5±0.4	198.6±23.3	218.7±7.6
Lácteos	277.4±2.60	219.5±0.00	331.2±18.2	294.8±16.0
Huevos	467.0±38.5	219.6±4.6	1329.6±33.4	460.1±7.5
Azúcar	-	-	1.9±2.3	0.8±0.000
Aceites	-	-	-	-
Verduras	584.6±1.6	84.3±8.0	260.3±9.6	413.4±13.6
Leguminosas	1983.3±4.8	3748±140.9	1391.6±158.9	-
Frutas	150.2±36.6	104.8±9.1	179.2±32.8	147.9±2.00
Carnes	62.6±6.10	106.0±17.4	144.9±6.1	136.5±10.3
Pescados	55.0±18.0	17.9±2.1	63.8±4.1	131.4±17.5
Bebidas	1.0±1.1	4.6±0.6	1.8±0.7	0.1±0.000
Varios	282.1±34.2	224.8±18.0	163.4±15.6	124.8±4.40
Dieta total	207.1±2.3	237.4±15.3	318.7±22.3	432.5±27.4

Tabla 12. Determinaciones analíticas de **COBRE** en la dieta total y por grupos de alimentos (mg/kg ss)

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
<b>GRUPOS</b>				
Cereales	3.24±0.010	3.14±0.080	1.9±0.200	49.0±4.100
Lácteos	0.45±0.000	0.55±0.000	0.5±0.100	0.5±0.100
Huevos	2.64±0.010	3.10±0.100	2.9±0.000	5.7±2.600
Azúcar	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-
Verduras	8.97±0.040	5.50±0.090	4.9±0.000	7.2±0.500
Leguminosas	8.90±0.550	10.03±0.100	9.7±0.000	9.1±0.100
Frutas	4.18±0.210	4.38±0.170	4.3±0.100	9.1±0.100
Carnes	4.80±0.240	12.00±0.760	9.0±0.500	8.8±0.200
Pescados	24.12±0.790	5.49±0.53	13.3±0.100	10.7±0.200
Bebidas	0.100±0.000	0.010±0.008	0.10±0.000	0.1±0.000
Varios	4.75±0.080	9.22±0.050	4.4±0.000	5.2±0.100
Dieta total	3.27±0.130	3.67±0.29	2.2±0.000	20.6±3.600

Tabla 13. Determinaciones analíticas de **HIERRO** en la dieta total y por grupos de alimentos (mg/kg ss)

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
<b>GRUPOS</b>				
Cereales	20.3 ± 0.300	21.4 ± 0.300	20.4 ± 0.700	21.9 ± 0.200
Lácteos	2.5 ± 0.100	2.7 ± 0.000	4.2 ± 1.800	6.4 ± 0.600
Huevos	78.3 ± 0.900	73.9 ± 0.800	52.1 ± 0.700	78.5 ± 2.900
Azúcar	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-
Verduras	49.6 ± 0.600	44.9 ± 0.700	48.0 ± 0.600	47.0 ± 1.500
Leguminosas	44.0 ± 3.400	72.1 ± 0.300	68.2 ± 1.500	66.6 ± 0.300
Frutas	14.4 ± 1.200	10.3 ± 0.800	16.4 ± 0.800	12.0 ± 0.800
Carnes	68.9 ± 2.400	63.0 ± 8.800	35.4 ± 6.000	38.0 ± 0.300
Pescados	43.1 ± 3.200	31.6 ± 3.900	49.6 ± 2.900	75.0 ± 2.800
Bebidas	2.2 ± 0.000	4.3 ± 0.100	1.6 ± 0.000	3.6 ± 0.100
Varios	36.5 ± 0.400	54.2 ± 2.100	30.8 ± 1.200	39.7 ± 2.900
Dieta total	23.0 ± 0.100	30.5 ± 0.035	22.6 ± 0.100	28.0 ± 0.200

**Tabla 14. Determinaciones analíticas de ZINC en la dieta total y por grupos de alimentos (mg/kg ss)**

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
<b>GRUPOS</b>				
Cereales	15.4±0.600	14.4±0.200	9.5±0.100	39.8±3.000
Lácteos	30.3±0.400	26.8±0.000	31.3±0.500	33.9±0.400
Huevos	57.3±0.500	54.8±0.200	48.0±0.300	55.6±0.700
Azúcar	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-
Verduras	21.3±0.100	16.5±0.600	14.6±0.00	14.5±0.300
Leguminosas	34.0±2.500	41.3±0.500	37.2±0.100	33.3±0.200
Frutas	4.9±0.050	4.9±0.010	5.5±0.300	6.2±0.200
Carnes	80.2±10.50	90.9±7.600	83.2±1.200	84.3±1.000
Pescados	47.6±0.800	37.0±1.400	42.4±0.200	55.4±0.700
Bebidas	0.100±0.000	0.100±0.000	0.100±0.00	0.100±0.00
Varios	15.0±0.200	20.0±0.200	9.7±0.000	13.2±0.300
Dieta total	21.0±0.100	20.4±0.200	16.3±0.100	31.2±2.800

**Tabla 15. Determinaciones analíticas de MANGANESO en la dieta total y por grupos de alimentos (mg/kgss)**

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
<b>GRUPOS</b>				
Cereales	7.83±0.390	14.56±0.00	8.7±0.100	11.1±0.007
Lácteos	0.29±0.070	0.30±0.000	0.314±0.048	0.259±0.001
Huevos	1.48±0.020	1.95±0.070	0.965±0.024	1.6±0.091
Azúcar	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-
Verduras	10.69±0.16	9.67±0.320	8.4±0.014	10.3±0.100
Leguminosas	24.76±1.63	23.67±0.04	21.3±0.100	19.6±0.100
Frutas	5.47±0.05	5.02±0.02	3.6±0.300	3.9±0.100
Carnes	0.90±0.010	0.80±0.050	0.901±0.025	0.594±0.057
Pescados	1.71±0.350	1.00±0.080	2.0±0.005	2.8±0.036
Bebidas	0.30±0.004	0.86±0.010	0.773±0.007	0.296±0.003
Varios	6.92±0.060	9.93±0.040	5.5±0.100	5.8±0.021
Dieta total	5.29±0.040	9.24±0.060	5.8±0.200	6.9±0.085

**Tabla 16. Determinaciones analíticas de CALCIO en la dieta total y por grupos de alimentos (g/kg ss)**

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCÍA	MADRID
<b>GRUPOS</b>				
Cereales	0.672 ± 0.003	0.601 ± 0.004	0.520 ± 0.006	1.729 ± 0.035
Lácteos	8.868 ± 0.072	7.608 ± 0.000	8.657 ± 0.230	8.139 ± 0.228
Huevos	2.161 ± 0.088	2.222 ± 0.047	2.029 ± 0.025	2.378 ± 0.028
Azúcar	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-
Verduras	1.745 ± 0.003	0.598 ± 0.006	0.894 ± 0.002	1.512 ± 0.006
Leguminosas	1.221 ± 0.074	1.199 ± 0.024	0.058 ± 0.004	1.112 ± 0.043
Frutas	0.819 ± 0.009	0.953 ± 0.039	1.134 ± 0.011	1.367 ± 0.020
Carnes	-	-	-	-
Pescados	-	-	-	-
Bebidas	0.035 ± 0.000	0.064 ± 0.000	0.060 ± 0.000	0.049 ± 0.000
Varios	1.397 ± 0.011	1.216 ± 0.098	0.860 ± 0.002	1.432 ± 0.055
Dieta total	1.570 ± 0.010	1.268 ± 0.010	1.508 ± 0.004	2.267 ± 0.013

**Tabla 17. Determinaciones analíticas de MAGNESIO en la dieta total y por grupos de alimentos (g/kg ss)**

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCÍA	MADRID
<b>GRUPOS</b>				
Cereales	0.315±0.006	0.439±0.004	0.341±0.003	0.429±0.006
Lácteos	0.750±0.011	0.666±0.000	0.807±0.004	0.754±0.000
Huevos	0.487±0.011	0.534±0.006	0.644±0.012	0.533±0.028
Azúcar	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-
Verduras	1.529±0.023	0.881±0.016	0.988±0.019	0.856±0.006
Leguminosas	1.258±0.075	1.516±0.004	1.373±0.006	1.359±0.016
Frutas	0.860±0.019	0.756±0.011	0.796±0.001	0.713±0.009
Carnes	0.621±0.011	0.716±0.082	0.707±0.004	0.529±0.000
Pescados	1.444±0.054	1.358±0.021	1.405±0.018	1.507±0.047
Bebidas	0.050±0.000	0.058±0.000	0.053±0.002	0.049±0.000
Varios	0.631±0.015	1.207±0.004	0.538±0.006	0.641±0.025
Dieta total	0.534±0.002	0.645±0.005	0.645±0.209	0.567±0.012

#### **4.4 Ingesta total de los distintos elementos y por grupos de alimentos**



Tabla 18. Ingesta total de **PLOMO** y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total
Cereales	8.91	22.09	51.45	48.37	21.49	37.96	541.57	94.3
Lácteos	0.12	0.29	1.95	1.83	1.44	2.54	1.93	0.3
Huevos	0.03	0.07	0.033	0.03	0.64	1.13	0.10	0.016
Azúcar	0	0	0	0	1.97	3.48	0.14	0.023
Aceites	0	0	0	0	0	0	0	0
Verduras	17.37	43.06	10.18	9.57	7.22	12.75	9.38	1.58
Leguminosas	0.11	0.27	0.21	0.19	1.19	2.10	0.38	0.06
Frutas	2.36	5.85	2.88	2.71	4.99	8.81	5.57	0.94
Carne	5.44	13.49	12.17	11.44	11.92	21.05	3.76	0.63
Pescados	0.70	1.74	1.72	1.62	1.30	2.30	3.9	0.66
Bebidas	4.15	10.29	21.58	20.29	3.10	5.48	5.58	0.94
Varios	1.15	2.85	4.2	3.95	1.36	2.40	1.65	0.28
		% a las ADI		% a las ADI		% a las ADI		% a las ADI
Suma total	40.34	17	106.4	46	56.62	24	573.9	250
Dieta total	41.69	18	100.1	44	36.95	16	520.9	226

Tabla 19. Ingesta total de MERCURIO y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total
Cereales	0.18	<b>4.63</b>	0.11	1.27	0.41	<b>3.2</b>	0.80	<b>8.15</b>
Lácteos	0.0076	0.19	0.16	<b>1.84</b>	0.10	0.78	0.11	1.12
Huevos	0.01	0.25	<b>0.06</b>	0.7	0.11	<b>0.86</b>	0.12	1.22
Azúcar	0	0	0	0	0.08	0.63	0.05	0.5
Aceites	0	0	0	0	0	0	0	0
Verduras	0	0	0	0	0.37	2.89	0.19	1.94
Leguminosas	0.003	0.07	0.006	0.07	0.06	0.47	0.03	0.31
Frutas	0.06	1.54	0.07	0.81	0.31	2.42	0.21	2.14
Carne	1.066	<b>27.40</b>	0.36	4.14	0.67	<b>5.23</b>	0.50	<b>5.09</b>
Pescados	2.56	<b>65.81</b>	7.76	<b>89.3</b>	10.26	<b>80.16</b>	7.28	<b>74.21</b>
Bebidas	0.009	0.23	0.15	1.73	0.41	3.20	0.49	4.99
Varios	0.0013	0.03	0.012	0.14	0.02	0.16	0.02	0.20
		% a las ADI		% a las ADI		% a las ADI		% a las ADI
Suma total	3.98	8.57	8.69	18.72	12.80	27.83	9.81	21.32
Dieta total	4.17	8.98	5.8	12.54	7.93	17.24	6.67	14.5

Tabla 20. Ingesta total de CADMIO y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total
Cereales	3.96	14.80	3.97	14.65	4.48	15.39	5.43	25.37
Lácteos	0.002	0.009	0.08	0.29	0	0	0.039	0.13
Huevos	0.010	0.038	0.0088	0.04	0.0023	0.008	0.016	0.07
Azúcar	0	0	0	0	0.039	0.13	0.008	0.04
Aceites	0	0	0	0	0	0	0	0
Verduras	2.79	10.43	19.03	70.22	5.60	19.24	7.10	33.18
Leguminosas	0.009	0.035	0.032	0.12	0.033	0.11	0.03	0.14
Frutas	0.29	1.08	0.21	0.77	0.087	0.292	0.14	0.65
Carne	0.22	0.82	0.28	1.04	0.15	0.52	0.15	0.70
Pescados	19.18	71.67	2.60	9.59	18.48	63.48	8.21	38.4
Bebidas	0.09	0.337	0.25	0.92	0.06	0.21	0.028	0.13
Varios	0.21	0.78	0.64	2.36	0.18	0.61	0.23	1.07
		% a las ADI		% a las ADI		% a las ADI		% a las ADI
Suma total	26.76	41.17	27.10	41.70	29.11	44.79	20.20	31.07
Dieta total	29.51	45.40	22.87	34.92	28.81	44.32	16.26	25.01

Tabla 21. Ingesta total de NÍQUEL y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	µg	% al total	µg	% al total	µg	% al total	µg	% al total
Cereales	815	79	-	-	34.03	5	685.88	62
Lácteos	2.89	0.3	3.3	1.5	3.25	0.5	8.28	0.7
Huevos	0.07	0.01	1.18	0.5	27.93	4.3	1.047	0.1
Azúcar	-	-	-	-	0.53	0.1	0.097	0.1
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	200.6	19	139.5	63	418.02	64	215.16	19.3
Leguminosas	-	-	15.57	7	37.66	6	27.29	2.4
Frutas	2.7	0.3	21.4	10	10.77	2	108.45	10
Carne	4.17	0.4	-	-	107.71	16	25.576	2.3
Pescados	1.38	0.1	5.9	2.7	4.86	0.7	24.596	2.2
Bebidas	0.88	0.1	4.67	2	2.11	0.3	1.72	0.2
Varios	5.82	0.6	29.7	13	8.04	1	14.52	1.3

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCÍA	MADRID
Suma total	mg	1033.51	221.22	654.91	1112.62
Dieta total	mg	-	751.28	120.61	1414.16

Tabla 22. Ingesta total de MOLIBDENO y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	µg	% al total	µg	% al total	µg	% al total	µg	% al total
Cereales	61.30	49	67.93	46	46.60	34	38.94	39
Lácteos	12.37	10	12.83	9	17.65	13	19.215	19
Huevos	2.95	2.4	1.62	1	10.34	7.5	4.70	4.7
Azúcar	-	-	-	-	0.075	0.1	0.022	0.1
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	28.36	23	8.6	6	14.65	10	22.27	23
Leguminosas	9.38	7.5	42.98	29	35.90	26	-	-
Frutas	3.95	3	2.14	1.5	5.40	4	5.2	5.2
Carne	2.66	2	5.28	3.6	4.86	3.5	6.37	6.4
Pescados	0.32	0.3	0.29	0.2	0.676	0.5	1.24	1.2
Bebidas	0.24	0.2	2.31	1.6	0.369	0.3	0.024	0.1
Varios	2.38	2	3.82	2.6	1.70	1.2	1.37	1.4

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
	% de las RfD	1.2	1.5	1.4	1.0
Suma total	µg	123.91	147.8	138.2	99.35
	% de las RDA	165	197	184	132
	% de las RfD	1.0	1.5	1.9	2.1
Dieta total	µg	99.37	147.6	191.7	215.1
	% de las RDA	132	197	256	287

RfD: 10-15 mg  
RDA: 75-250 µg

Tabla 23. Ingesta total de COBRE y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	µg	% al total	µg	% al total	µg	% al total	µg	% al total
Cereales	725	41	841	34	446	27	8724	85
Lacteos	20	1	32	1	27	2	32	0.3
Huevos	16	1	23	1	23	1	45	0.4
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	435	25	561	22	276	17	387	4
Leguminosas	42	2	115	5	250	15	154	1.5
Frutas	110	6	89	3	129	8	320	3
Carne	204	12	597	24	302	18	411	4
Pescados	142	8	90	4	141	8	101	1
Bebidas	24	1	5	0.1	20	1	24	0.2
Varios	40	3	157	6	46	3	57	0.6

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
	% de las ADI*	52	77	51	315
Suma total	mg	1.7	2.5	1.66	10.25
	% de las RDA#	113	167	111	683
	% de las ADI*	49	65	51	265
Dieta total	mg	1.6	2.1	1.67	8.6
	% de las RDA#	107	140	111	573

ADI: 3.25-32.5 mg \* : En comparación con el valor menor  
 RDA: 1.5-3 mg #: En comparación con el valor menor

Tabla 24. Ingesta total de **HIERRO** y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total
Cereales	4.54	37	5.734	31	4.787	38	3.899	30
Lácteos	0.111	1	0.158	1	0.224	2	0.417	3
Huevos	0.494	4	0.544	3	0.405	3	0.623	5
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	2.406	20	4.582	24	2.702	21	2.531	20
Leguminosas	0.208	2	0.826	4	1.759	14	1.129	9
Frutas	0.379	3	0.210	1	0.494	4	0.422	3
Carne	2.927	24	3.137	17	1.187	9	1.774	14
Pescados	0.254	2	0.517	3	0.525	4	0.709	6
Bebidas	0.521	4	2.158	11	0.328	3	0.886	7
Varios	0.308	3	0.921	5	0.321	2	0.437	3

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
	% de las ADI	23	36	24	25
Suma total	mg	12.14	18.79	12.73	12.83
	% de las RDA	121	188	128	128
	% de las ADI	21	27	27	26
Dieta total	mg	11.03	14.3	14.2	13.7
	% de las RDA	110	143	142	137

ADI: 52 mg  
RDA: 10 mg

Tabla 25. Ingesta total de ZINC y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total
Cereales	3.447	33	3.858	28	2.229	23	7.087	44
Lácteos	1.351	13	1.566	11	1.668	17	2.210	14
Huevos	0.361	3	0.403	3	0.373	4	0.441	3
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	1.033	10	1.683	12	0.822	9	0.781	5
Leguminosas	0.160	2	0.474	4	0.959	10	0.565	4
Frutas	0.129	1	0.100	1	0.166	2	0.218	1
Carne	3.407	33	4.526	33	2.790	29	3.936	25
Pescados	0.281	3	0.605	4	0.449	5	0.524	3
Bebidas	0.023	0.2	0.050	0.4	0.020	0.2	0.025	0.2
Varios	0.126	1	0.340	3	0.101	1	0.145	1

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
	% de las ADI	54	72	50	84
Suma total	mg	10.32	13.6	9.58	15.93
	% de las RDA	69	91	64	106
	% de las ADI	53	78	54	80
Dieta total	mg	10.1	14.9	10.2	15.2
	% de las RDA	67	99	68	101

ADI: 19 mg

RDA: 15 mg



Tabla 26. Ingesta total de MANGANESO y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total
Cereales	1.753	64	3.90	66	2.041	59	1.976	61
Lácteos	0.013	0.5	0.017	0.3	0.016	0.5	0.016	0.5
Huevos	0.009	0.3	0.014	0.2	0.007	0.2	0.012	0.4
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	0.519	19	0.987	17	0.473	14	0.554	17.2
Leguminosas	0.117	4.3	0.271	4.6	0.549	16	0.332	10.3
Frutas	0.144	5.3	0.102	1.7	0.108	3	0.137	4.3
Carne	0.038	1.4	0.039	0.7	0.030	1	0.027	0.8
Pescados	0.010	0.4	0.016	0.3	0.021	0.6	0.026	0.8
Bebidas	0.071	2.6	0.431	7	0.158	4.6	0.072	2.2
Varios	0.058	2.1	0.168	3	0.057	1.7	0.063	2

