

Este informe recoge la opinión colectiva de un grupo internacional de especialistas y no representa necesariamente el criterio ni la política de la Organización Mundial de la Salud ni de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD
SERIE DE INFORMES TECNICOS
Nº 505

FAO: REUNIONES SOBRE NUTRICION
Nº 51

**EVALUACION DE DIVERSOS ADITIVOS ALIMENTARIOS
Y DE LOS CONTAMINANTES MERCURIO,
PLOMO Y CADMIO**

**Decimosexto Informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en
Aditivos Alimentarios**

Ginebra, 4-12 de abril de 1972



Publicado por la FAO
y la OMS



ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD
Ginebra, 1973

Las monografías con resúmenes de los datos biológicos y las evaluaciones toxicológicas, las observaciones acerca de las concentraciones de contaminantes en los alimentos, y los métodos de análisis de los mismos, se publicarán por separado por la FAO y la OMS bajo el título:

Evaluación del mercurio, plomo, cadmio y los aditivos alimentarios amaranto, dietilpirocarbonato y galato de octilo

FAO: Reuniones sobre nutrición, N° 51A

WHO: Food Additives Series, N° 4

**FAO: REUNIONES SOBRE NUTRICION
N° 51**

**ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD
SERIE DE INFORMES TECNICOS
N° 505**

**EVALUACION DE DIVERSOS ADITIVOS ALIMENTARIOS
Y DE LOS CONTAMINANTES MERCURIO,
PLOMO Y CADMIO**

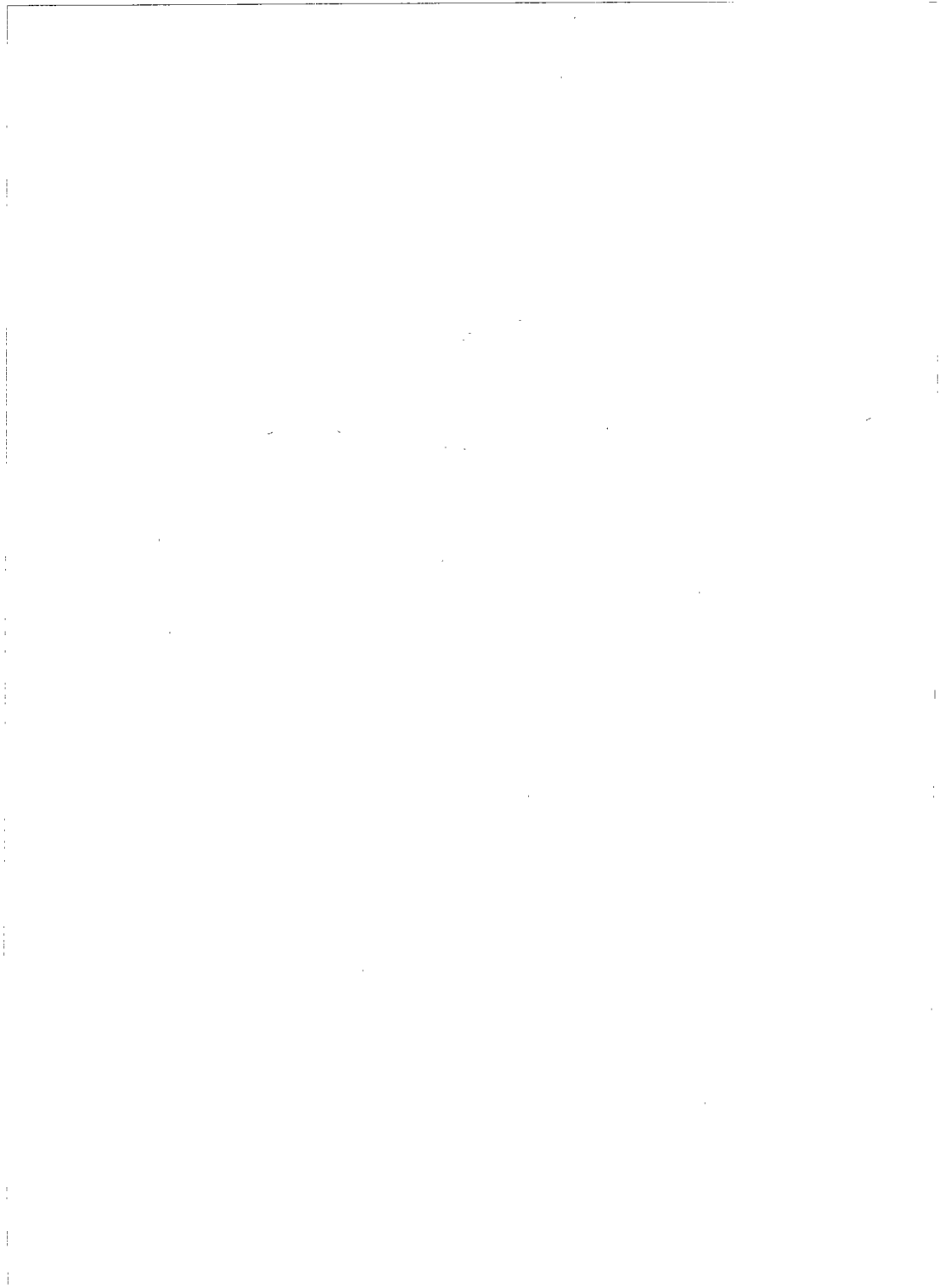
**Decimosexto Informe del Comité Mixto FAO/OMS
de Expertos en Aditivos Alimentarios**

CORRIGENDUM

Página 27, línea 15

Suprímase 1 mg/kg

Añádase 1 µ/kg



COMITE MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS EN ADITIVOS ALIMENTARIOS

Ginebra, 4-12 de abril de 1972

Miembros invitados por la FAO:

Sr. H. Cheftel, Président du Sous-Comité scientifique, Comité international permanent de la conserve, París, Francia

Profesor F. Cotta-Ramusino, Instituto Superior de Sanidad, Roma, Italia

Dr. H. Egan, Government Chemist, Department of Trade and Industry, Londres, Reino Unido (*Relator*)

Dr. K. Kojima, Jefe, División de Química de los Alimentos, Ministerio de Sanidad y Servicios Sociales, Tokio, Japón

Profesor J.K. Miettinen, Director, Departamento de Radioquímica, Universidad de Helsinki, Finlandia

Dr. D.M. Smith, Head, Office for International Food Standards, Department of National Health and Welfare, Ottawa, Canadá (*Vicepresidente*)

Miembros invitados por la OMS:

Profesor F. Berglund, Director, Departamento de Investigaciones Alimentarias, Administración Nacional de Alimentos, Estocolmo, Suecia

Dr. H. Blumenthal, Deputy Director, Division of Toxicology, Bureau of Foods, Food and Drug Administration, Washington, D.C., EE.UU.

Dr. L. Golberg, Scientific Director, Institute of Experimental Pathology and Toxicology, Albany Medical College of Union University, Albany, N.Y., EE.UU.

Dr. G. Kazantzis, Consultant Physician and Senior Lecturer in Community Medicine, Middlesex Hospital, Londres, Reino Unido (*Relator*)

Dr. M. Piscator, Profesor Asociado, Departamento de Higiene Ambiental, Instituto Karolinska, Estocolmo, Suecia

Profesor R. Truhaut, Directeur du Centre de recherches toxicologiques, Faculté de Pharmacie, Université de Paris, Francia (*Presidente*)

Dr. T. Tsubaki, Profesor, Departamento de Neurología, Instituto de Investigaciones sobre el Cerebro, Universidad de Niigata, Niigata, Japón

Dr. A.N. Zajcev, Director, Laboratorio de Investigaciones sobre los Aspectos Sanitarios de los Aditivos Alimentarios, Instituto de Nutrición, Academia de Ciencias Médicas de la U.R.S.S., Moscú, U.R.S.S.