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
	% de las RfD*	30	66	38	36
Suma total	mg	2.732	5.945	3.460	3.215
	% de las RDA#	136	297	173	161
	% de las RfD*	28	64	39	38
Dieta total	mg	2.538	5.744	3.489	3.431
	% de las RDA#	127	287	174	172

\* RfD: 9 mg

# RDA: 2-5 mg

Tabla 27. Ingesta total de SELENIO y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total
Cereales	104.59	43	129.98	26	110.59	37	78.75	32
Lácteos	20.61	8	37.89	8	27.63	9	35.55	14
Huevos	3.20	1.3	3.72	1	3.94	1.3	4.01	1.6
Azúcar	0.09	0.04	0.13	0.03	0.11	0.04	0.08	0.03
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	79.21	32	274.70	55	107.57	36	79.92	32
Leguminosas	0.01	0.004	0.2	0.04	0.8	0.3	0.6	0.2
Frutas	11.56	5	11.42	2	14.16	5	14.24	6
Carne	5.9	2	8.1	1.6	5.7	2	6.2	2.5
Pescados	8.19	3	27.02	5	13.11	4.4	20.20	8
Bebidas	11.21	5	6.08	1.2	12.54	4.2	7.79	3
Varios	-	-	-	-	-	-	-	-

	VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
Suma total	$\mu\text{g}$ 244.57	499.24	296.15	247.34
	% de las RDA	349	714	423
				353

RDA: 70  $\mu\text{g}$

Tabla 28. Ingesta total de ARSÉNICO y por grupos de alimentos (base de datos)

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total	$\mu\text{g}$	% al total
Cereales	0.0203	-	0.11	-	0.0447	-	0.0244	-
Lácteos	11.45	91	21.05	82	15.3	95	19.75	93
Huevos	-	-	-	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites	$2.06 \cdot 10^{-4}$	-	$3.08 \cdot 10^{-4}$	-	$3.2 \cdot 10^{-4}$	-	$2.45 \cdot 10^{-4}$	-
Verduras	0.25	2	0.05	0.2	0.25	1	0.29	1.4
Leguminosas	-	-	-	-	-	-	-	-
Fruta	-	-	-	-	-	-	-	-
Carne	0.059	-	0.078	-	0.049	-	0.067	-
Pescados	-	-	-	-	-	-	-	-
Bebidas	0.87	7	4.3	17	0.63	4	1.11	5
Varios	-	-	-	-	-	-	-	-

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
Suma total	$\mu\text{g}$	13	26	16	21
	% de las ADI	10	20	12	16

ADI: 130  $\mu\text{g}$

Tabla 29. Ingesta total de CALCIO y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total
Cereales	150	22	161	21	122	17	308	30
Lácteos	390	57	445	58	461	65	530	51
Huevos	13	2	16	2	16	2	19	2
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	84	12	61	8	50	7	81	8
Leguminosas	5	1	14	2	1	0.1	19	2
Frutas	21	3	19	2	34	5	48	5
Carne	-	-	-	-	-	-	-	-
Pescados	-	-	-	-	-	-	-	-
Bebidas	8	1	32	4	12	2	12	1
Varios	12	2	21	3	9	1	16	1

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
	% de las RfD	27	31	28	41
Suma total	mg	683	769	705	1033
	% de las RDA	85	96	88	130
	% de las RfD	30	31	36	45
Dieta total	mg	753	788	907	1127
	% de las RDA	94	98	113	141

RfD: 2500 mg  
RDA: 800 mg

Tabla 30. Ingesta total de MAGNESIO y por grupos de alimentos

	Valencia		Galicia		Andalucía		Madrid	
	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total	mg	% al total
Cereales	70	27	118	30	80	27	76	27
Lácteos	33	13	39	10	43	14	49	17
Huevos	3	1	4	1	5	2	4	2
Azúcar	-	-	-	-	-	-	-	-
Aceites	-	-	-	-	-	-	-	-
Verduras	74	28	90	23	56	19	46	16
Leguminosas	6	2	17	5	35	12	23	8
Frutas	23	9	15	4	24	8	25	9
Carne	26	10	36	9	24	8	25	9
Pescados	8	3	22	6	15	5	14	5
Bebidas	12	5	29	7	11	3	12	4
Varios	5	2	20	5	6	2	7	3

		VALENCIA	GALICIA	ANDALUCIA	MADRID
Suma total	mg	260	390	299	281
	% de las RDA	74	111	85	80
Dieta total	mg	256	401	388	281
	% de las RDA	73	115	111	80

RDA: 350 mg

## **5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### 5.1. Consumo de alimentos

Los hábitos alimentarios de la población española se caracterizan por su variedad y riqueza; en España se utiliza un número de verduras inigualado, probablemente, en ningún otro país; el consumo de pescado es también muy alto y proviene de decenas de especies diferentes; los cereales, las leguminosas, en todas sus variedades, forman parte de los platos básicos de la mayoría de las áreas geográficas del país. Se dispone de múltiples y variados tipos de frutas y frutos secos. Nuestro país tiene la exclusiva en Europa de la producción de frutas tropicales que, de hecho, se producen sólo en el sur de España de entre todo el continente. Las carnes y sus preparaciones, como los embutidos, tienen tantas versiones como comarcas. Aún para alimentos cuyo consumo y peso en la dieta de cada día es escaso en comparación con otros países de nuestro entorno, como son los quesos, existe tal cantidad de variedades, producto del ingenio del campesino, que sólo se justificaría por el contraste ecológico que existe entre nuestras regiones. De hecho, cuando se realiza un análisis del modelo de consumo de determinados alimentos, las diferencias encontradas son tan grandes que no parece probable que pudieran ser explicadas por otros factores como los diferentes niveles socioeconómicos. En conjunto, el hecho significativo es que en España existen grandes diferencias regionales consecuencia de la gran heterogeneidad de los hábitos alimentarios tradicionales de cada una de ellas, que forman parte de nuestra riquísima herencia sociocultural y que, por ser perfectamente compatibles con una buena nutrición hay que tratar de conservar.

Las mayores diferencias regionales se observan en bebidas, leguminosas, pescados y huevos como se observa en la tabla resumen del apartado de resultados.

A continuación vamos a comentar la composición de la dieta total de los alimentos que las componen.

A pesar de que los alimentos incluidos en la dieta se consideran como tales y no aparecen desagregados prácticamente ni por tipos, ni por marcas, ni variedades, ni preparación, es de resaltar el número de alimentos que componen las dietas totales y que confirma lo anteriormente expuesto sobre la variedad de los alimentos en nuestro país. Madrid tiene el mayor número de alimentos (73) seguida de Andalucía (71), Valencia (66) y Galicia (64), en último lugar a pesar de que su consumo energético es el mayor del país, lo cual indica que no está relacionado el tomar más alimentos con el consumo energético, por ejemplo Madrid con 73 alimentos constituyendo la lista de los alimentos que aportan el 95% de la energía total consumida, tiene una diferencia energética de 1087 kcal con respecto a Galicia que presenta la mayor ingesta energética.

La porción comestible se corresponde con la energía total consumida: Galicia, la mayor, 2374 g de alimentos por día y Valencia, la menor, 1511 g/día.

### Lácteos

Con respecto al grupo de lácteos, hay que destacar el consumo de leche de vaca en todas las CCAA siendo el más alto en Galicia (421 g/día), sin embargo la leche de cabra sólo aparece en Andalucía con 20 g/día. El yogur está mas homogéneamente distribuido siendo el consumo mayor en Andalucía (21,4 g) y menor en Galicia (8,97 g). A pesar de que el consumo de queso en nuestro país con respecto a otros países no es muy alto cabe destacar que el queso manchego en Madrid, Valencia y Andalucía entra en la lista de los alimentos que aportan el 95% de la energía total consumida y no en Galicia, aunque en esta CA sí aparecen el queso gallego y queso fresco.

### Cereales

El pan es consumido en todas las CCAA siendo mayor en Galicia, lo mismo ocurre con el arroz aunque es mayor en este caso en Valencia. Destaca en este grupo el consumo de harina en Galicia.

### Carne

Cabe destacar el consumo de vacuno en Galicia (51.7 g), seguida de Madrid (42 g), Valencia (19 g) y Andalucía (15 g), aunque en estas dos últimas el consumo de carne de pollo es el mayor 52 y 41 g respectivamente. Dentro de los otros productos cárnicos destaca la participación del chorizo en Galicia (14.2 g), salchichas y butifarras en la Comunidad Valenciana, al igual que el conejo que también aparece en esta misma CA y en Galicia.

### Pescados

Este grupo presenta una distribución más homogénea. Lo único que habría que reseñar es el mayor consumo de moluscos en Galicia, siendo también esta CA la única en que aparece la bacaladilla (2,8 g) y el bacalao (8 g) y el jurel o chicharro (9,3 g), aunque este último también aparece en Andalucía (2,63 g).

### Frutas

A pesar de que este grupo de alimentos casi no aporta energía, el consumo en nuestro país es tan elevado, que un gran número de ellas está incluido en el aporte del 95% de la energía total consumida. La primera posición la ocupan las naranjas en las cuatro CCAA, seguidas de



manzanas, plátanos y peras que se consumen en cantidades prácticamente iguales en las cuatro CCAA. Hay una excepción en Galicia con los melones y sandías que no entran a formar parte de la lista de alimentos que aportan el 95% de la energía total consumida.

### Leguminosas

El consumo de leguminosas en Andalucía es superior frente al resto de las CCAA, siendo bastante elevado el de garbanzos. En Valencia sólo forman parte de esta lista los garbanzos y no entran ni las alubias, ni las lentejas.

### Huevos

Presentan igual distribución en las cuatro CCAA.

### Azúcar

Se consume en mayor cantidad en Galicia (44.4 g) y en Andalucía (39.4 g) y en menor cantidad en Valencia (29,9 g) y Madrid (27.6 g).

### Verduras y hortalizas

Dentro de este grupo las patatas, con un mayor contenido en hidratos de carbono, presentan un alto contenido en energía y las cantidades consumidas en las distintas CCAA estudiadas son muy heterogéneas: el consumo es muy alto en Galicia donde es un alimento muy tradicional, más del doble de la que le sigue inmediatamente que es Andalucía (162.9 g). En Madrid y Valencia la cantidad es muy similar, 119.7 g y 115.2 g, respectivamente.

La situación opuesta ocurre para los tomates donde el consumo es menor en Galicia. Las otras verduras, más o menos entran en las mismas cantidades excepto las coles con un consumo mayor en Galicia (29 g) y las cebollas en Valencia (20 g).

### Aceites y grasas

El grupo de aceites y grasas es el de mayor aporte energético a la dieta. El consumo total es máximo en Andalucía (86 g) y en Galicia (83 g) seguido por las mismas cantidades en Madrid y Valencia (69 g). Esta diferencia entre CCAA es imputable al aceite de oliva principalmente. Es de resaltar que sólo en Andalucía aparece la margarina entre los alimentos que aportan el 95% de la energía de la dieta, no apareciendo la mantequilla en ninguna de las CCAA, situación

singular dentro de los demás países europeos.

### Varios

El grupo de varios (preparados en polvo con cacao, pasteles y chocolate) tiene cantidades relativamente iguales entre las cuatro CCAA.

### Bebidas

Este grupo aporta a la energía la que se deriva del alcohol que contengan y/o de los azúcares. Hay que resaltar el alto consumo de vino en Galicia (360 g), mucho mayor que en el resto de CCAA (Madrid 93 g, Valencia 73 g y Andalucía 53 g).

## 5.2. Ingestas y valoración del riesgo

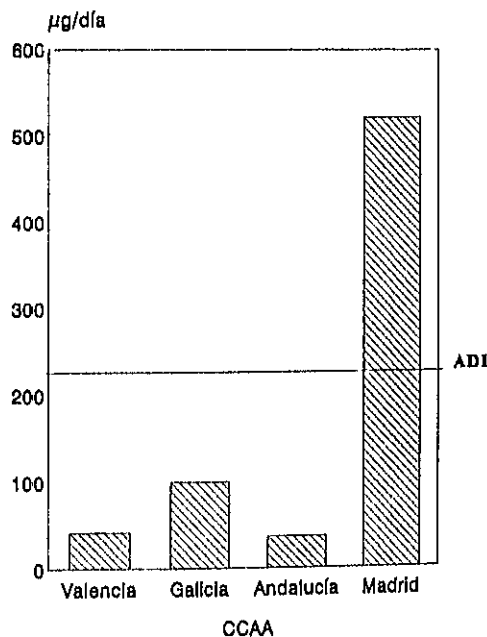
A continuación figuran los análisis de las ingestas y de la valoración del riesgo o de su adecuación a las recomendaciones, según el elemento: tóxico o nutriente potencialmente tóxico y siguiendo para cada uno de ellos el siguiente orden: ingestas por CCAA, valoración del riesgo en cada CA y adecuación a las recomendaciones seleccionadas, aporte del elemento por grupos de alimentos y comparación con los datos procedentes de otros estudios para el elemento traza en cuestión.

### METALES SIN FUNCIÓN METABÓLICA CONOCIDA

#### 5.2.1. Plomo

La ingesta diaria de plomo encontrada muestra diferencias significativas en las cuatro CCAA. Con la dieta total de Valencia se ingieren 42  $\mu\text{g}$  de Pb que representan un 18% de las ADI recientemente establecidas para este metal (230  $\mu\text{g}/\text{día}$ ) calculadas para un hombre de 65 kg de peso corporal (WHO, 1993).

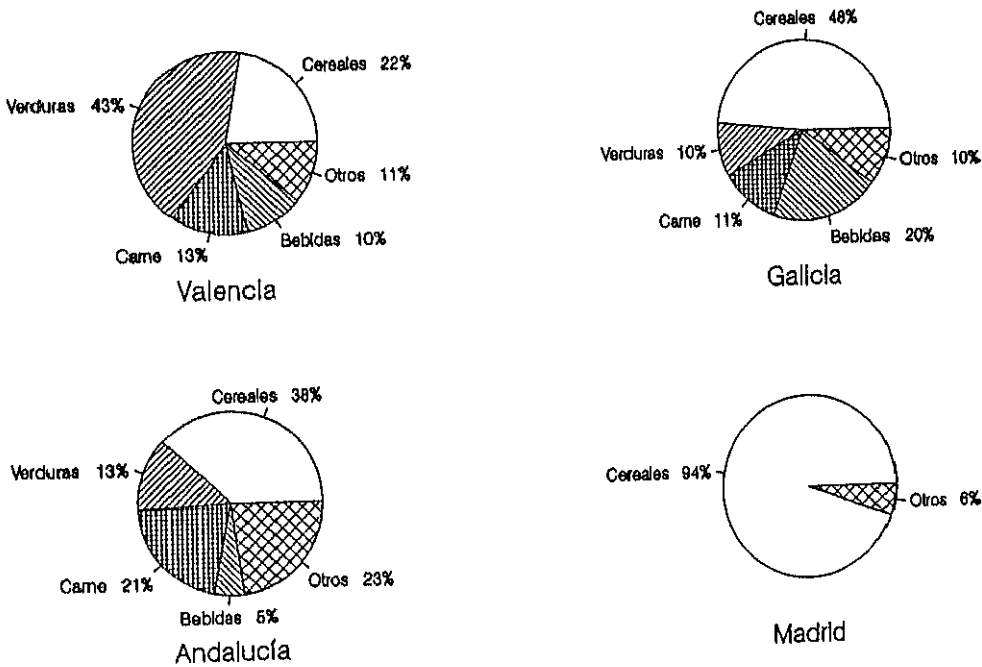
## PLOMO



En Galicia la ingesta es de 100  $\mu\text{g}$  que representan un 44% de las ingestas aceptables. En Andalucía la ingesta es la menor de las cuatro CCAA --37  $\mu\text{g}$ -, un 16% de las ADI y en Madrid, la mayor (521  $\mu\text{g}$ ) superando las ADI establecidas (226%). El caso de la Comunidad de Madrid, en un principio es alarmante puesto que la ingesta supera con creces la ADI para este metal. Si esta cifra se hubiese mantenido en posteriores análisis indicaría un estado preocupante en Madrid con respecto a este metal y debida al grupo de los cereales que aportan un 95% del total de plomo que se consume con la dieta en esta Comunidad.

El grupo de cereales en todas las CCAA es uno de los tres grupos con mayor aporte del metal (22% en Valencia, 48% en Galicia y 38% en Andalucía). Otro grupo importante en cuanto a su aporte de plomo es el de las verduras con un 43% en Valencia y un 13% en Andalucía, en Madrid se ha incluido una pequeña cantidad de tomate frito enlatado. La carne es otro de los grupos con mayor contribución, 13% en Valencia, 11% en Galicia y 21% en Andalucía; en la dieta de Madrid se ha incluido foie-gras enlatado, así como en Valencia y Andalucía. El grupo de bebidas es uno de los tres con mayor contribución en Galicia (20%). Hay trabajos en que se observa que el vino tiene diez veces mayor concentración de plomo que otras bebidas (Pedersen, 1994).

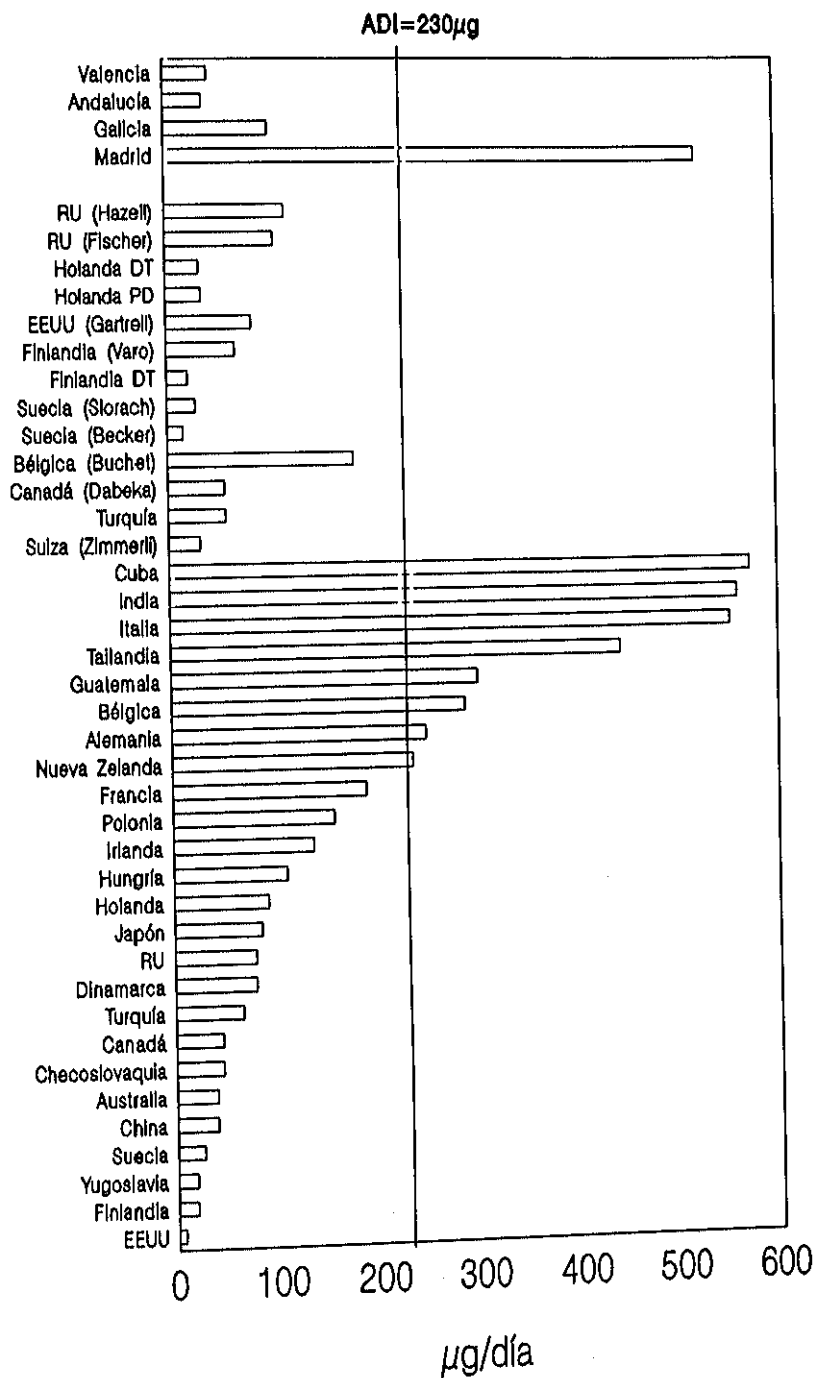
Aporte de los grupos de alimentos al plomo total de la dieta



La situación encontrada para este metal en nuestro país no es preocupante pues los aportes a las ADI son muy bajos si exceptuamos el caso de Madrid. Los niveles de plomo en las aguas de bebida muestran diferencias entre los distintos distritos de Madrid donde hubo toma de muestras y oscilan entre 0.5-1.5  $\mu\text{g/l}$ . En Valencia la concentración de plomo en agua es de 1.8  $\mu\text{g/l}$  y Galicia tiene unos niveles bastante más altos que las otras CCAA, unos 170  $\mu\text{g/l}$ .

Las cifras son un poco más elevadas que las encontradas por Storch en Suecia (28  $\mu\text{g/día}$ ) y por de Vos (32  $\mu\text{g/día}$ ), como se muestra en la figura siguiente. Son del mismo orden e incluso en algunas CCAA menores que las encontradas por Stærink (110  $\mu\text{g/día}$ ), Hazell en Reino Unido (115  $\mu\text{g/d}$ ), Gartrell en Estados Unidos (82  $\mu\text{g/d}$ ) y del orden de las que encuentran Varo en Finlandia (66  $\mu\text{g/d}$ ) y Dabeka en Canadá (54  $\mu\text{g/d}$ ). En Bélgica Buchet encuentra cifras altas de este metal (179  $\mu\text{g/día}$ ) y Galal-Gorchev de la OMS, en su estudio en diferentes países observa que Cuba, India, Italia, Tailandia, Guatemala, Bélgica, Alemania y Nueva Zelanda superarían el límite de las ADI.

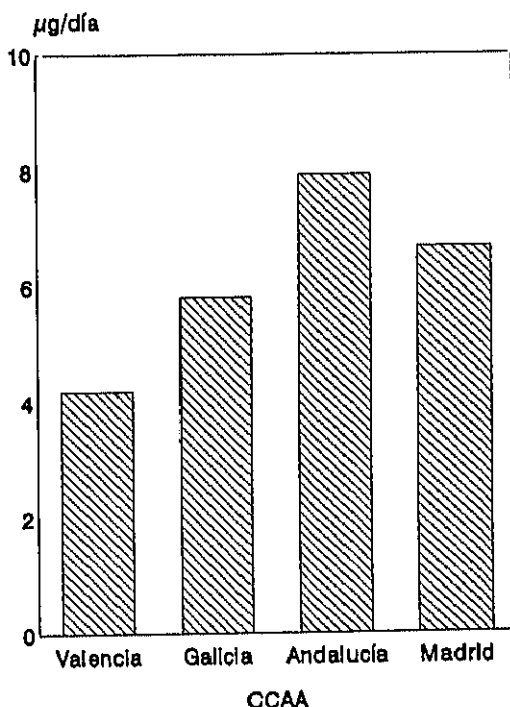
Ingesta de plomo ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ) en distintos países



### 5.2.2. Mercurio

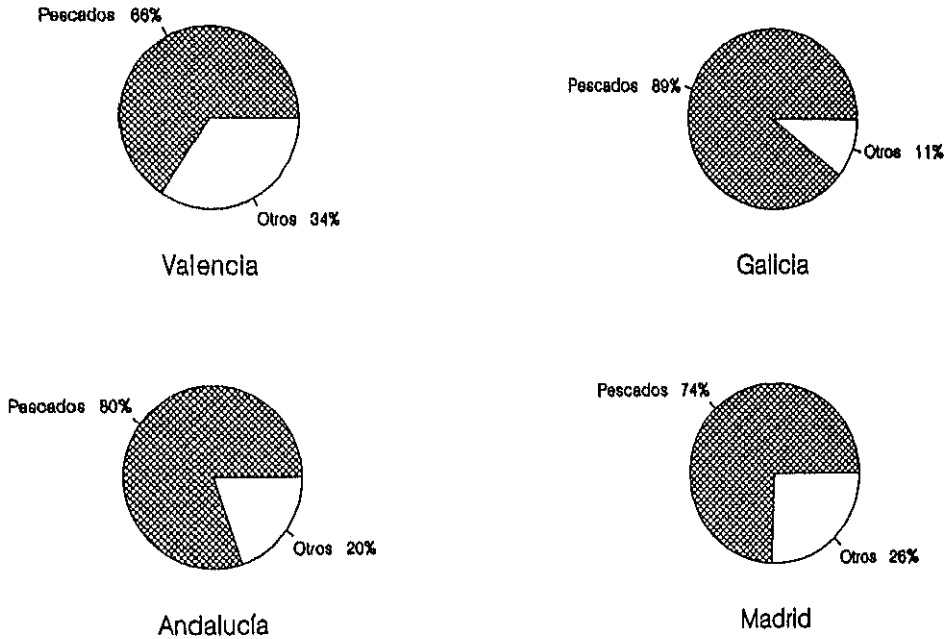
En ninguna de las 4 CCAA se supera la ADI establecida para el mercurio por el Codex Alimentarius ( $46 \mu\text{g}/\text{día}$ ). Los valores oscilan entre  $4 \mu\text{g}$  en Valencia (9% a las ADI) y casi  $8 \mu\text{g}$  en Andalucía (17%). Madrid tiene una ingesta de unos  $7 \mu\text{g}$  que representa un 14.5% y Galicia de unos  $6 \mu\text{g}$  que representan un 12.5% de las ADI.

#### MERCURIO ADI=46 $\mu\text{g}/\text{día}$



Sin duda, el grupo con un mayor aporte de mercurio a la dieta es el grupo de pescados. En Galicia este grupo contribuye con un 89% al mercurio total, en Andalucía con un 80%, en Madrid con un 74% y en Valencia con un 66%. Es curioso el caso de Valencia donde el grupo de carnes contribuye con un porcentaje bastante elevado (27%). El tipo de carne más consumido en esta CA es el pollo y quizá ese valor tan elevado se deba a que las aves sean alimentadas con harina de pescado.

Aporte de los grupos de alimentos al mercurio total de la dieta



Estos aportes concuerdan con los hallados por van Dokkum que encuentra que casi un 100% del mercurio de la dieta se debe al grupo de pescados.

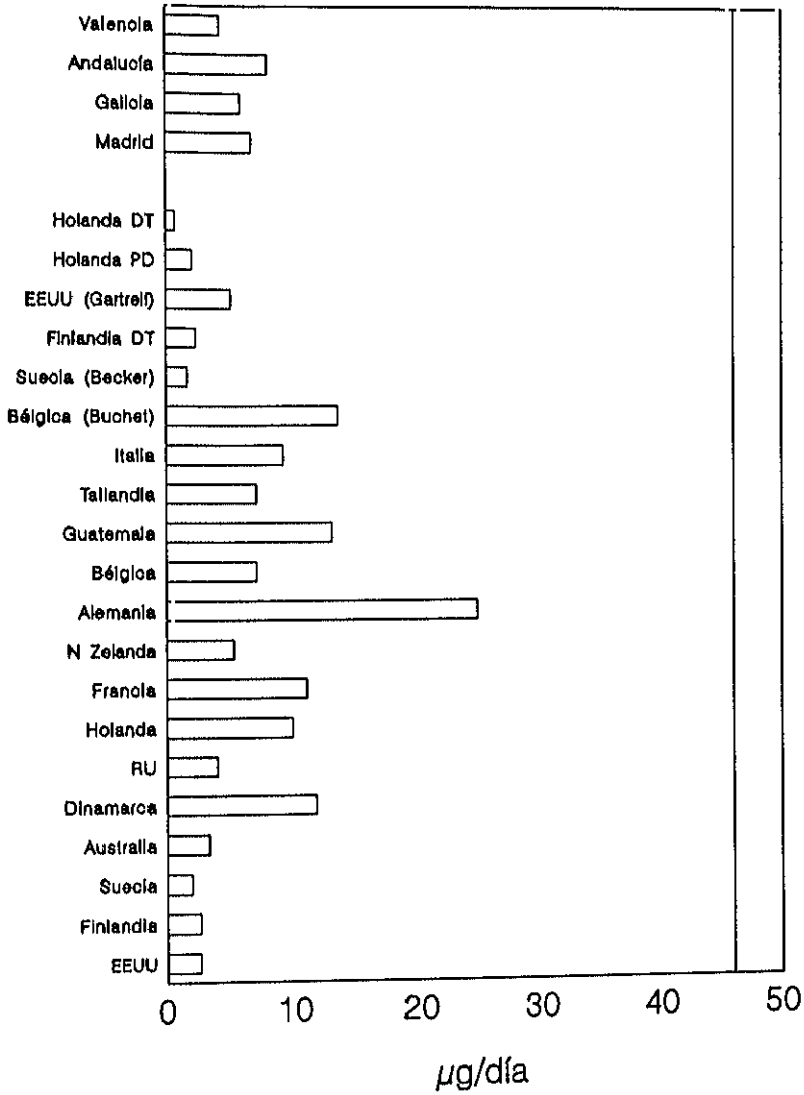
Los resultados obtenidos son del mismo orden que los encontrados en EEUU (Gartrell et al, 1985), Tailandia y Bélgica (Galal-Gorchev, 1993), pero mayores que en Holanda (van Dokkum, 1989)(Ellen, 1987), Finlandia (Kumpulainen, 1987b), Suecia (Becker, 1990), y Australia (Galal-Gorchev, 1993)) y también que las calculadas con la base de datos (Galicia 5  $\mu\text{g}$ , 10%, Valencia 2.5  $\mu\text{g}$ , 5%, Andalucía 4  $\mu\text{g}$ , 9% y Madrid 3  $\mu\text{g}$ , 7%).

Las mayores ingestas se encuentran en Alemania, Guatemala, Dinamarca (Galal-Gorchev, 1993) y Bélgica (Buchet, 1983).



Ingesta de mercurio ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ) en distintos países

ADI = 46  $\mu\text{g}/\text{día}$

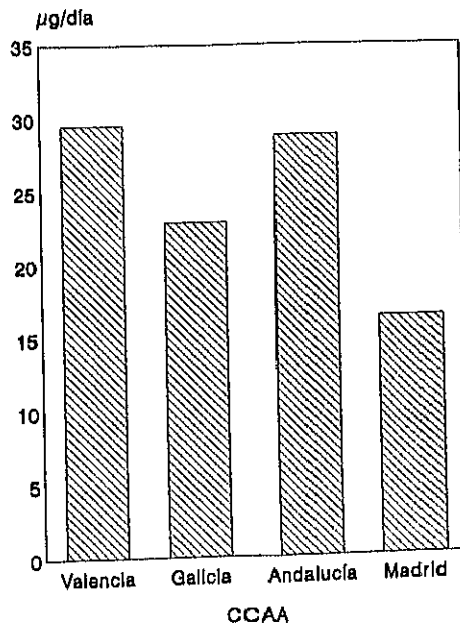


METALES CUYA ESENCIALIDAD NO HA SIDO TODAVÍA ESTABLECIDA AUNQUE HAY EVIDENCIA DE SU PARTICIPACIÓN EN REACCIONES CELULARES

**5.2.3. Cadmio**

Las ingestas de cadmio vía dieta total encontradas en las CCAA estudiadas no superan en ningún caso las ADI establecidas para esta metal según el Codex Alimentarius ( $65 \mu\text{g}/\text{día}$ ) calculadas para un hombre de 65 kg de peso. Hay diferencias significativas entre las 4 CCAA. Valencia es la de mayor ingesta  $29.5 \mu\text{g}$  que representa un 45% de las ADI, le siguen Andalucía con un  $28.8 \mu\text{g}$  que supone un 44%, Galicia con  $23 \mu\text{g}$ , un 35% de las ADI y la de menor ingesta es Madrid  $16 \mu\text{g}$  que constituyen un 25% de las ADI.

CADMIO ADI =  $65 \mu\text{g}/\text{día}$

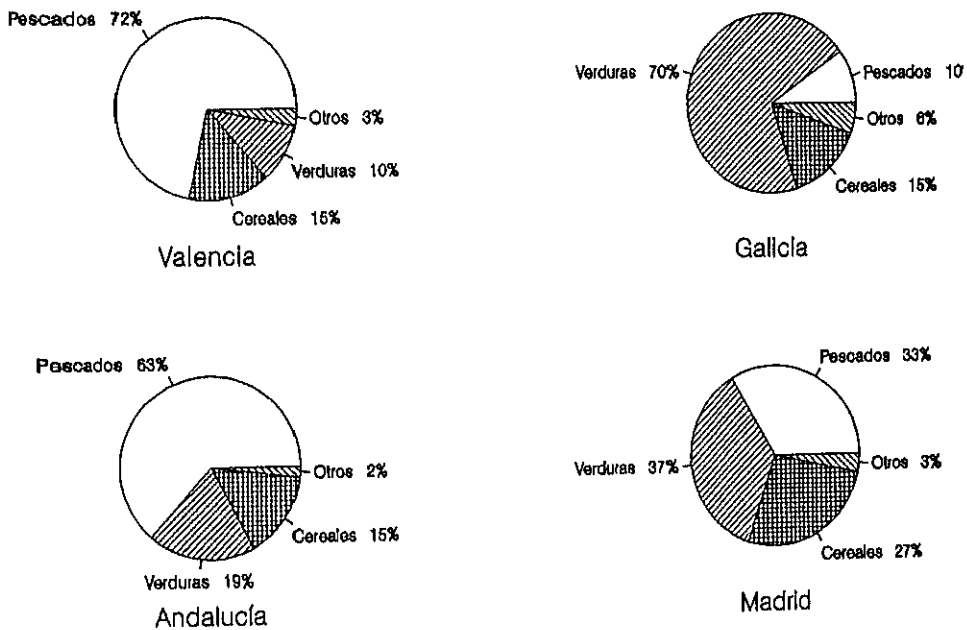


El grupo de cereales es en las cuatro CCAA uno de los tres grupos con mayor aporte de la ingesta total de este metal (15% en Valencia, Galicia y Andalucía y 25% en Madrid). Como indica Galal Gorchev (1993), aunque los niveles de cadmio en los cereales no son

elevados, el consumo medio elevado de este grupo de alimentos hace que la contribución de este grupo sea muy significativa en la ingesta total de este metal en las poblaciones de muchos países. El grupo de pescados es el de mayor contribución en Valencia 72%, Andalucía 63% y Madrid 38% y el de verduras lo es en Galicia 70%. van Dokkum en su estudio de la dieta total de Holanda observa que el pan aporta un 42% de la ingesta total de Cd seguido de las patatas 20% y de verduras 6%. Quizá ese aporte tan elevado en el grupo de hortalizas de Galicia se deba principalmente a las patatas, incluidas en este grupo y de alto consumo en esta comunidad.

El contenido de cadmio de las aguas analizadas en Madrid oscila entre los 0.072- 0.310  $\mu\text{g/l}$ . Los niveles de cadmio en el agua de bebida de Valencia y Galicia son de 0.3  $\mu\text{g/l}$ .

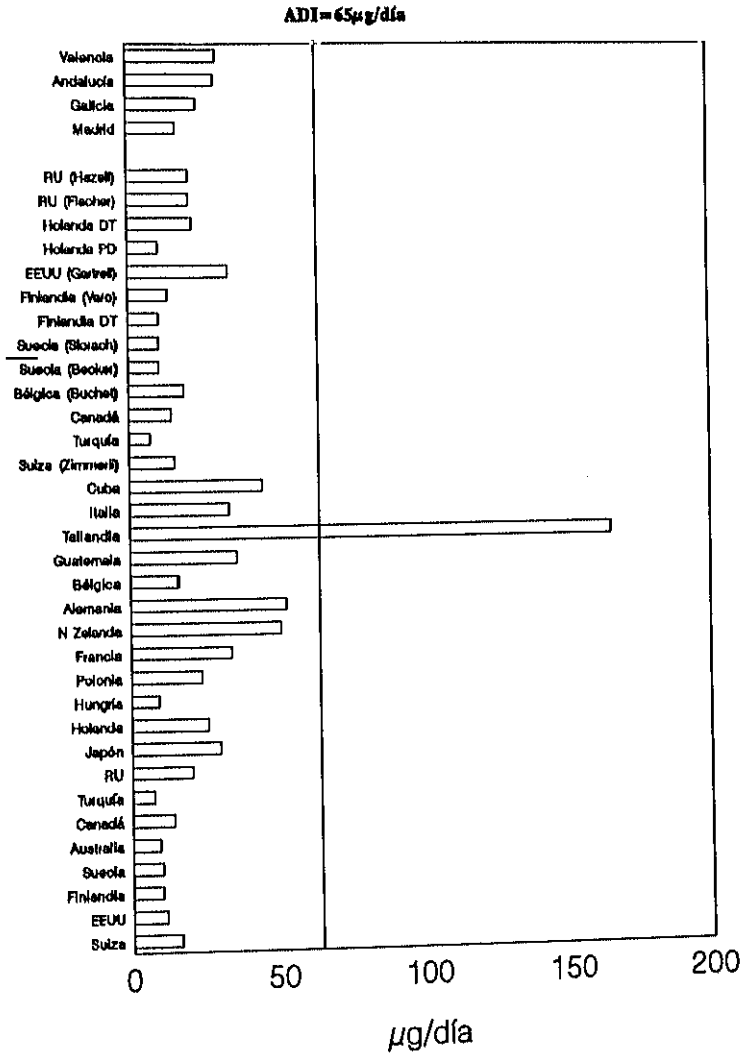
Aporte de los grupos de alimentos al cadmio total de la dieta



Es curioso observar como el grupo de pescado aporta al total de la ingesta de metal mayor porcentaje en Valencia y Andalucía - áreas mediterráneas- que en Galicia -área atlántica-. Puede que sea la consecuencia de una mayor contaminación del mar Mediterráneo.

Los valores encontrados en nuestro país son del mismo orden que las encontradas en Holanda, en Reino Unido y en Bélgica. Son un poco más elevadas que las encontradas en Finlandia, Canadá, Turquía y Suecia y menores que las de EEUU, Cuba, Alemania y Nueva Zelanda. Tailandia supera con su ingesta de cadmio las ADI establecidas.

Ingesta de cadmio (g/día) en distintos países



Estas cifras no superan las ADI, pero hay que tener en cuenta que se trata de valores medios y que casi alcanzan el 50% de las ingestas aceptables, lo que hace suponer que habrá grupos de población que estén consumiendo cantidades por encima de las ADI.