Observadores (invitados por la FAO):

- Dr. O.R. Braekken, Presidente, Comité del Codex sobre Pescado y Productos Pesqueros, y Director, Laboratorio Oficial de Vitaminas, Instituto Noruego de Investigaciones Pesqueras, Bergen, Noruega
- Sr. D.F. Dodgen, Director, Food Chemicals Codex, National Academy of Sciences, Washington, D.C., EE.UU.
- Dr. M. Hashimoto, Coordinador de Políticas, Dirección de Ambiente, Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, París, Francia
- Sr. C. Nobbs, Consultor, Dirección de Ambiente, Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, París, Francia
- Dr. G.F. Wilmink, Presidente, Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios, La Haya, Países Bajos

Secretaría:

- Dr. C. Agthe, Investigador del Servicio de Carcinogénesis Química, Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, Lyon, Francia
- Dr. P.S. Elias, Principal Medical Officer, Department of Health and Social Security, Londres, Reino Unido (*Consultor*)
- Dr. C. Jardin, Oficial de Normas Alimentarias, FAO, Roma, Italia
- Dr. F.C. Lu, Jefe del Servicio de Aditivos Alimentarios, OMS, Ginebra, Suiza (*Cosecretario*)
- Sr. R.K. Malik, Servicio de Ciencia y Política de la Alimentación, Dirección de Nutrición, FAO, Roma, Italia (*Cosecretario*)
- Dr. S.I. Shibko, Assistant to the Director, Division of Toxicology, Bureau of Foods, Food and Drug Administration, Washington, D.C., EE.UU. (*Consultor*)
- Dr. G. Vettorazi, Científico, Servicio de Aditivos Alimentarios, OMS, Ginebra, Suiza

INDICE

1. Introducción	1
2. Consideraciones generales	3
2.1 Finalidad	3
2.2 Métodos de análisis.....	4
2.3 Concentraciones de contaminantes metálicos y necesidad de vigilancia de las mismas.....	5
3. Principios que regulan la evaluación toxicológica	7
3.1 Contaminantes metálicos	7
3.1.1 El proceso de la evaluación.....	7
3.1.2 Ingestión semanal tolerable provisional.....	9
3.2 Reevaluación de ciertos aditivos alimentarios.....	10
4. Observaciones acerca de cada una de las sustancias que figuran en el programa	11
4.1 Contaminantes metálicos	11
4.1.1 Mercurio	11
4.1.2 Plomo	18
4.1.3 Cadmio	23
4.2 Diversos aditivos alimentarios	28
4.2.1 Amaranto	28
4.2.2 Colores de caramelo (procedimiento del amoníaco)	28
4.2.3 Dietilpirocarbonato	29
4.2.4 Galato de octilo	30
5. Establecimiento de medidas de control basadas en evaluaciones toxicológicas	32

6. Recomendaciones	34
6.1 Recomendaciones a la FAO y a la OMS.....	34
6.2 Recomendaciones generales	35
Anexo 1. Informes y otros documentos resultantes de reuniones anteriores del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios	36
Anexo 2. Evaluación de algunos contaminantes y aditivos alimentarios	39

1. INTRODUCCION

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios se reunió en Ginebra del 4 al 12 de abril de 1972. La reunión fue abierta por el Dr. T.A. Lambo, Subdirector General de la OMS, en nombre de los Directores Generales de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y de la Organización Mundial de la Salud. El Dr. Lambo manifestó en su discurso de apertura que las sustancias de que iba a ocuparse el Comité eran de interés actual en muchas partes del mundo. Todas ellas han originado una cierta preocupación acerca de si son o no inocuas en su uso: algunas son acumulativas y podrían causar daños irreversibles si se ingiriesen en cantidad suficiente para ello; de otras se sospecha que son carcinógenas o que tienen otros efectos adversos. Además, el que las principales sustancias objeto de estudio — mercurio, plomo y cadmio — sean contaminantes de los alimentos y no aditivos alimentarios refleja la conciencia universal de los problemas de la contaminación ambiental en general y de la contaminación de los alimentos en particular.

Como consecuencia de las recomendaciones de la Conferencia Mixta FAO/OMS sobre Aditivos Alimentarios, celebrada en septiembre de 1955,¹ se han reunido 15 Comités Mixtos FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (véase Anexo 1). La presente reunión se convocó obedeciendo a las recomendaciones hechas en el Decimoquinto Informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. Su mandato era: (1) evaluar los datos toxicológicos y afines relativos a la concentración total de mercurio, de plomo y de cadmio en el hombre procedentes de alimentos y de otras fuentes, (2) ver cuáles son las concentraciones de estos metales en diversos alimentos y los métodos de análisis de los mismos, y

¹ FAO: Reuniones sobre Nutrición, 1956, N° 11; Org. mund. Salud Ser. Inf. técn., 1956, N° 107.