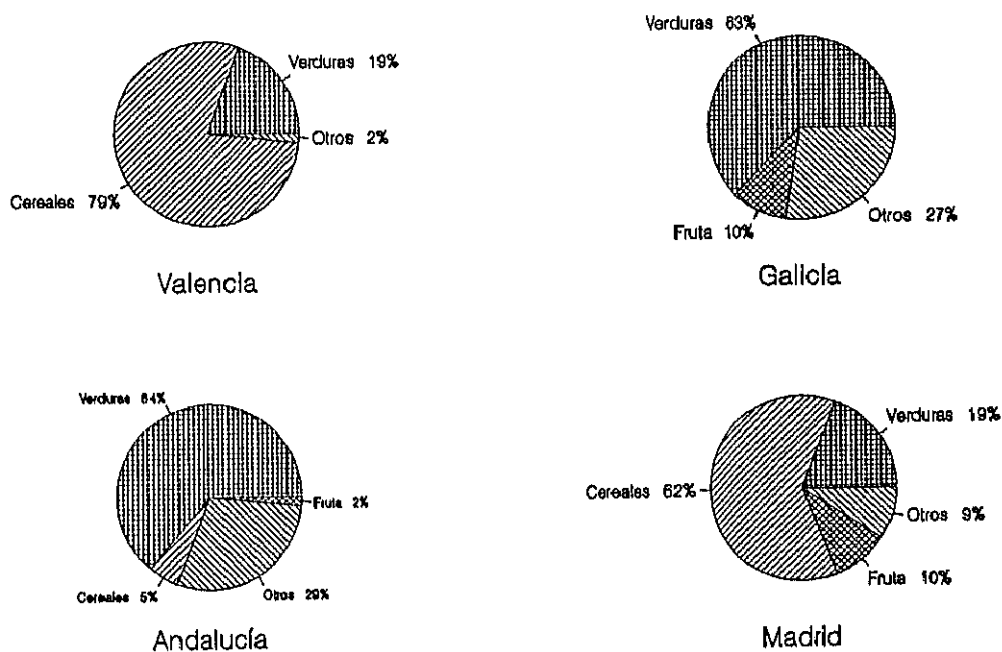
MICRONUTRIENTES ESENCIALES EN NUTRICION HUMANA

5.2.4. Níquel

Como resultado de las determinaciones analíticas del níquel, los resultados son difíciles de comentar por su heterogeneidad, tanto en kilogramos por sustancia seca como su repercusión en la ingesta. Las ingestas diarias de níquel oscilan mucho entre las CCAA desde 751  $\mu\text{g}$  en Galicia a 1396  $\mu\text{g}$  en Madrid.

Los grupos de alimentos con un mayor aporte de este elemento a la dieta total son las verduras (63% en Galicia y 64% en Andalucía) y los cereales (79% en Valencia y 62% en Madrid). En Andalucía el grupo de la carne contribuye con un 16% del total, elevado con respecto al 0.4% en Valencia o el 2.3% en Madrid.

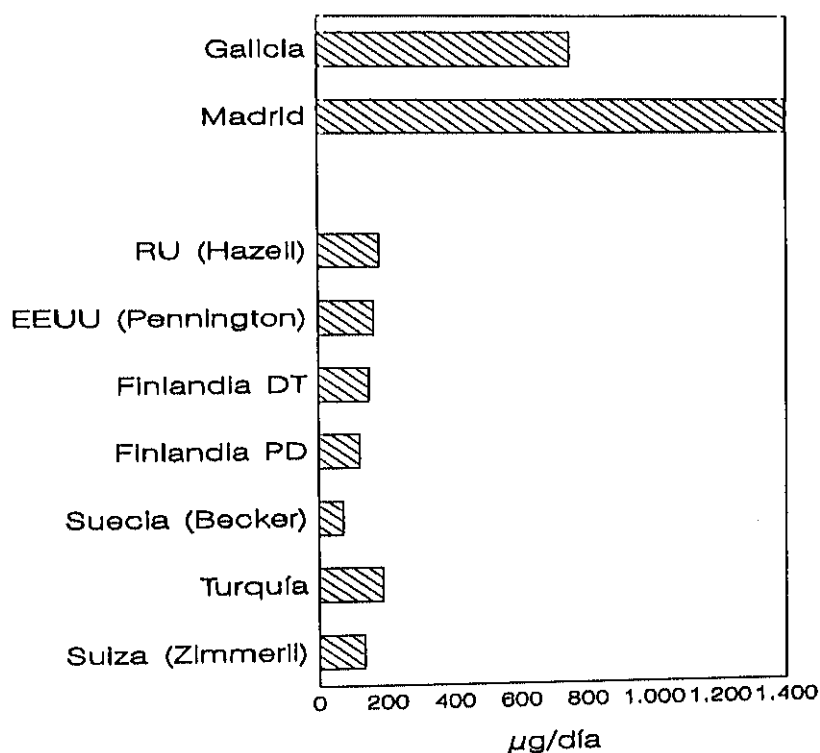
Aporte de los grupos de alimentos al níquel total de la dieta



La concentración de níquel en las aguas de bebida osciló en Madrid entre 1-3.5  $\mu\text{g/l}$  mientras que en Valencia fue de 2  $\mu\text{g/l}$  y en Galicia de 3.4  $\mu\text{g/l}$ .

En Finlandia se encontraron niveles de 120  $\mu\text{g}/\text{día}$  en las dietas estudiadas (Sinisalo, 1989) muy por debajo de las cifras de nuestro país. La ingesta de níquel que encuentra Pennington en su estudio oscila entre 69-162  $\mu\text{g}/\text{día}$  muy por debajo también de los resultados que obtenemos en nuestro país. En este estudio el grupo de varios, especialmente los platos preparados contribuyó con un 19-30% de la ingesta. El grupo de cereales es otro de los de mayor aporte al igual que en nuestro país (12-30% y también lo es el de las verduras (10-24%).

**Ingesta de níquel ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ) en distintos países**

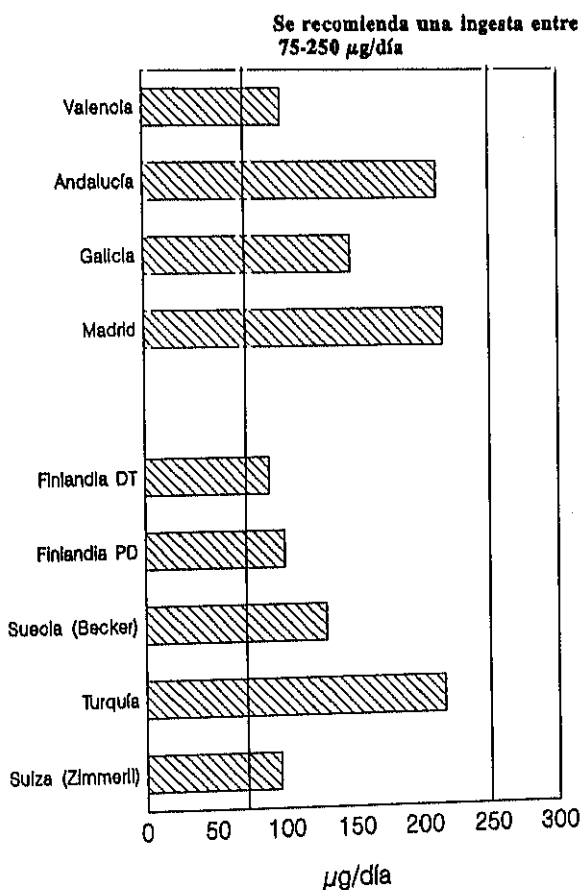


Hazell en su trabajo sobre la ingesta de minerales en la dieta media de Reino Unido encuentra que esta es de 180  $\mu\text{g}/\text{día}$ , también muy por debajo de nuestros resultados. En este estudio, el grupo con un mayor aporte de níquel a la dieta es el de cereales (22%) seguido del de verduras (27%) y carne (17%).

### 5.2.5. Molibdeno

La ingesta diaria de molibdeno en las cuatro CCAA va desde 99  $\mu\text{g}/\text{día}$  en Valencia hasta 215  $\mu\text{g}/\text{día}$  en Madrid. La ingesta en Galicia es de 148  $\mu\text{g}$  y en Andalucía 211  $\mu\text{g}$ . Para este elemento no hay fijadas ADI y para enjuiciar su situación se tienen en cuenta niveles que se sugieren como excesivos y posibles causas de gota 10-15  $\text{mg}/\text{día}$  (Deosthale and Gopalan, 1974), como antagonista del cobre y formación de ácido úrico.

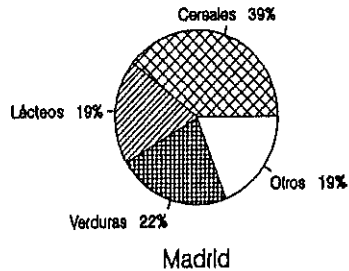
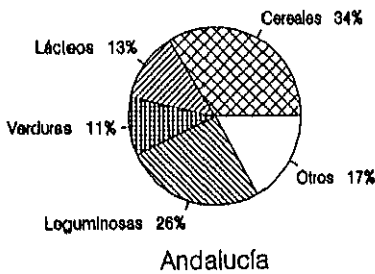
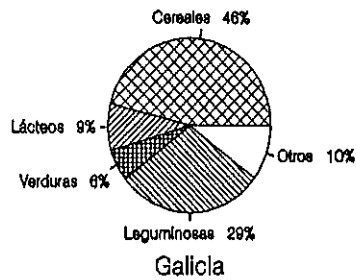
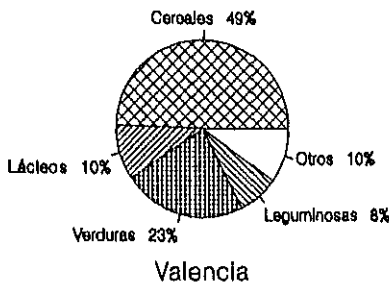
#### Ingesta de molibdeno ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ) en distintos países



Sin embargo, sí existen ingestas recomendadas provisionales para el molibdeno para personas adultas, unos 75-250  $\mu\text{g}/\text{día}$ , según se establece en las RDA (NRC, 1989) y en este rango se encuentran las dietas de las cuatro CCAA.

Los grupos de alimentos con un mayor aporte a la dieta de molibdeno son los cereales (61, 68, 47, 39  $\mu\text{g}$ ) que representan un 49, 46, 39 y 34% del total en Valencia, Galicia, Madrid y Andalucía, respectivamente. Los lácteos son otro de los grupos con mayor contribución. Los 12  $\mu\text{g}$  de Valencia representan un 10% del molibdeno total ingerido con la dieta, los 13  $\mu\text{g}$  de Galicia un 9%, los 18  $\mu\text{g}$  de Andalucía un 13 % y los 19  $\mu\text{g}$  de Madrid un 19%. Las verduras en Valencia y Madrid representan un 23% del total mientras que las leguminosas en Galicia y Andalucía contribuyen con 29 y 26% respectivamente, al total.

Aporte de los grupos de alimentos al molibdeno total de la dieta



Los niveles de la dieta de Valencia son del mismo orden que los encontrados en Finlandia (Sinisalo, 1989)(Kumpulainen, 1987b)(Varo, 1980), siendo mayores en las otras tres CCAA. Pennington en su estudio de dieta total encuentra ingestas que oscilan entre los 50-126  $\mu\text{g}/\text{día}$ . En este estudio de Pennington se pone de manifiesto también la mayor contribución de los cereales al molibdeno total (31-39%) seguido, al igual que en nuestro trabajo, por el grupo de leche, yogur y queso (15-28%). Otro de los grupos con un porcentaje de contribución alto son las leguminosas (4-19%). En Finlandia el grupo de alimentos con un mayor aporte de molibdeno a la dieta lo constituye el grupo de leche y derivados (36%) seguido de cereales (25%) (Varo, 1980).

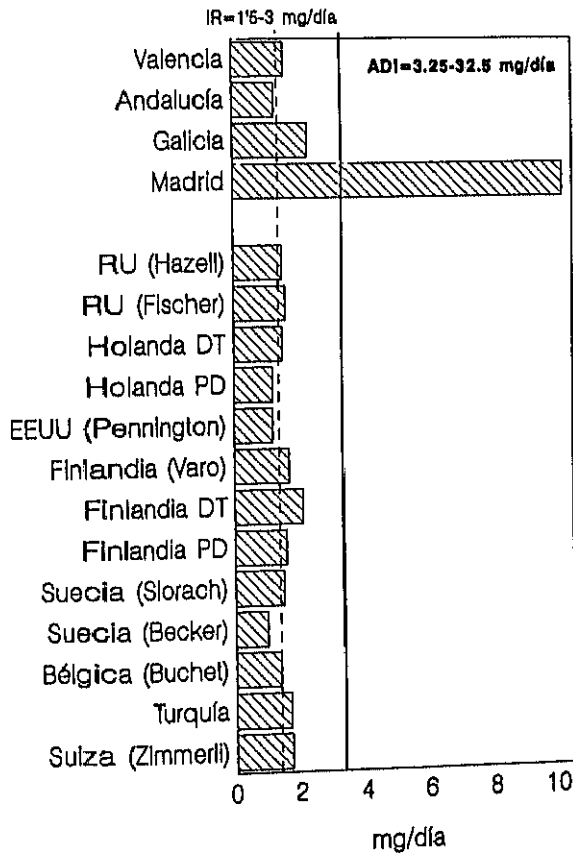


5.2.6. Cobre

La ingesta de cobre muestra diferencias significativas entre las CCAA. Se observan ingestas adecuadas a las recomendaciones en Valencia 1.6 mg/día, en Galicia 2.2 mg/día y en Andalucía 1.6 mg/día. Madrid tiene una ingesta mayor que en las otras tres CCAA, 10 mg/día.

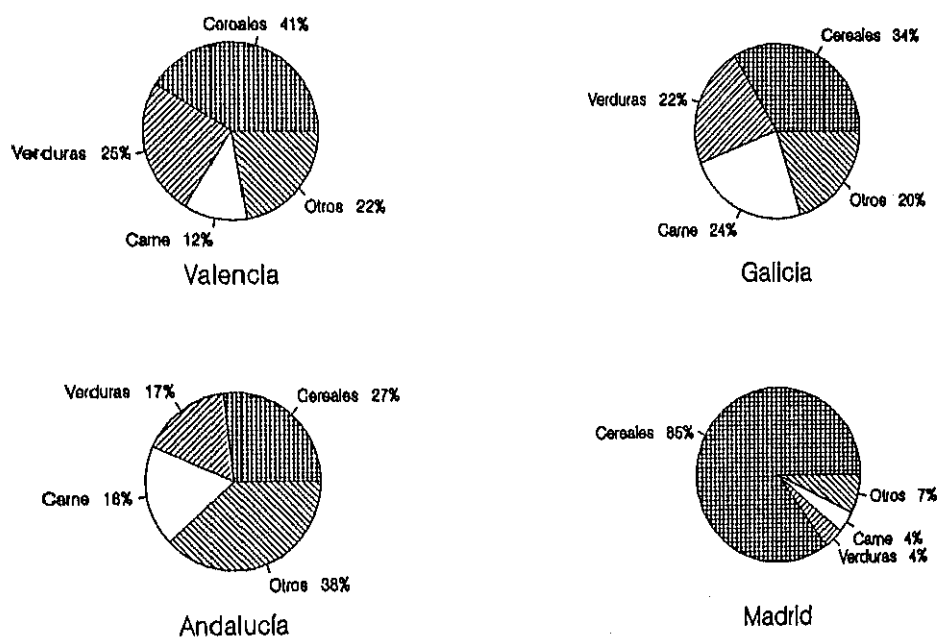
La ingesta máxima diaria aceptable de cobre oscila entre los 3.25-32.5 mg/día para un hombre de 65 kg de peso corporal. Los resultados obtenidos en Madrid superarían el límite más bajo establecido, pero no el superior.

Ingesta de cobre (mg/día) en distintos países



Los grupos de alimentos con una mayor contribución al cobre total de la dieta son, en primer lugar el grupo de cereales con un 41% en Valencia, 34% en Galicia y 27% en Andalucía. En Madrid los cereales contribuyen con un 85% del cobre total. El grupo de verduras (Valencia 25%, Galicia 22%, Andalucía 17%, Madrid 4%) y el de carnes (Galicia 24%, Andalucía 18%, Valencia 12% y Madrid 4%) son otros de los grupos con un mayor aporte.

Aporte de los grupos de alimentos al cobre total de la dieta



Los resultados de cobre que se obtienen en otros países son entre sí muy semejantes: van Dokkum en Holanda encuentra una ingesta de 1.5 mg/día lo mismo que Hazell en Reino Unido y que Storch en Suecia; un poco mayor es la cifra que recoge Varo en Finlandia (1.7 mg/día) y un poco menor la que encuentran Pennington en Estados Unidos (1.2 mg/día) y Buchet en Bélgica (1.4 mg/día).

En la dieta holandesa el pan contribuye con un 24%, las patatas con un 13% y las bebidas con un 11%. La diferencia de aporte de los distintos minerales por el grupo de bebidas se debe a que en estos otros estudios el agua está contemplada dentro de este grupo mientras que en nuestro trabajo y debido a que no se tienen cifras del consumo del agua al día la consideramos por separado.

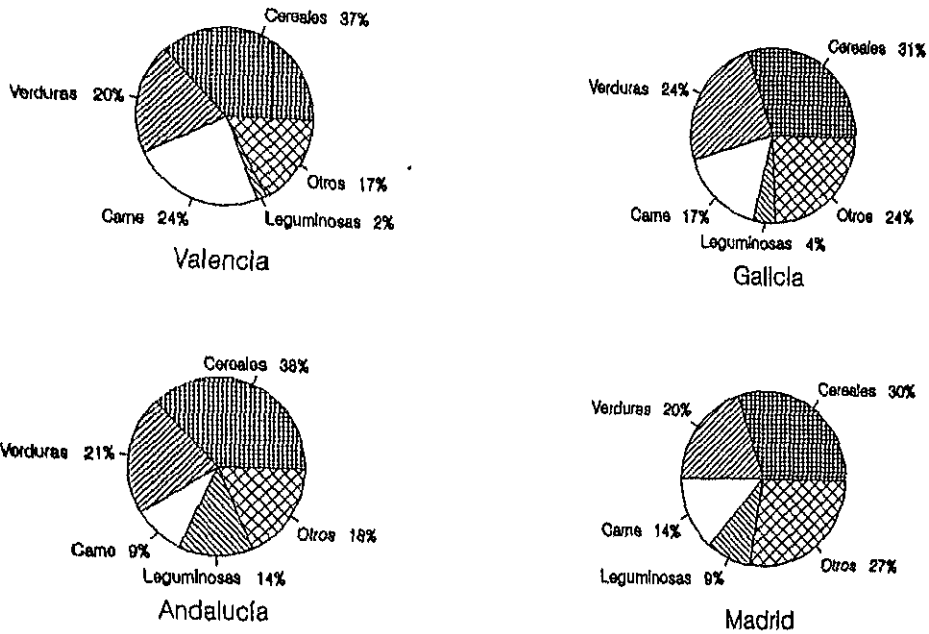
### 5.2.7. Hierro

El hierro, como el zinc, calcio y magnesio es un nutriente esencial para la vida y las determinaciones de sus ingestas, como suele suceder para la mayoría de los nutrientes, pero en especial de hierro, son comunes en todos los estudios en los que se trata de estudiar la relación entre datos de la ingesta y su estado nutritivo a través de distintos parámetros sanguíneos, en el caso del hierro, ferritina, hierro en sangre, etc. En los países desarrollados se han observado ingestas insuficientes que dan lugar a anemias ferropénicas especialmente en mujeres adolescentes que se han relacionado frecuentemente con dietas de adelgazamiento mal programadas.

En nuestro estudio, la ingesta media de hierro es diferente en las cuatro CCAA. Galicia es la que presenta una mayor ingesta: 18.9 mg/día y Valencia, por el contrario, es la que presenta la menor 11.03 mg/día, que sería suficiente para alcanzar las ingestas recomendadas medias por persona y día (10 mg/día); sin embargo no cubriría las necesidades de una mujer en edad fértil (18 mg/día) excepto en Galicia, juzgado tanto por el aporte de la dieta total como por la suma del contenido de hierro de cada grupo de alimentos que la componen. En ningún caso se alcanzan las ADI establecidas para este metal por el Codex Alimentarius (52 mg/día). El hierro como elemento tóxico no suele afectar en países de nuestro entorno a la población en general y solamente a grupos específicos por el uso continuado de utensilios de hierro en su preparaciones culinarias.

Los grupos de alimentos con un mayor porcentaje de aporte al hierro total de la dieta son los cereales (Valencia 37%, Galicia 31%, Andalucía 38% y Madrid 30%) el grupo de verduras (Valencia 20%, Galicia 24%, Andalucía 21% y Madrid 20%). Sin embargo, como es sabido, este hierro tiene una peor bioutilización que el grupo de carnes y derivados que aportan un 24, 17 y 14% en Valencia, Galicia y Madrid, respectivamente. En el caso de Andalucía, el grupo de leguminosas aporta un 14% del hierro total de la dieta. Este aporte es muy superior al que ofrece este grupo en las otras tres CCAA Valencia 2%, Galicia 4% y Madrid 9%. Hay que tener en cuenta que en Andalucía la cantidad de leguminosas que se ingieren es de 5.4 veces la de Valencia, 2.2 la de Galicia y 1.5 la de Madrid. La principal diferencia está en el consumo de garbanzos ya que mientras que en Andalucía se consumen 14.6 g/persona/día, en Madrid se consumen 7.3 g/persona/día y en Valencia y Galicia 5.3 g/persona/día.

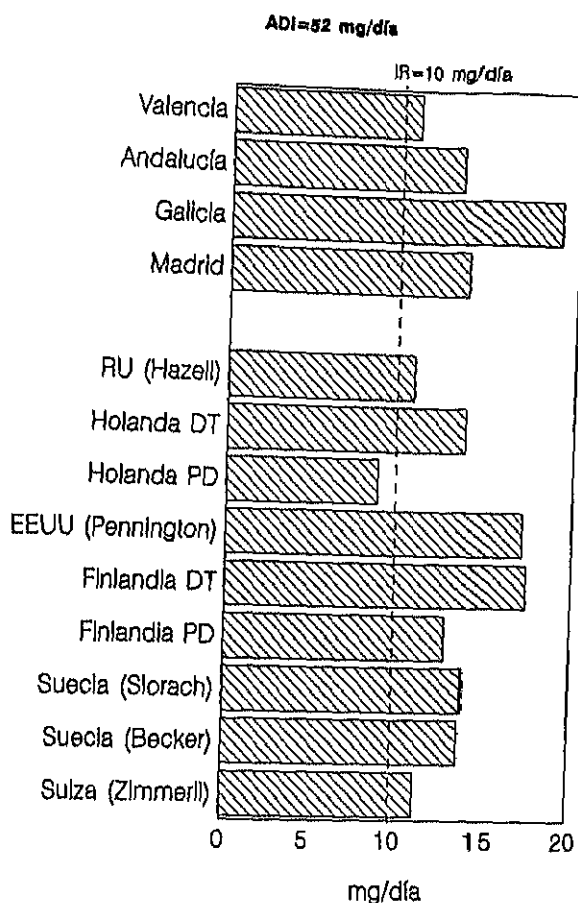
Aporte de los grupos de alimentos al hierro total de la dieta



Los resultados de la dieta total son del mismo orden que los de las dietas de Holanda y de Suecia (14 mg/día) o de Finlandia (13 mg/día). Un poco mayores que los niveles que se encuentran en la dieta media de Reino Unido (11 mg/día) pero menores que los niveles de hierro encontrados en Estados Unidos (17 mg/día).

En la dieta holandesa el pan aporta un 28% de la cantidad total de hierro de la dieta, la carne y los productos cárnicos aportan un 16% y las patatas un 9%. En la dieta media de Reino Unido los cereales aportan un 39% (incluyendo alimentos enriquecidos) seguidos del grupo de carnes con una contribución del 24% del total de hierro ingerido por la dieta.

Ingesta de hierro (mg/día) en distintos países

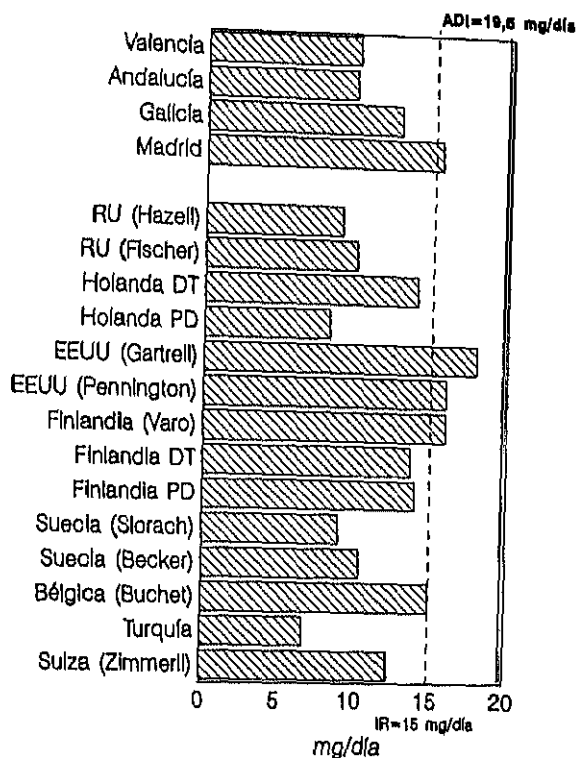


**5.2.8. Zinc**

Los resultados muestran grandes diferencias en cuanto a la ingesta de este metal en las cuatro CCAA. Andalucía tiene la menor 9.8 mg/día seguida por Valencia 10.08 mg/día, Galicia 12.68 mg/día y Madrid 15.52 mg/día.

Estos valores, excepto para Madrid, no alcanzan las ingestas recomendadas que están marcadas en 15 mg/día. Hay que tener en cuenta que las recomendaciones de este metal son tema de gran controversia y por tanto existen diferentes cifras de ingestas recomendadas en cada país.

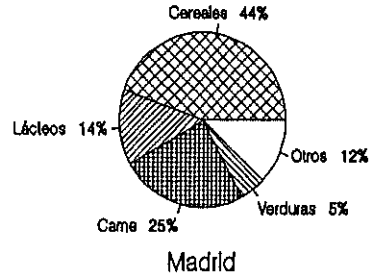
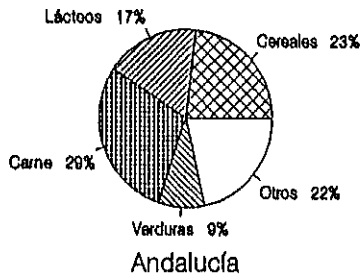
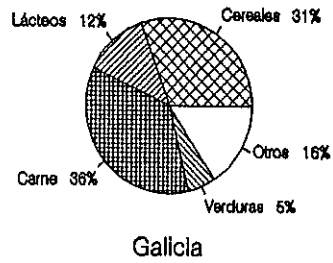
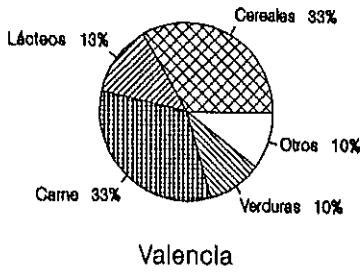
Ingesta de zinc (mg/día) en distintos países



Tampoco se alcanzan las ADI establecidas para este metal por el Codex Alimentarius (19.5-65 mg/día). Es curioso reseñar cómo la recomendación de zinc para una mujer en período de lactación (25 mg/día) según las RDA americanas supera el nivel más bajo de la ingesta diaria aceptable para este metal.

Los grupos de alimentos con un mayor aporte de zinc a la ingesta total de este metal son el de carne y derivados (33% en Galicia y Valencia, 29% en Andalucía y 25% en Madrid), cereales (44% en Madrid, 33% en Valencia, 28% en Galicia y 23% en Andalucía) seguido de lácteos (13% en Valencia, 17% en Andalucía, 14% en Madrid y 11% en Galicia). En Galicia el grupo de verduras aporta un 12% del total.

Aporte de los grupos de alimentos al zinc total de la dieta



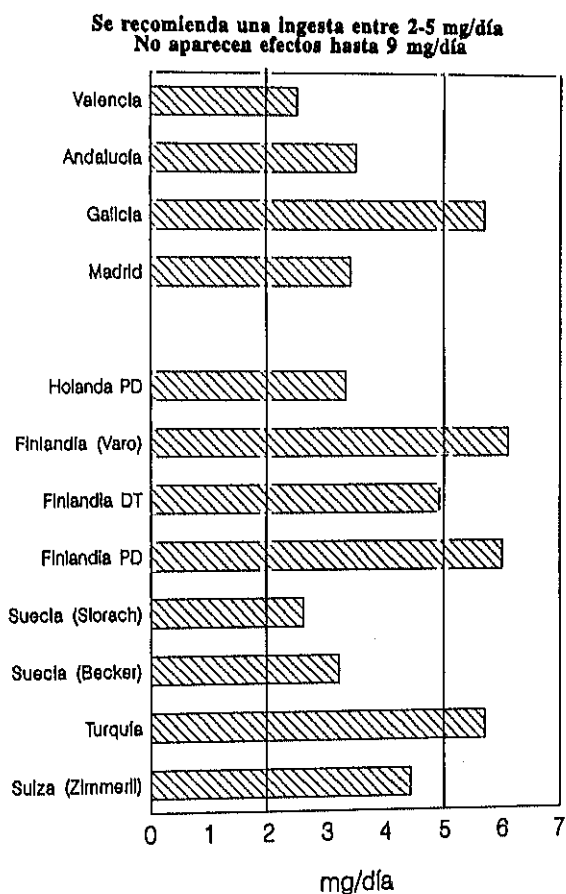
Esta misma tendencia siguen los grupos de alimentos con mayor aporte de zinc a la dieta holandesa que son carne y productos cárnicos 24%, pan 19% y leche y productos lácteos 18%. También Moser-Veillon observa como grupos con mayor aporte de zinc a la dieta, las carnes seguidas de cereales (Moser, 1990), al igual que Hazell en Reino Unido: carne 36% y lácteos y cereales 22% cada uno de ellos.

En nuestro país la ingesta de zinc es menor que la que observa Gartrell en Estados Unidos 18 mg/día, Pennington, también en Estados Unidos observa una ingesta de 16 mg/día, Varo & Kovistoinen en Finlandia 16 mg/día, Buchet en Bélgica 15 mg/día, van Dokkum en Holanda y Sinisalo en Finlandia (14 mg/día). Es un poco mayor que la que observan Hazell en Reino Unido y Storch en Suecia (9 mg/persona/día). Turquía es la que tiene una menor ingesta de este metal (6.7 mg/día).

### 5.2.9. Manganeso

La ingesta de manganeso en las CCAA objeto de estudio muestra algunas diferencias. Según los resultados obtenidos, Galicia tiene la mayor (5.74 mg/día) seguida por Andalucía (3.49 mg/día) y Madrid (3.43 mg/día). Valencia presenta la menor ingesta de este elemento (2.54 mg/día).

#### Ingesta de manganeso (mg/día) en distintos países

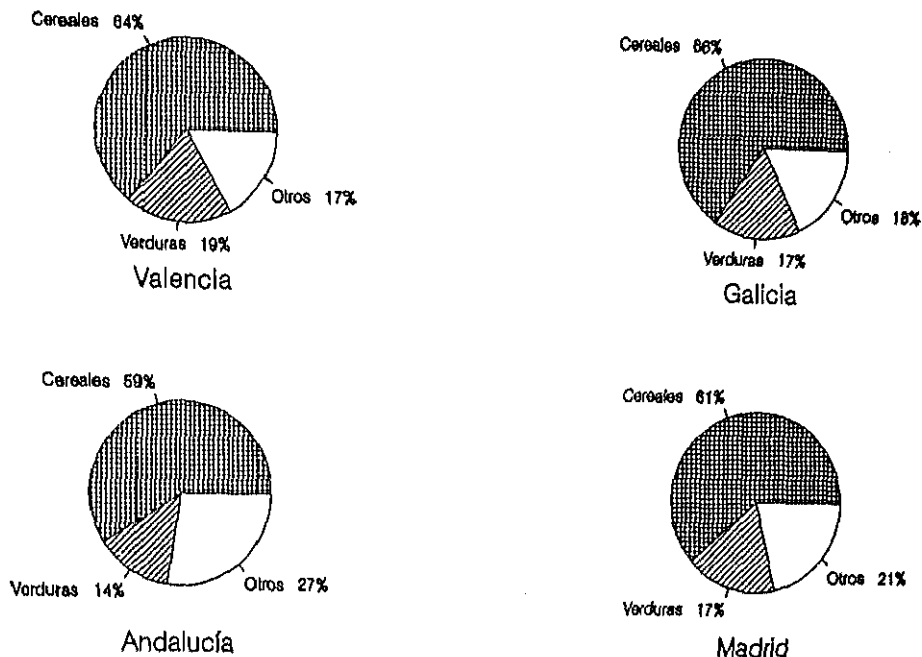


El grupo con un mayor aporte de manganeso a la dieta total es el de cereales con un 66% en Galicia, 64% en Valencia, 61% en Madrid y 59% en Andalucía. El de verduras contribuye en Valencia con un 19%, en Madrid y Galicia con un 17% y en Andalucía con un 14%. En Andalucía y debido a su alto consumo, las leguminosas contribuyen con un 16% al manganeso total de la dieta siendo el segundo grupo después de los cereales con un mayor porcentaje de aporte. La recomendación de manganeso según se marca en las RDA es de 2-5



mg/día y las dietas de las distintas CCAA cubren estas recomendaciones.

Aporte de los grupos de alimentos al manganeso total de la dieta



Nuestro consumo es del mismo orden o incluso en algunas CCAA un poco superior a lo que encuentra Slorach en la dieta típica sueca (2.6 mg/día) pero es inferior a lo que encuentra Sinisalo en las dietas de hospitales finlandeses que oscilan entre 4.4-7.2 mg/día y también que los 4.6 mg/día que se encuentran en Reino Unido (Wenlock, 1979). El contenido de manganeso en algunas de estas dietas de hospitales finlandeses supera el límite superior marcado como ingesta adecuada por las RDA: en general los alimentos básicos finlandeses y las dietas tienen un alto contenido en manganeso (Kumpulainen 85, Kumpulainen 87a, Kumpulainen 87, Kumpulainen 87b) (Varo, 1980) aunque hay que recordar que este es uno de los elementos traza menos tóxico (Wenlock, 1979). Sin embargo, no se sabe si este contenido de manganeso en las dietas es suficientemente alto para causar algún desequilibrio en la absorción y metabolismo de otros elementos, principalmente hierro y zinc (Kirchgessner, 1982). Turquía también supera ese límite superior igual que ocurre en Galicia.

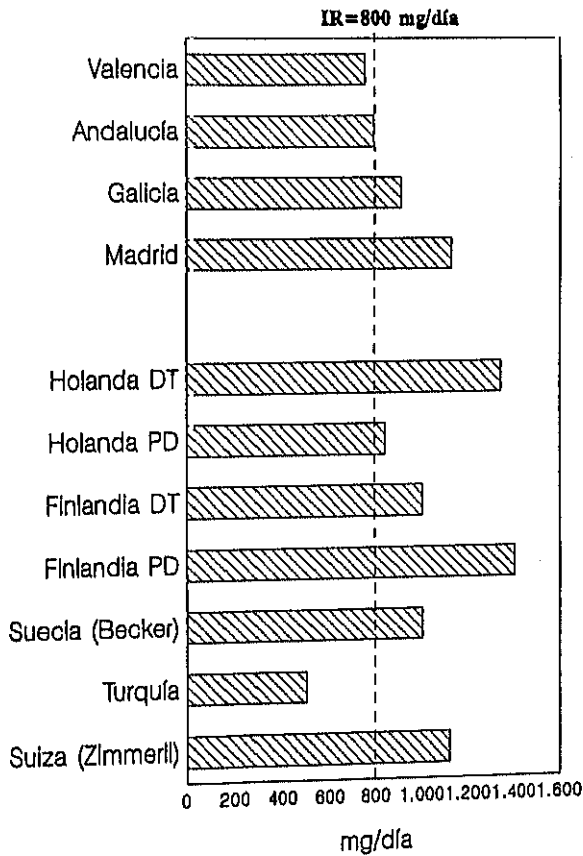
En Reino Unido, Wenlock y colaboradores han observado que los cereales son la mayor fuente de manganeso de la dieta (34%) en zonas donde no haya un consumo elevado de té fuente muy rica en este elemento, porque si no, es el grupo de bebidas que incluye esta infusión (49%), el de mayor contribución a la ingesta total.

MACRONUTRIENTES ESENCIALES PARA FUNCIONES ORGÁNICAS

**5.2.10. Calcio**

La ingesta diaria de calcio muestra diferencias significativas en las cuatro CCAA. Oscilan entre los 753 mg en Valencia y los 1127 mg en Madrid. Como se observa, sólo en Madrid y Galicia se superan las recomendaciones (800 mg) recientemente revisadas por nuestro Departamento (1994). En ningún caso se llegan a alcanzar dosis que pueden ser principio de trastornos en la salud, con 2.5 g/día se observa estreñimiento, formación de cálculos y se puede llegar a inhibir la absorción de hierro y zinc (Greger, 1988).

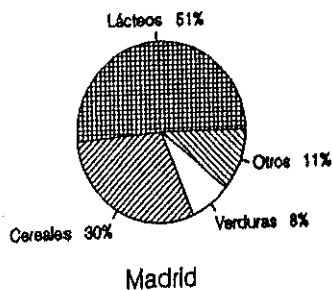
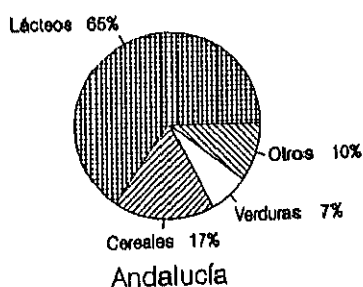
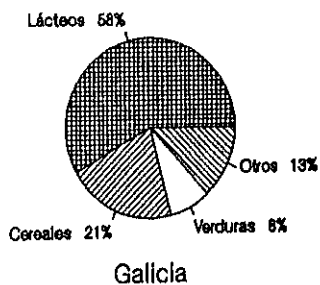
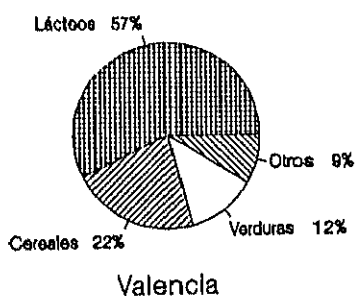
Ingesta de calcio (mg/día) en distintos países



La ingesta en las cuatro CCAA es menor que la encontrada por van Dokkum en la dieta total holandesa donde los valores oscilaban entre 1260-1490 mg/día y también que la de las dietas de hospitales encontrada por Sinisalo en Finlandia que oscila entre los 1000-1700 mg/día. Hazell, en Reino Unido, encuentra una ingesta de calcio de 956 mg/persona/día.