(3) evaluar nuevamente el amaranto, el caramelo, el dietilpirocarbonato y el galato de octilo.

Para facilitar los estudios, el Comité se dividió en dos grupos: uno se dedicó principalmente a la evaluación toxicológica, en tanto que el otro se ocupó primordialmente de las fuentes de contaminantes, de las concentraciones y métodos de análisis de éstos, y de las normas químicas de ciertos aditivos alimentarios.

2. CONSIDERACIONES GENERALES

2.1 Finalidad

En los últimos años ha aumentado notablemente la preocupación de las autoridades sanitarias de muchos países acerca de la presencia de determinados contaminantes metálicos en los alimentos. El problema del plomo y el mercurio se examinó en el décimo informe.¹ Basándose en la información disponible entonces, sólo se pudo fijar una « dosis diaria máxima admisible » de plomo, y el mercurio no se pudo evaluar en absoluto. En su 14º informe,² el Comité aplazó nuevamente la cuestión del mercurio por estarse efectuando estudios importantes.

La tarea primordial del presente Comité era determinar las fuentes de mercurio, plomo y cadmio, sus concentraciones en los alimentos y su significación para la salud del hombre. El punto principal que necesitaba un examen detallado era el problema de la dosis total de un contaminante dado, procedente de fuentes diversas, como alimentos, agua y aire, en el hombre. El Comité no se ocupó, excepto en los casos necesarios, de la exposición debida a actividades industriales o profesionales, ni tampoco de los efectos generales de tales contaminantes en el medio ambiente.

La finalidad principal del Comité al examinar las fuentes de mercurio, plomo y cadmio era indicar cuáles de ellas deben tomar en consideración los encargados de su control. Se estimó que las medidas encaminadas a controlar dichas fuentes y las consecuencias de orden económico de tales medidas quedan fuera del mandato del Comité, puesto que otros programas internacionales tratan de estas cuestiones. Este informe no pretende ofrecer un cuadro completo de la cuestión de los contaminantes metálicos en los alimentos, pero sí señala cuáles son los peligros que estos

¹ Véase Anexo 1, ref. 13.

² Véase Anexo 1, ref. 22.

contaminantes pueden presentar para la salud humana e indica útiles y amplios estudios del problema.

2.2 Métodos de análisis

Algunas de las observaciones que se hacen en esta sección con respecto a los métodos de análisis, y en particular con respecto a los problemas generales que presentan los métodos de análisis de los contaminantes metálicos que aquí interesan, resultarán obvias, especialmente para los analistas experimentados; pero, si el informe ha de ser útil para todos los países, es necesario que dé una idea completa de los problemas.

Evidentemente es de interés fundamental conocer la aplicación a que se destinan los resultados de los análisis. La precisión y seguridad requeridas y la rapidez con que se obtienen los resultados determinan la elección de los métodos. En el caso de estudios definitivos, o cuando se trate de la observancia normativa, se necesitará un método inequívoco con un muestreo representativo de los productos en cuestión.

Al emplear una técnica nueva por vez primera, incluso un analista experimentado reconocerá la necesidad de efectuar varios experimentos de prueba. En las monografías¹ se destacan varios puntos elementales de técnica analítica, porque, con algunos de los métodos que se refieren en ellas, ha sido difícil obtener resultados uniformes con muestras idénticas en buenos laboratorios de diversos países. El Comité estimó que sería útil el intercambio internacional de muestras entre laboratorios.

En informes anteriores ha sido costumbre describir métodos de análisis para evaluación de la pureza de los diferentes aditivos que han de usarse en los alimentos, como se indica en el Anexo 4 del décimo informe.² Sin embargo, el Comité no ha descrito hasta ahora métodos de análisis de los aditivos presentes en los alimentos nada más que en los casos de los antibióticos y los disolventes de extracción, para los cuales no existían métodos de análisis generalmente aceptables. En el décimo informe, donde se examinan los problemas relativos al mercurio, plomo, cobre, arsénico, cinc y estaño, no se proponen métodos específicos de análisis de estos contaminantes en los alimentos.² El Comité, no obstante, admite actualmente la conveniencia de dar una cierta infor-

¹ Véase pág. ii.