El grupo de lácteos, como es habitual en los países occidentales, es el que tiene una mayor contribución al calcio total de la dieta (65% en Andalucía, 58% en Galicia y 57 y 51% en Valencia y Madrid, respectivamente) seguido del de cereales (30% en Madrid, 22% en Valencia y 21 y 17% en Galicia y Andalucía, respectivamente). van Dokkum encuentra que la leche contribuye al calcio total de la dieta en Holanda con un 28% y que leche y derivados lácteos conjuntamente aportan un 43% seguidos del pan con un 6%. La leche y el queso en la dieta media de Reino Unido contribuyen al calcio total en un 60% seguido de los cereales con un 23% de aporte.

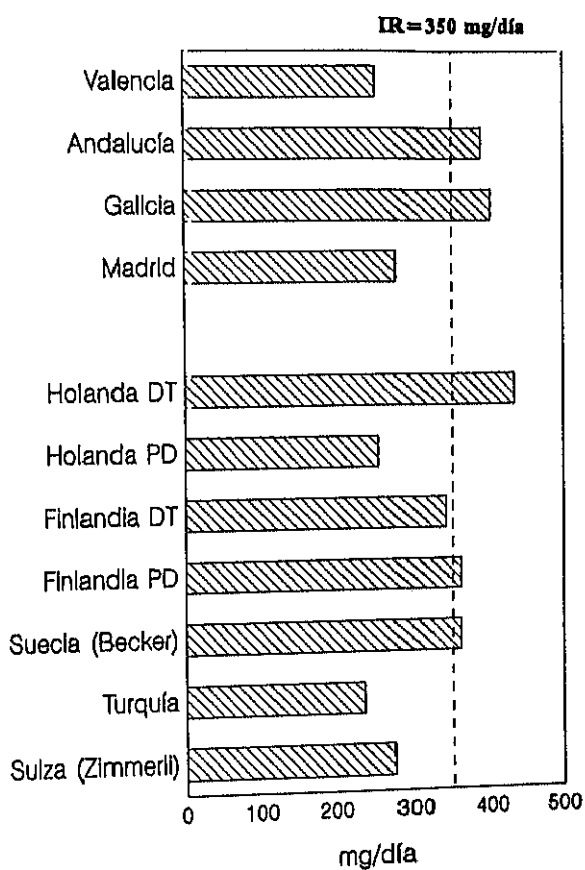
Aporte de los grupos de alimentos al calcio total de la dieta



### 5.2.11. Magnesio

Las ingestas diarias que según los análisis son de 401, 388, 281 y 256 mg/día en Galicia, Andalucía, Madrid y Valencia, respectivamente, son deficitarias en Madrid y Valencia puesto que las recomendaciones se cifran en 350 mg/día.

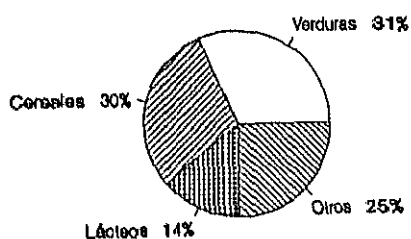
Ingesta de magnesio (mg/día) en distintos países



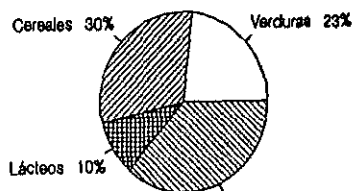
Las ingestas de magnesio en nuestro país son menores que las recogidas por van Dokkum, en Holanda donde los valores oscilaban entre 397-452 mg/día y que las encontradas por Sinisalo en Finlandia (290-410 mg/día). En Reino Unido la ingesta media es de 249 mg/persona/día. Como para otros nutrientes Turquía es la que presenta una menor ingesta (240 mg/día).

Los grupos con una mayor contribución al magnesio total de la dieta son cereales (30% en Galicia y 27% en las otras tres CCAA objeto de estudio), verduras (28% en Valencia, 23% en Galicia, 19% en Andalucía y 16% en Madrid) y lácteos (17% en Madrid, 14% en Andalucía, 13% en Valencia y 10% en Galicia). En Holanda el grupo de alimentos con una mayor contribución al magnesio de la dieta es el pan con un 24% seguido del grupo de bebidas con un 13% y de los lácteos con un 11%. Igual ocurre en la dieta media de Reino Unido donde los cereales contribuyen con un 30% seguido del grupo de verduras (21%) y leche (19%).

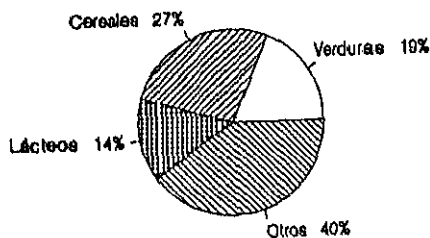
Aporte de los grupos de alimentos al magnesio total de la dieta



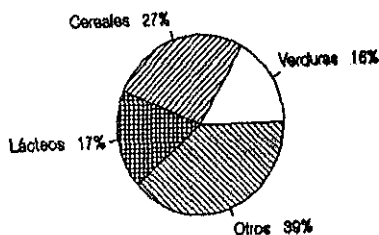
Valencia



Galicia



Andalucía



Madrid

### 5.3. Estimación de la ingesta empleando base de datos

Un grupo de elementos traza de la dieta ha sido juzgado mediante la base de datos descrita en el apartado de metodología. De este grupo de elementos, dos de ellos: arsénico y selenio han sido estimados únicamente con base de datos, mientras que para el resto tuvimos oportunidad de hacer el análisis cuyos resultados acaban de ser discutidos. Selenio y arsénico no pudieron ser analizados por el Laboratorio Central encargado de los análisis, puesto que la determinación de estos elementos no estaba incluida en su programa. En el caso del arsénico queremos hacer notar que sólo se dispone de contenido de arsénico en nueve alimentos puesto que no fue posible encontrar análisis de arsénico en alimentos al componer la base de datos.

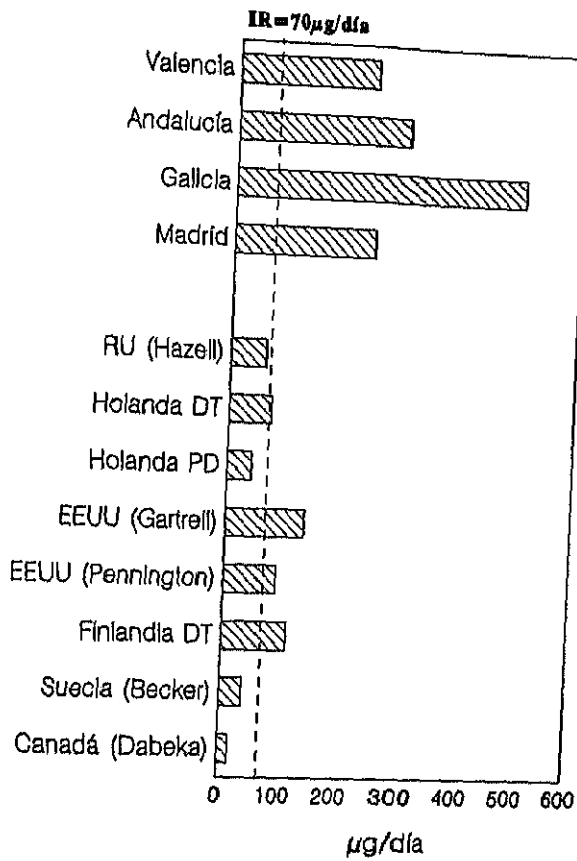
#### 5.3.1. Selenio

La ingesta de selenio en las cuatro CCAA, calculada con la base de datos, supera las ingestas recomendadas de este elemento ( $70 \mu\text{g}/\text{día}$ ) (NRC, 1989). Valencia tiene una ingesta de  $244 \mu\text{g}/\text{día}$ , Madrid de  $247 \mu\text{g}$ , Andalucía de  $296 \mu\text{g}$  y Galicia, la mayor, de unos  $500 \mu\text{g}$  y representan un 349%, 353%, 423% y 714 % de las IR.

Las ingestas en nuestro país son mucho mayores que las de otros países, por ejemplo EEUU y Finlandia, e incluso hay países que no llegan a alcanzar las ingestas recomendadas de este elemento, como son RU, Holanda, Suecia y Canadá. Hay que recordar la importancia creciente que este elemento tiene en cuanto a su acción como antioxidante y, por tanto, en la protección frente a las enfermedades cardiovasculares.

Los grupos de alimentos con mayor aporte de selenio a la dieta son los cereales (37,43,26 y 32% al total en Andalucía, Valencia, Galicia y Madrid, respectivamente), verduras (36,32,55,32% en las mismas CCAA y en el mismo orden) y lácteos (9,8,8 y 14% en las mismas CCAA y en el mismo orden).

Ingesta de selenio ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ) en distintos países

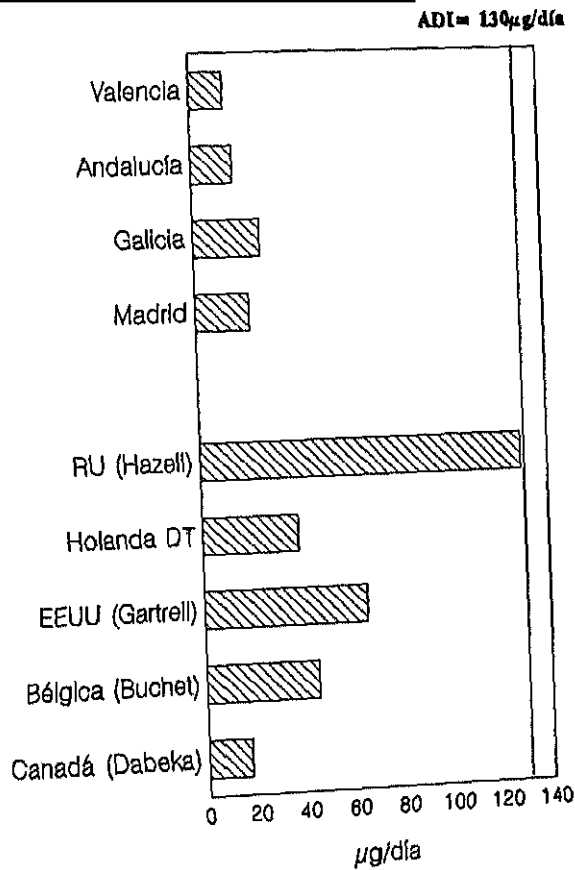


**5.3.2. Arsénico**

Las ingestas de arsénico obtenidas con la base de datos oscilan entre los 13  $\mu\text{g}/\text{día}$  de Valencia y los 26  $\mu\text{g}/\text{día}$  de Galicia. Madrid tiene una ingesta de 21  $\mu\text{g}$  y Andalucía de 16  $\mu\text{g}$  por día. En ningún caso se alcanzan las ADI establecidas para este elemento (130  $\mu\text{g}/\text{día}$ ). Valencia estaría en el 10%, Andalucía en el 12%, Madrid en 16% y Galicia en el 20%, con respecto a las ADI.

Del mismo orden son las cifras que se encuentran en Canadá pero, sin embargo, son menores que en Bélgica, Holanda, EEUU y RU, donde Hazell encuentra una ingesta de 129  $\mu\text{g}/\text{día}$  que casi alcanza el límite de ADI.

Ingesta de arsénico ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ) en distintos países



El grupo de alimentos con mayor contribución a la ingesta total de arsénico es el grupo de lácteos y derivados, seguido del de bebidas y de verduras.



### 5.3.3. Otros elementos

#### Plomo

En el trabajo realizado con la base de datos de contaminantes los valores son de 65  $\mu\text{g}$  en Andalucía (28% de las ADI), 61  $\mu\text{g}$  en Valencia (26%), 144  $\mu\text{g}$  en Galicia (64%) y en la CA de Madrid el valor es de 90  $\mu\text{g}$  (40%). En todos los caso los valores son mayores que los encontrados en los análisis excepto en el caso de Madrid. La diferencia en este último resultado parece ser debida a una contaminación puntual y no a una contaminación crónica de los alimentos de Madrid.

#### Mercurio

Se obtienen ingestas menores que quizá se deban a la ausencia de algún dato en alguno de los alimentos que se incluyen en la cesta de la compra: Galicia 5  $\mu\text{g}$  (10%), Valencia 2.5  $\mu\text{g}$  (5%), Andalucía 4  $\mu\text{g}$  (9%) y Madrid 3  $\mu\text{g}$  (7%).

#### Cadmio

Mediante la base de datos se calculó que en Galicia la ingesta (99  $\mu\text{g}$ ) superaba las ADI (153%). Los valores en Andalucía alcanzaban el 76%, en Madrid el 74% y Valencia la de menor ingesta con 65%.

#### Cobre

La ingesta de este metal es menor en Valencia 4.89 mg, seguida por Andalucía 5.47 mg, Madrid 6.34 mg y la mayor Galicia 6.39 mg. El valor mayor del intervalo de RDA establecido para el cobre se alcanza en todas las CCAA y el valor menor del intervalo de ADI marcado por el Codex Alimentarius se sobrepasa también en las cuatro.

#### Hierro

Las ingestas calculadas de hierro son 11.21  $\mu\text{g}$  (112% de las RDA y 21% de las ADI) en Valencia, 18.20  $\mu\text{g}$  (182% de las RDA y 35% de las ADI) en Galicia, 13.85  $\mu\text{g}$  (138% de las RDA y 27% de las ADI) en Andalucía y 13.06 (131% de las RDA y 25% de las ADI) en Madrid.

### Zinc

Las ingestas calculadas de zinc son 9,58 mg (64% de las RDA y 50% de las ADI) en Valencia, 14.45 mg (96% de las RDA y 76% de las ADI) en Galicia, 11 mg (73% de las RDA y 58% de las ADI) en Andalucía y 10.74 (72% de las RDA y 56% de las ADI) en Madrid.

### Calcio

En Valencia la ingesta es de 617 mg, la menor de las cuatro CCAA (77% de las RDA y 25% de las RfD), seguida de Andalucía cuya ingesta es de 761 mg (95% de las RDA y 30% de las RfD), Madrid 837 mg (105% de las RDA y 33% de las RfD) y Galicia, la mayor con 910 mg (114% de las RDA y 36% de las RfD).

## **6. RESUMEN Y CONCLUSIONES**

Como respuesta a una creciente demanda por parte de la sociedad, la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Acción Concertada "Nutrition and Health" de la Unión Europea (UE) consideran la necesidad de estudiar determinados componentes químicos en la llamada "dieta total". Tales estudios se diseñan para conocer la carga de un contaminante dado ingerido por un individuo que consume la dieta habitual de una zona geográfica determinada.

El objeto de este trabajo fue conocer la ingesta media de algunos metales pesados (plomo, mercurio y cadmio) y de otros elementos, nutrientes, potencialmente tóxicos (hierro, cobre, zinc, molibdeno, manganeso, calcio, magnesio, níquel) vehiculizada por las dietas habituales de cuatro comunidades autónomas (CCAA) seleccionadas: Valencia -menor consumo energético-, Galicia -mayor consumo energético-, Madrid -zona muy urbana- y Andalucía -mayor número de población-.

Para cada una de las CCAA elegidas se elaboró una lista por orden de mayor a menor en cuanto a la cantidad física ingerida de 234 alimentos y se escogieron aquellos que aportaban el 95% de la energía total consumida y los que sin estar incluidos en los que aportan el 95%, tenían una carga considerable de un contaminante dado. Las muestras de alimentos se recogieron en Madrid, Valencia, La Coruña y Sevilla reproduciendo, en lo posible, los puntos más representativos de venta y las marcas más consumidas.

Las muestras se homogenizaron con material no contaminante (titanio) y se combinaron según los grupos de alimentos en las proporciones adecuadas al consumo de los mismos. Se enviaron al laboratorio central del "Agricultural Research Centre of Finland", donde fueron analizados en cuanto al contenido de plomo, mercurio, cadmio, níquel, molibdeno, cobre, hierro, zinc, manganeso, calcio y magnesio.

Las ingestas de los metales específicamente contaminantes se han comparado con las ingestas diarias aceptables (ADI) establecidas por el Codex Alimentarius, si están marcadas, o bien con las dosis de referencia (RfD) o las llamadas zonas de seguridad marcadas por diferentes organizaciones. Las ingestas de nutrientes esenciales se han comparado con sus ingestas recomendadas, entendiendo como tales los niveles que se deben ingerir para hacer frente

a las necesidades del 95% de la población sana- y, debido al creciente interés en la relación esencialidad-toxicidad de ciertos nutrientes esenciales, se compararon también con los niveles que pueden llegar a ser perjudiciales para la salud.

Se valoró también la adecuación y la toxicidad de las ingestas de selenio y arsénico obtenidas mediante una base de datos vía dieta total.

De todos los elementos, contaminantes y nutrientes, se juzgan cantidades medias, por tanto, el consumidor específico de altas cantidades de un grupo de alimentos en concreto, o bien el hiperconsumidor en general, el hecho de comer mucho, o bien que la ingesta sea por parte de grupos vulnerables de la población como pueden ser mujeres gestantes o niños -con otros límites de riesgo establecidos- presenta un mayor riesgo que el que se comenta.

Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

## 1ª CONCLUSIÓN

La composición de las dietas totales -alimentos que aportan el 95% de la energía total consumida por día- de las cuatro CCAA seleccionadas: Valencia, Galicia, Madrid y Andalucía muestra una gran variación entre ellas, tanto en el tipo como en el número de alimentos que oscila entre 64 en Galicia y 73 en Madrid.

Por grupos, las principales diferencias entre CCAA, con respecto al consumo de alimentos, se han observado en el grupo de lácteos 445 g/día en Galicia y 265 g/día en Valencia; pescados 64 g/día en Galicia y 23 g/día en Valencia; leguminosas 29 g/día en Andalucía y 5 g/día en Valencia; verduras y hortalizas 558 g/día en Galicia y 265 g/día en Valencia, debido a las patatas cuyo consumo en Galicia es de 448 g/día mientras que en Valencia es de 115 g/día. El grupo de bebidas presenta diferencias que oscilan entre 502 g/día en Galicia y 205 g/día en Andalucía y que se deben principalmente al vino de mesa cuyo consumo es de 360 g/día en Galicia y de 53 g/día en Andalucía.

## 2ª CONCLUSIÓN

La población de Madrid presentó la ingesta más alta de plomo vía dieta total que superaba las ADI en un 226%. En las otras CCAA no se observaron niveles de riesgo apreciable para la salud.

El mayor aporte de plomo fue debido en primer lugar a los cereales en Madrid, Galicia y Andalucía y a las verduras en Valencia; en segundo lugar aparecieron los cereales en Valencia, las bebidas en Galicia y carne en Andalucía.

## 3ª CONCLUSIÓN

En ninguna de las cuatro CCAA la ingesta de mercurio vía dieta total superó la ADI establecida para este metal. En todos los casos el grupo de pescados fue el de mayor aporte.

## 4ª CONCLUSIÓN

Las ingestas de cadmio vía dieta total de las cuatro CCAA estuvieron cerca del 50% de las ADI.

Los grupos de alimentos con un mayor aporte fueron en primer lugar los pescados en Valencia y Andalucía y las verduras y hortalizas en Galicia y Madrid y en segundo lugar, los cereales en Valencia y Galicia, las verduras en Andalucía y los pescados en Madrid.

## 5ª CONCLUSIÓN

La ingesta de cobre vía dieta total de Madrid superó el límite más bajo establecido para su ADI. En las otras CCAA las ingestas permanecieron alrededor del 55%.

En todas las CCAA los cereales fueron el grupo con mayor aporte de este metal seguidos en menor proporción por las verduras y hortalizas en Valencia y carnes en Galicia y Andalucía.

### 6ª CONCLUSIÓN

Las ingestas de hierro, que cubrieron las recomendaciones nutricionales, no alcanzaron las ADI en ninguna de las CCAA.

Los grupos de alimentos con un mayor porcentaje de aporte al hierro total de la dieta fueron, en primer lugar, los cereales en todos los casos, seguidos por verduras y hortalizas en Galicia, Andalucía y Madrid y carnes y derivados en Valencia.

### 7ª CONCLUSIÓN

No se alcanzaron en ninguna de las CCAA las ADI de zinc ni las recomendaciones nutricionales, excepto en el caso de Madrid para estas últimas.

Los grupos de alimentos que aportaron el zinc a la ingesta total fueron, en primer lugar, carne y derivados en Galicia, Valencia y Andalucía, y cereales en Madrid y estos, en segundo lugar, en Galicia, Valencia y Andalucía.

### 8ª CONCLUSIÓN

Las ingestas de molibdeno en las cuatro CCAA hicieron frente a las ingestas recomendadas provisionales para personas adultas y no alcanzaron en ningún caso los niveles sugeridos como excesivos o de riesgo.

Este metal procedía en primer lugar de los cereales en las cuatro CCAA y, en segundo lugar, de las verduras y hortalizas en Valencia y Madrid y leguminosas en Andalucía y Galicia.

### 9ª CONCLUSIÓN

Las dietas de las distintas CCAA cubrían las recomendaciones de manganeso y no alcanzan el valor en que se considera que empiezan a aparecer efectos no deseables.

El grupo de alimentos con un mayor aporte al manganeso dietético fue el de cereales en las cuatro CCAA seguido del de verduras.

## 10ª CONCLUSIÓN

Las ingestas de calcio no alcanzaron en ninguna de las CCAA las dosis de referencia. No se alcanzaban las ingestas recomendadas de este metal con las dietas de Valencia y Andalucía. Los lácteos aportaron muy mayoritariamente, como es lógico dado el alto consumo de este grupo, este nutriente.

## 11ª CONCLUSIÓN

Las ingestas de selenio y arsénico juzgadas utilizando la base de datos cubrieron en todas las CCAA las recomendaciones y no alcanzaron, en ningún caso, las ADI.

## Conclusión general

La ingesta de cantidades superiores a las ingestas aceptables parece estar determinado por el tipo de alimentos consumidos en las diferentes CCAA.

En el caso de aquellos elementos que exceden las ingestas diarias aceptables (plomo y cobre), la ingesta de los mismos pareció determinada por su carga en los alimentos que en ese momento conformaron la dieta y muy concretamente en los cereales.

Para los elementos contaminantes la diferencia en la ingesta se debió a una distinta carga de contaminantes en los alimentos que forman el grupo, como en el caso del cadmio y el pescado en Valencia y Andalucía o con el plomo en los cereales de Madrid.

En el caso de elementos que forman parte del alimento en sí mismo, sin contaminarlo, su diferente ingesta se debió al consumo de diferentes cantidades de alimentos, muy heterogéneo entre CCAA.



## **7. BIBLIOGRAFÍA**

- AASETH J (1992). Health Effects related to Selenium Intake and Selenium-metal interactions. ISTERH Third Conference and NTES Fourth Nordic Conference on Trace Elements and Disease. S26. Stockholm.
- ABERNATHY CO, CANTILLI R, DU JT & LEVANDER OA (1993). Essentiality versus toxicity:some considerations in the risk assessment of essential trace elements In: Saxena, J, ed. Hazard assessment of chemicals, vol 8. Washington, DC: Taylor and Francis.
- BECKER W, KUMPULAINEN J (1990). Food basket surveys as a method for monitoring dietary intake of mineral elements. *J Food Comp Anal*.
- BENDER AE (1984). Health Problems in Food: Chemical Aspects, in: Quality Control in the Food Industry vol 1, 2nd EDN, ISBN 012343001 1. Academic Press, London.
- BENNETT WM (1985). Lead Nephropaty. *Kidney Int* 28
- BERNARD A, ROELS H, BUCHET JP, CARDENAS A & LAUWERYS R (1992). Cadmium and health: the Belgian experience. In: Nordberg Gf, Alessio L, Herber RFM, ed. Cadmium in the human environment: toxicity and carcinogenity. Lyon:International Agency for Research on Cancer, 1992:15-33. (IARC scientific publications; n°118).
- BINGHAM S (1985). Aspects of Dietary Survey Methodology. *Nutrition Bulletin* 44 10-2: 90-103.
- BINGHAM S (1987). The Dietary Assessment of Individual; Methods, Accuracy, New Techniques and Recommendations. *Nutr Abs Rec* , A. 57 (10): 705-742.
- BOFFETTA P, AXELSON O, BERLIN M, COSTA M, ELINDER CG, FOWLER B, GEHARDSSON L, GRANDJEAN P, NORDBERG GF & SUNDERMAN FW, JR (1993). Carcinogenicity of trace elements. *Scand J Work Environ Health* 19 suppl 1:110-1.
- BOTHWELL TH, SEFTEL H, JACOBS P, TORRANCE JD & BAUMSLAG N (1964). Iron overload in Bantu subjects. *Am J Clin Nutr* 14:47.
- BOUDENE CL (1986). Toxicité des métaux. Toxicologie et sécurité des aliments. Cood: R Derache. Ed. Lavoisier TEC & DOC apria. Lavoisier.

- BRUSSAARD JH, SCCHINELJDER P, AKEN AMMAM, DOKKUM W VAN AND VOS RH DE (1994).** Dietary intake of food contaminants in the Netherlands. Input from TNO Total Diet Study 1988-1989. Part 1. Cadmium, lead, organochlorine compounds, nitrate and malathion. *TNO report n° V 93.567*, TNO-Nutrition and Food Research, Zeist.
- BRZOZOWSKA A (1988).** Trace elements in typical European diets. Nutritional sciences for human health. Fifth European Nutrition Conference 1988.
- BUCHET JP, LAUWERYS R, VANDERVOORDE A AND PYCKE JM (1983).** Oral daily intake of cadmium, lead, manganese, copper, chromium, mercury, calcium, zinc and arsenic in Belgium: a duplicate meal study. *Food and Chemical Toxicology* **21**, 19-24.
- BURKE DM, DEMICO FJ, TAPER LJ, RITCHIEY SJ (1981).** Copper and zinc utilization in elderly adults. *J Gerontol* **36**:558-563.
- BUSHNELL PJ Y JAEGER RJ (1986).** Hazards to health from environmental lead Exposure. A review of recent literature. *Vet Hum Toxicol* **28**.
- BUSS D, TYLER H, BARBER S, CRAWLEY H (1987).** Manual de Nutrición. Ed. ACRIBIA, S.A. Zaragoza. España.
- CARBAJAL MA (1987).** Hábitos alimentarios de la población española. Influencia de algunos factores socioeconómicos. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid.
- CARRINGTON CD, SHEEHAN DM & BOLGER PM (1993).** Hazard assesment of lead. *Food Additives and Contaminants* **10**, 325-335.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (1984).** Contaminants: Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Codex Alimentarius, vol.XVII, ed 1.
- COMBS JR. GF (1993).** Essentiality and Toxicity of Selenium with respect to Recommended Dietary Allowances and Reference Doses. *Scand J Work Environ Health* **19**, suppl 1:119-21.

- COMMITTEE ON FOOD CONSUMPTION PATTERNS (1981). Assessing Changing Food Consumption Patterns. Food and Nutrition Board. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C.
- CONNALLY RJ (1973). The changing age incidence of iodine deficiency in Tasmania. *Med J Austr* 2:171-174.
- CONNING DM (1988). Hazardous Trace Elements in Perspective. *Bibliotheca Nutr Dieta* vol 41, pp 34-39.
- CORELLA PIQUER D, FRASQUET PONS I, TALAMANTE SERRULLA S, CALDERÓN MARTÍNEZ C Y CORTINA GREUS P (1991). Importancia actual del selenio alimentario sobre la salud humana. *Nutrición Clínica*, vol 11, nº 1, pp 57-63.
- CROSBY NT (1977). Determination of metals in foods. A Review. *The Analyst* vol 102, nº 1213, pp 225-269.
- CIANDRA RK (1984). Excessive intake of zinc impairs immune responses. *J Am Med Assoc* 252:1443-1446.
- CHIEN J & GAO J (1993). The Chinese total diet study in 1990. Part I. Chemical contaminants. *J AOAC Int* 76 (6), 1193-1205.
- CHISOLM JJ (1984). The continuing hazard of lead exposure and its effects in children. *Neurotoxicology* 5.
- DABEKA RW, MCKENZIE AD & LACROIX GMA (1987). Dietary intakes of lead, cadmium, arsenic and fluoride by Canadian adults: a 24-h duplicate diet study. *Food Additives and Contaminants* 4, 89-102.
- DARRET G, COUZY F, ANTOINE JM, MAGLIOLA C & MARESCCHI JP (1986). Estimation of Minerals and trace elements provided by beverages for the adult in France. *Ann. Nutr. Metab.* 30: 335-344.
- DAVIDSON SS, PASSMORE R, BROCK JF, TRUSWELL AS (1975). Minerals. En: Human Nutrition and Dietetics. 6 th Ed. pps 107-141 Edinburgh, London and New York, Churchill Livingstone.

- DE VOS R, VAN DOKKUM W, OLTIOF PDA, QUIRIJNS JK, MUYS T AND VAN DER POLL JM (1984). Pesticides and other chemical residues in Dutch total diet samples (June 1976-July 1978). *Food and Chemical Toxicology* 22, 11-21.
- DEBRY G (1976). Validité des Methodes D'Enquetes Alimentaires. *Ann Nutr Alim* 30, 115-127.
- DEOSTHALE YG & GOPALAN C (1974). The effect of molybdenum levels in shorgum (*Sorghum vulgare* Pers.) on uric acid and copper excretion in man. *Br J Nutr* 31:351-355
- DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN (1994). Tablas de ingestas recomendadas de energía y nutrientes para la población española. Revisadas. Universidad Complutense de Madrid
- DOKKUM W VAN, DE VOS RH, CLOGHLEY FA, HULSHOF KF AM, DUKEL F & WIJSMAN JA (1982). Food Additives and Food components in total diets in the Netherlands. *Br J Nutr* 48, 223-231.
- DOKKUM W VAN, DE VOS RH, MUYS TH AND WESSTRA JA (1989). Minerals and trace elements in total diets in The Netherlands. *British Journal of Nutrition*, 61, 7-15.
- DOKKUM W VAN, SCCHINEIJDER P, ERP-BAART AMJ VAN, AKEN AMMAM, MUYS TH AND SCHIAIK F VAN (1994). Dietary intake in the Netherlands. Input from TNO Total Diet Study 1988-1989.  
Part 2. Minerals, trace elements and vitamins. *TNO report n° V 94.173*, TNO-Nutrition and Food Research, Zeist.
- DOURSON ML (1993). Reference Dose of the United States Environmental Protection Agency. *Scand J Work Environ Health* 19, suppl 1: 115-118.
- ELLEN G (1987). Dietary Studies in the Netherlands: Duplicate Portion Approach. *EURONUT* report 10.
- FALANDYSZ J (1989). Trace metal levels in the raw and tinned squid *Loligo Patagonica*. *Food Additives and Contaminants* 6 n°4, 483-488
- FAO (1963). Tercera Encuesta Alimentaria Mundial. Roma.

- FAO (1985). 1985 Consultation of the European Cooperative Network on Trace Elements. Muratle-Quaire, France.
- FAO (1989). 1989 Consultation of the European Cooperative Research Network on Trace Elements. Rome, Italy.
- FESTA MD, ANDERSON HL, DOWDY RP, ELLERSIECK MR (1985). Effect of zinc intake on copper excretion and retention in men. *Am J Clin Nutr* 41:285-292.
- FIDANZA F (1974). Sources of Error in Dietary Surveys. *Bibl Nutr Diet* 20, 105-113
- FIDANZA F & VERSIGLIONE N (1981). Tabelli di composizione degli alimenti. Istituto di Scienza dell'alimentazione. Università degli studi di Perugia. Idelson. Nápoles.
- FLORA SJS Y TANDON SK (1987). Influence of Dietary Deficiency of Nicotinamide on Lead Toxicity in Young Rats. *Biol Tr Elem Res* 14.
- FOLKES DJ (1984). Determination of contaminants in food- Impact of developments in instrumental methods of analysis. *BNF Nutrition Bulletin* 41, vol 9, n° 2, 94-103.
- FOSMIRE GJ (1990). Zinc Toxicity. *Am J Clin Nutr* 51:225-227.
- FUJIWARA M (1980). Epidemiological Scope on Cadmium pollution in Japan and Experimental Studies on Cadmium Poisoning. *Bibliotheca Nutr Dieta*, vol 29, pp 106-109.
- GALAL-GORCHIEV H (1993). Dietary intake levels in food and estimated intake of lead, cadmium and mercury. *Food Additives and Contaminants* 10, 115-128.
- GARCÍA E (1974). Diseño de la Encuesta General de Población. Publicaciones del INE. Madrid.
- GARTRELL MJ, CRAUN JC, PODREBARAC DS AND GUNDERSON EL, (1985). Pesticides, selected elements and other chemicals in adult total diet samples. October 1978-September 1979. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 68, 862-875.
- GORCHIEV HG & JELINEK CF (1985). A review of the dietary intakes of chemical contaminants. *Bulletin of the World Health Organization* 63, 945-962.

- GOYER RA (1991). Toxicology, 4<sup>a</sup> ed. Editores Casarett and Doulls. Amdur, Doull, Klaaseen.
- GOYER RA (1993). Concluding remarks on the toxicity of essential metals. *Scand J Work Environ Health* 19 suppl 1:139.
- GREAVES JP Y BERRY WTC (1974). Medical, Social and Economic Aspects of Assessment of Nutritional Status. *Bibl Nutr Diet* 20, 1-9.
- GREGER JL (1988). Effect of variations in dietary protein, phosphorus, electrolytes and vitamin D on calcium and zinc metabolism. Pp 205-227 en C.E Bodwell and JW Erdman, Jr eds. Nutrient Interactions Marcel Dekker, Inc, New York.
- GUTHRIE HA (1986). Minerals, Water and Electrolytes. En: Introductory Nutrition. 6 th ed. Ed: Roberson NK pp 183-214 St. Louis, Toronto, Santa Clara, Times Mirror/Mosby College Publishing.
- HAMBRAEUS L & LÖNNERDAL B (1988). Interactions of trace elements. Nutritional sciences for human health. Fifth European Nutrition Conference 1988.
- HATHCOCK JN (1993). Safety limits for nutrient intakes: concepts and data requirements. *Nutrition Reviews*, vol 51, n° 9, 278-285.
- HAZELL T (1985). Minerals in foods: dietary sources, chemical forms, interactions, bioavailability. *Wild Rev Nutr Diet* 46, 1-123.
- HELZLSOUER K, JACOBS R & MORRIS S (1985). Acute selenium intoxication in the United States. *Fed Proc* 44: 1670.
- HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ F, MEDINA J, ANSUATEGUI J & CONESA M (1990). Heavy metal concentrations in some marine organisms from the Mediterranean Sea (Castellón, Spain): Metal accumulation in different tissues. *Scientia Marina* 54 (2).
- HOOPER PL, VISCONTI L, GARRY PJ & JOHNSON GE (1980). Zinc lowers high-density lipoprotein-cholesterol levels. *J Am Med Assoc* 244: 1960-1961.
- IARC (1972). Monographs on Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Vol 1, Intn. Agency Research on Cancer, Lyon.

- IKEDA M, WATANABE T, KOIZUMI A, FUJITA H, NAKATSUKA H, KASAHARA M (1989).** Dietary intake of lead among Japanese Farmers. *Archives of Environmental Health* vol 44 (nº 1), 23-29.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1978).** Encuesta de población activa. Informe técnico: Diseño de la encuesta y evaluación de calidad de datos. Publicaciones del INE. Madrid.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (1983).** Encuesta de Presupuestos Familiares 1980-81. INE. Artes Gráficas. Madrid.
- ISAKSSON B (1993).** A critical evaluation of the duplicate-portion technique in dietary surveys. *European Journal of Clinical Nutrition* 47, 457-460.
- JAAKOLA K (1992).** Aplastic anaemia and antioxidant treatment. *ISTERH Third Conference and NTES Fourth Nordic Conference on Trace Elements and Disease*. P16. Stockholm.
- JACKSON MJ (1994).** Can dietary micronutrients influence tissue antioxidant capacity?. *Proceedings of the Nutrition Society* 53: 53-57.
- JACKSON MP (1992).** Contaminants in food: the Australian scene. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia* 17, 13-19.
- JOHNSON RD, MANSKE DD, NEW DH & PODREBARAC DS (1984).** Pesticide, metal and other residues in adult total diet samples. (XIII). August 1976-September 1977. *Journal of the Association of Official Analytical Chemist* 67, 154-166.
- JORHEM L AND SLORACH SA, 1979.** Tin cans- a source of tin and lead in food. *Vår Foda* 31, 173-191.
- JURADO CHACÓN D, SERRANO DEL CASTILLO A, LÓPEZ FRÍAS M Y CAMPOS MS (1990).** Estudio de los minerales relacionados en la prevención del cáncer. *Nutrición Clínica* vol 10, nº 4, 16-26.
- KESTELOOT H, GEBOERS J & VAN HOOFF R (1983).** An epidemiological study of the relationship between calcium and blood pressure. *Hypertension* 5 (suppl II); 52-56



- KEYS A (1979)**. Dietary Survey Methods. En: *Nutrition, Lipids and Coronary Heart Disease. A global view*. Ed. R.I. Levy, B.M. Rifkind, B.H. Dennis and N.D. Ernst. Raven Press. New York.
- KIRCHGESSNER M, SCHWARZ FJ & SCHEGG A (1982)**. Interactions of essential metals in human physiology. *Clinical, Biochemical and Nutritional Aspects of Trace Elements*, (ed) A.Prasad, pp 477-512. New York: Alan R.Liss, Inc.
- KISTERS K, SPIEKER C, QUANG NGUYEN S, MÜLLER C, RAIIN KH & ZIDEK W (1993)**. Cadmium and copper concentrations in blood and liver tissue in patients with alcohol liver disease in: Mengen- und spurenelement 13. Arbeitstagung 1993. Verlag MTV. Hammerschmidt GmbH, Gersdorf. Germany; 217-222.
- KNAPP HR (1990)**. Hypertension. In: *Present Knowledge in Nutrition*. 6<sup>th</sup> Edition. ILSI Institute Life Sciences Institute Nutrition Foundation. Washington. D.C; 355-361.
- KUMPULAINEN J (1985)**. Report of the activities of the sub-network on trace elements status in food. Report of the 1985 consultation of the European cooperative network on trace elements. Appendix 6. 17-20 September, Muratle-Quaire, France. Rome:FAO
- KUMPULAINEN J, MUTANEN M, PAAKI M & LEHTO J (1987a)**. Validity of calculation method in estimating mineral element content. *Vår Foda Suppl.* 1, 75-82.
- KUMPULAINEN J & PAAKI M (1987)**. Analytical quality control program employed by the trace elements in foods and diets sub-network of the FAO European Cooperative Network on Trace Elements. *Fresenius'Z Anal. Chem.* 326, 684-689
- KUMPULAINEN J, SINISALO M, PAAKI M & TAIIVONEN R (1987b)**. Mineral element composition of nationally representative Finnish market basket diet. *Kemia-Kemi* 14, 10B, Abstract 10.38.
- KUMPULAINEN J, PAAKI M & TAIIVONEN R (1988)**. Characterization of a potato reference material for major, minor and trace elements. *Fresenius Z Anal Chem* 332, 685-688.
- KUMPULAINEN J (1989)**. Report of the 1989 Consultation on the European Cooperative ^Research Network on Trace Elements, Lausanne. Switzerland. Sept 5-8 1989. FAO. Roma.