² Véase Anexo 1, ref. 13.

mación acerca de los tipos de métodos útiles para el control de los contaminantes metálicos mencionados. Las monografías, pues, proporcionan orientaciones referentes a los tipos de métodos analíticos que deben utilizarse para descubrir indicios de mercurio, compuestos de metilmercurio, y plomo y cadmio en los alimentos. La técnica del caso dependerá del alimento particular que se examine.

El Comité no ha elaborado métodos detallados de análisis de indicios, puesto que la Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius ha considerado ya algunos de ellos. Además, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada y otros organismos prosiguen su labor para elaborar nuevos métodos internacionales de determinación de indicios de metales en los alimentos. Es importante establecer métodos convenidos internacionalmente, y conveniente lograr la uniformidad de criterio entre los diversos organismos interesados.

2.3 Concentraciones de contaminantes metálicos y necesidad de vigilancia de las mismas

En este informe se consideran las concentraciones de contaminantes en los alimentos juntamente con las concentraciones importantes en otros medios, como aire y agua; también se tiene en cuenta la forma química del contaminante. Pueden surgir problemas acerca de la naturaleza de los alimentos, las especies biológicas del caso, y su origen geográfico. El Comité no facilita una lista de las concentraciones de los contaminantes metálicos que se hallan en todos los alimentos, incluido el agua, pero, en su deseo de ayudar a las autoridades encargadas de la sanidad alimentaria a considerar un programa de examen de los alimentos, llama la atención sobre los problemas que pueden presentarse.

El Comité dispuso de una cantidad considerable de datos de diferentes partes del mundo relativos a las concentraciones de mercurio, plomo y cadmio en distintos alimentos. En el caso particular del mercurio, es abundante la información referente a peces y otros alimentos marinos. Al parecer, sólo en unos pocos países se han efectuado investigaciones sistemáticas, de las cuales no se puede presentar un resumen satisfactorio a causa de la falta de información sobre el tipo y magnitud del muestreo del caso y sobre los métodos de análisis empleados. Además, respecto de algunas clases de alimentos los datos eran inadecuados.

Debido a los posibles peligros sanitarios de la contaminación am-

biental en general y de los contaminantes alimentarios en particular, el Comité recomienda la formulación de sistemas coordinados internacionalmente y estadísticamente válidos de recopilación y evaluación de datos sobre contaminantes en los alimentos en las distintas partes del mundo. Aunque los sistemas básicos de vigilancia son de carácter nacional, los resultados de esta vigilancia deben reunirse en el plano internacional, evaluarse y facilitarse a los gobiernos. Dicha evaluación será útil al indicar problemas y alimentos a los cuales deben aplicarse medidas concretas de control y al señalar posibles estudios epidemiológicos. Los alimentos pueden servir también de indicadores de fuentes de contaminación y, por consiguiente, pueden complementar otros programas internacionales relativos a la vigilancia de las fuentes de contaminación en el medio ambiente general.

El Comité atribuye importancia particular a los estudios de regímenes alimentarios totales basados en alimentos ya preparados para el consumo y en hábitos alimentarios conocidos, puesto que estos estudios han resultado ser el modo más útil de indicar la contribución de los alimentos a la concentración total de un contaminante dado. La FAO y la OMS deben alentar a las autoridades nacionales a que realicen tales estudios, y asesorarlas cuando ello sea necesario. Los resultados de los estudios deberán combinarse con cifras relativas a la contribución del aire, el agua y, posiblemente, otras fuentes, como, por ejemplo, el humo del tabaco, con el fin de llegar a una estimación de las concentraciones totales de un contaminante determinado que pueden afectar a una persona media. Los estudios permitirán que los gobiernos actúen sobre bases científicas para proteger a la población de los riesgos de los contaminantes en los alimentos. Evidentemente, estas estimaciones medias no permitirán la protección requerida de poblaciones determinadas que consuman cantidades superiores a la media de ciertos alimentos o que consuman alimentos con concentraciones inevitablemente grandes de contaminantes, por lo que el Comité recomienda que en tales casos se hagan evaluaciones separadas.

3. PRINCIPIOS QUE REGULAN LA EVALUACION TOXICOLOGICA

3.1 Contaminantes metálicos

Los contaminantes metálicos que se examinan aquí — mercurio, plomo y cadmio — son importantes contaminantes ambientales dañosos para la salud