- KUMPULAINEN ET AL (1992). Intake of toxic trace elements. A study of 14 countries. ISTERH Third Conference and NTES Fourth Nordic Conference on Trace Elements and Disease. S32. Stockholm.
- LI TK & VALLEE BL (1980). Trace Elements B. The Biochemical and Nutritional Roles of other Trace Elements, in: Modern Nutrition in Health and Disease. 6th Edition. Eds Goodhart RS & Shils ME, pp 408-441. Philadelphia, Lea & Febiger.
- LINDH U & JOHANSSON E (1987). Protective Effects of Selenium Against Mercury Toxicity as Studied in the Rat Liver and Kidney by Nuclear Analytical Techniques. *Biol Tr Elem Res* 12.
- LÓPEZ CAPONT F (1993). La problemática del cadmio como contaminante en moluscos. "Xornadas Luso-Galaicas de Ciencias 1990-92". Real Academia Galega de Ciencias. Santiago de Compostela.
- LOUEKARI K (1990). Data bases for non-nutrients. Proceedings of the 4th Eurofoods Meeting, Uppsala, Sweden. Ed. Wulf Becker Sigyn Danfords. Uppsala, Sweden.
- LOZANO F & GALINDO L (1989). Concentraciones de metales pesados en zonas corporales de *Todarodes sagittatus sagittatus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) del Banco Sahariano. *Alimentaria* 203.
- MAHAFFEY KR & RICE GLENN (1995). Estimated intake of methylmercury from marine and freshwater fish for the United States subpopulations grouped by age and gender. *The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine*, vol 8, number 2, pp 93-94.
- MARIANI A, SANTARONI GP & CLEMENTE GF (1980). Mercury Levels in Food and its intake in high-risk Population Groups. *Biblitca Nutr Dieta*, vol 29, pp 32-38.
- MARR JW (1971). Individual Dietary Surveys: Purposes and Methods. *World Review of Nutrition and Dietetics* 13, 105-164 (Karger, Basel).
- MARSHALL MW & JUDD JT (1982). Calculated vs. analyzed composition of four modified fat diets. *J Am Diet Assoc* 80: 537-549.

- MARTÍNEZ RINCÓN C (1994). Presencia de contaminantes metálicos en los alimentos. *Farmacéuticos* n° 176, pp 62-63.
- MARZEC Z & BULINSKI R (1991). Evaluation of the intakes of cadmium, mercury and lead from reconstructed weekly diets. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 42 (2) 107-111.
- MC MICHAEL AJ Y COL. (1988). Port Pirie cohort study: environmental exposure to lead and children's abilities at the age of four years. *N Engl J Med* 319.
- MERTZ W (1987). Trace Element requirements and current recommendations. Current trends in trace elements research . Proceedings of the International Symposium. Paris. 1987. Eds. Chazot, Abdulla, Arnaud.
- MERTZ W (1993). Risk Assessment of Essential Elements. *Scand J Work Environ Health* 19, suppl 1:112.
- MILLS CF & DAVIS GK (1987). Molybdenum. W. Mertz, ed. Trace Elements in Human and Animal Nutrition, 5th ed, Vol 1. Academic Press, Orlando, Fla.
- MISSON VG (1908). Colorimetrische Phosphor bestimmung in stahl. *Chem Ztg* 32: 633.
- MIZRAKI A, LONDON RD & GRIBETZ D (1968). Neonatal hypocalcemia: its causes and treatment. *N Engl J Med* 278, 1163-1165.
- MODAMIO X (1986). Distribución de metales pesados en las desembocaduras de los ríos Besós y Llobregat. *Investigación pesquera* 50 (2).
- MONSEN ER, KUHN IN & FINCH CA (1967). Iron status of menstruating women. *Am J Clin Nutr* 20: 842.
- MORAVA E, GERGELY A (1980). Recent Problems with Lead and Cadmium. *Biblitca Nutr Dieta* vol 29, pp 39-47.
- MOREIRAS O, CARBAJAL A & PEREA IM (1990). Evolución de los hábitos alimentarios en España. Ministerio de Sanidad y Consumo.

- MOREIRAS O, CARBAJAL A & CABRERA L (1992).** La composición de los alimentos. Ed. Eudema, SA. Madrid.
- MOREIRAS O, CUADRADO C, LAMAND M & TRESSOL JC (1993).** The adequacy of essential minerals intake in four areas of Spain as assessed by direct analysis and a data base. *Nutrition Research* vol 13, pp 851-861.
- MOSER-VEILLON PB (1980).** Zinc: Consumption patterns and dietary recommendations. *J Am Diet Assoc* 80:1089-1093.
- NEGGERS YH Y STITT KR (1986).** Effects of high lead intake in children. *J Am Diet Assoc* 86.
- NELSON M, NETTLETON PA (1980).** Dietary Survey Methods. 1. A Semi- weighed Technique for Measuring Dietary Intake within Families. *J Hum Nutr* 34, 325-387
- NEWBERNE PM (1980).** Naturally Occurring food-borne toxicants. En: *Modern Nutrition in Health and Disease* 6th ed. Eds Goodhart RS & Shiels ME, pp 463-496. Philadelphia, Lea & Febiger.
- NICOL BM (1974).** Reasons for, and Methods in Dietary and Food Consumption Surveys. *Bibl Nutr Diet* 20, 69-76
- NOLAN CV Y SHAIKH ZA (1987).** Induction of Metallothionein in Rat Tissues following subchronic Exposure to Mercury shown by Radioimmunoassay. *Biol Tr Elem Res* 12.
- NOMIYAMA K & NOMIYAMA H (1989).** Toxicology of trace elements. *Current Trends in Trace Elements Research*, ed G Chazot et al. Smith-Gordon, pp 7-14.
- NORDBERG GF (1993).** Cadmium carcinogenesis and its relationship to other health effects in humans. *Scand J Work Environ Health* 19 suppl 1:104-7
- NORDBERG GF, JIN T, LIU JX AND NORDBERG M (1995).** Cadmium nephrotoxicity -human, animal and cellular toxicity- data on the mechanism of action. *The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine*, vol 8, number 2, pp 101-102.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL.) (1989).** Recommended Dietary Allowances, 10th Edition. Washington, D.C: National Academy Press.

- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL) (1989b). Diet and Health. Washington, D.C: National Academy Press.
- O'FLAHERTY EJ (1993). Chromium as an essential and toxic metal. *Scand J Work Environ Health* 19, suppl 1:124-125.
- PAUL AA & SOUTHGATE DAT (1978). Mc Cance and Widdowson's the Composition of Foods. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Her Majesty's Stationery Office. Londres.
- PAUL AA, SOUTHGATE DAT & RUSSELL J (1980). First supplement to Mc Cance and Widdowson's the Composition of Foods. 4th Edition. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Her Majesty's Stationery Office. Londres.
- PEATIE ME, BUSS DH, LINDSAY DG & SMART GA (1983). Reorganization of the British total diet study for monitoring food constituents from 1981. *Food and Chemical Toxicology* 21, 503-507.
- PEDERSEN GA, MORTENSEN GK, LARSEN EH (1994). Trace elements in beverages. *Food Additives and Contaminants* vol 11, n° 3, 351-363.
- PEKKARINEN M (1970). Methodology in the Collection of Food Consumption Data. *Wld Rew Nutr Diet* 12, 145-171
- PELUS E, ARNAUD J, DUCROS V, FAURE H, FAVIER A & ROUSSEL AM (1994). Trace element (Cu, Zn, Fe, Mn, Se) intakes of a group of French men using the duplicate diet technique. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 45, 63-70.
- PENNINGTON JAT, YOUNG BE, WILSON DB JOHNSON RD AND VANDERVEEN JE (1986). Mineral content of foods and total diets : the selected minerals in foods survey, 1982 to 1984. *Journal of the American Dietetic Association* 86, 876-891.
- PENNINGTON JAT & JONES JW (1987). Molybdenum, nickel, cobalt, vanadium and strontium in total diets. *J Am Diet Assoc* 87, 1644-1650.
- PENNINGTON JAT, YOUNG BE & WILSON DB (1989). Nutritional elements in U.S. diets: Results from the Total Diet Study, 1982 to 1986. *J Am Diet Assoc* 89, 659-664.

- PENNINGTON JAT & WILSON DB (1990). Daily intakes of nine nutritional elements: Analyzed vs. calculated values. *J Am Diet Assoc* 90, 375-381.
- PENNINGTON JAT (1992). Total diet studies: the identification of core foods in the United States food supply. *Food Additives and Contaminants* 9 (3) 253-264.
- PETERSEN BJ, CHAISSON CF & DOUGLAS JS (1994). Use of food intake surveys to estimate exposures to nonnutrients. *Am J Clin Nutr* 59 (1 suppl), 240S-244S.
- PIIPPS DA (1976). *Metals and Metabolism*: Clarendon Press, Oxford.
- PORTER KG, MCMASTER D, ELMES ME, LOVE AH (1977). Anaemia and low serum-copper during zinc therapy. *Lancet* 1977; 2:774.
- PRASAD AS, BREWER GJ, SCHIOMAKER EB & RABBANI P (1978). Hypocupremia induced by zinc therapy in adults. *J Am Med Assoc* 240: 2166-2168.
- PRASAD AS (1992). Our knowledge of zinc as essential trace element. ISTERH Third Conference and NTES Fourth Nordic Conference on Trace Elements and Disease. Stockholm.
- PRASAD AS (1993). Essentiality and toxicity of zinc. *Scand J Work Environ Health* 19, suppl 1:134-136.
- READ MH, MEDEIROS DM, BENDEL R, ET AL (1986). Mineral supplementation practices of adults in seven western states. *Nutr Res* 6: 375-383.
- REH E (1962). *Manual para las Encuestas Alimentarias*. FAO: Estudios sobre Nutrición nº 18. Roma.
- REILLY C (1980). *Metal Contamination of Food*. Ed. Applied Science Publishers.
- RENWICK AG & WALKER R (1993). An analysis of the risk of exceeding the acceptable or tolerable daily intake. *Regul Toxicol Pharmacol* 18 (3), 463-480.
- ROBBINS SL, KUMAR V Y COTRAN R (1990). *Patología Estructural y Funcional*. Vol I. 4ª ed. Interamericana. Mc GRAW-HILL.

- ROGA-FRANC M, KOSLA T, OKICKI E & WASILEWKO J (1993). Lead and cadmium levels as well as hematologic and biochemical indices of calves' blood from cattle farms in the Warsaw Region. In: Mengen- und spurenelement 13. Arbeitstagung 1993. Verlag MTV. Hammerschmidt GmbH, Gersdorf, Germany; 89-94.
- ROGGI C, MINOIA C, GANDINI C, CACCIALANZA G, RE AM DEL, NATALI P, RIGONI I, MAZZEI B, MELONI F & MELONI C (1991). Environmental pollution and contamination of foods. Experimental evaluation of daily intake of pesticides and toxic trace elements with the total diet. *Igiene Moderna* 96 (6) 748-766.
- RUTKOWSKA U, WOJTASIK A, INWANOW K & KUNACHOWICZ H (1991). Nutritive value of daily diets reconstructed in some regions of Poland. 4. Contents of copper, zinc and manganese. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 42 (2) 113-119.
- SALONEN J, NYSSÖNEN K, KORPELA H, TUOMILIIETO J, SEPPÄNEN R, SALONEN R (1992). High Stored Iron Levels are associated with excess risk of myocardial infarction in eastern finnish men. *Circulation* Jun 22 16, 37:44.
- SANDSTEAD HH (1993). Zinc requirements, the recommended dietary allowance and the reference dose. *Scand J Work Environ Health* 19, suppl 1: 128-131. 14.
- SCACCINI C (1985). Food Consumption Surveys Revisited: Methodological Aspects. En: *Measurement and Determinants of Food Habits and Food Preferences*. Ed.: J.M. Diehl y C. Leitzmann. Institute of Nutrition, Justus-Liebig University, Giessen, West Germany
- SCHROEDER HA (1964). Cadmium hypertension in rats. *Am J Physiol* 207: 62.
- SIMONATO L ET COL. (1994). A retrospective mortality study of workers exposed to arsenic in a gold mine and refinery in France. *Am J Ind Med* 25(5); 625-633.
- SINISALO M, KUMPULAINEN J, PAAKI M & TAIIVONEN R (1989). Content of major and minor mineral elements in weekly diets of eleven Finnish hospitals. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 2, 43-48.
- SINISALO M, KUMPULAINEN J, PAAKI M & TAIIVONEN R (1989b). Mineral elements in Finnish hospital diets. In: *Current trends in Trace Elements Research*, ed G.Chazot et al., Smith-Gordon, p 31-32. London.

- SLORACH S, GUSTAFSSON IB, JORIHEM L & MATTESSON P (1983). Intake of lead, cadmium and certain other metals via a typical Swedish weekly diet. *Vår Föda* 35, Suppl 1.
- SOUCI SW; FACIMANN N & KRAUT H (1981). Food Composition and Nutrition Tables 1981/82. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. Stuttgart.
- SRIKUMAR TS, JOHANSSON GK, ÖCKERMAN PA, GUSTAFSSON JA & ÅKESSON B (1992). Trace element status in healthy subjects switching from a mixed to a lactovegetarian diet for 12 mo<sup>1-3</sup>. *Am J Clin Nutr* 1992, 55, 885-90.
- STAARINK T, 1982. Het RIV-onderzoek van 24-uurs voeding ("the RIV-study of 24-hrs duplicate diets") *Voeding* 43, 411-412.
- STOCKS P Y DAVIES RI (1960). *Br J Cancer* 14.
- TAHVONEN R, KUMPULAINEN J (1993). Lead and cadmium in some cereal products on the Finnish market 1990-91. *Food Additives and Contaminants* vol 10, n° 2, 245-253.
- TAHVONEN R, KUMPULAINEN J (1994). Lead and cadmium contents in pork, beef and chicken and in pig and cow liver in Finland during 1991. *Food Additives and Contaminants* vol 11, n° 4, 415-426.
- TAHVONEN R, KUMPULAINEN J (1994b). Lead and cadmium contents in pork, beef and chicken and in pig and cow liver in Finland during 1991. *Food Additives and Contaminants* vol 11, n° 4.
- TOYOKAWA H, NISHIKAWA H (1994). A new estimation of the intake of contaminants, based on daily food consumption data. *Nippon Eiseigaku Zasshi* 49 (2); 606-615.
- TURRINI A, SABA A AND LINTAS C (1991). Study of the Italian reference diet for monitoring food constituents and contaminants. *Nutrition Research* 11, 861-873.
- UNDERWOOD EJ (1977). Trace elements in Human and Animal Nutrition. 4<sup>th</sup>ed Academic Press. New York.



- UNEP/FAO/WHO (1988). Assessment of Chemical Contaminants in Food. Report on the results of the UNEP/FAO/WHO programme on health related environmental monitoring, London.
- USIHO F, KAWASHIMA M, FUNAYAMA K, SAKAMAKI N, KASAHARA T & TOMOMATSU T (1991). Duplicate portion studies on the dietary intakes of nutrients. *Annual Report of the Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health* 42, 176-184.
- UTHUS EO & NIELSEN FH (1993). Determination of the possible requirement and reference dose levels for arsenic in humans. *Scand J Work Environ Health* 19, suppl 1:137-138.
- VALLEE BL (1988). Zinc: biochemistry, physiology, toxicology and clinical pathology. *BioFactors* vol 1 n° 1, pp 31-36.
- VARELA G, MOREIRAS O, REQUEJO A (1985). Estudios sobre Nutrición (dos volúmenes). Publicaciones de Instituto Nacional de Estadística. Madrid.
- VARELA G, MOREIRAS O, REQUEJO A (1985b). La Nutrición en España. Publicaciones de Instituto Nacional de Estadística. Madrid.
- VARO P & KOIVISTOINEN P (1980). Mineral element composition of Finnish foods. XII. General Discussion and nutritional evaluation. *Acta agric. scand.*, suppl.22, pp. 165-171.
- VETTORAZZI G (1982). Lead as Food Contaminant. *Rev Ital Sci Alim* 11.
- VETTORAZZI G (1987). The Importance of Toxicology in Food Science. Toxicological Aspects of Food. Ed.Uni Elsevier Applied Science.
- WATANABE T, KOIZUMI A, FUJITA H, KUMAI M, IKEDA M (1985). Dietary cadmium intakes of farmers in nonpolluted areas in Japan, and the relation with blood cadmium levels. *Environmental Research* 37, 33-43.
- WATANABE T, NAKATSUKA H, SATOH H, YAMAMOTO R, MASAYUKI I (1992). Reduced dietary cadmium intake in past 12 years in a rural area in Japan. *The Science of the Total Environment* 119, 43-50.

- WATANABE T, OKUJOU I, SHINICHIRO S, MASAYUKI I (1993). Reduction in cadmium in blood and dietary intake among general populations in Japan. *International Archives of Occupational Environmental Health* 65: S205-S208.
- WENLOCK RW, BUSS DH & DIXON EJ (1979). Trace nutrients. 2. Manganese in British food. *Br J Nutr* 1979; 41: 253-261
- WESTERMARCK T (1992). Antioxidant Treatment of some neurological disorders. ISTERH Third Conference and NTES Fourth Nordic Conference on Trace Elements and Disease. Stockholm.
- WHO (1973). Trace Elements in Human Nutrition. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series N° 532. Geneva:WHO.
- WHO (1976). Pesticide Residues in Food. Technical Report Series n° 592. Geneva:WHO. WHO offset publication n° 87.
- WHO (1985). Guidelines for the Study of Dietary Intakes of Chemical Contaminants. WHO offset publication n° 87. Ginebra
- WHO (1989). Lead- Environmental Aspects. Environmental Health Criteria 85. Geneva.
- WHO (1989). Mercury- Environmental Aspects. Environmental Health Criteria 86. Geneva.
- WHO (1993). Evaluation of certain food additives and contaminants. Forty-first Report on the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series N° 837. WHO, Geneva, Switzerland 53 pp.
- YANG G, WANG S, ZHON R & SUN S (1983). Endemic selenium intoxication of humans in China. *Am J Clin Nutr* 37:872-881.
- YOUNG CM (1981). Dietary Methodology. En: *Assessing Changing Food Consumption Patterns*. Food and Nutrition Board. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C.

- ZIMMERLI B & KNUTTI R (1985). Analysis of daily rations from Swiss canteens and restaurants  
I. General aspects of intake studies and description of the investigation. *Mitt. Gebiete  
Lebensm. Hyg.* 76: 168-196.
- ZURERA-COSANO G, MORENO-ROJAS A, AMARO-LÓPEZ MA (1994). Effects of processing on  
the concentration of lead in Manchego-type cheese. *Food Additives and Contaminants*, vol  
11, n°1, 91-96.

Presidente:

Dr. GREGORIO VAZELA

Vocales:

Dr. ROSALBA FAURE

Dr. JUAN J. LÁZAREZ

Dr. J. RAÚN BARRIGAS

Secretario:

Dr. BALTAR RUIZ-ROJO

Reunido, en el día de hoy, el Tribunal que al  
margen se expresa, para juzgar esta tesis doctoral,  
acordó por.....calificarla

de APTO CUM LAUDE

Madrid, 19 de Diciembre de 19 95

El Secretario del Tribunal:

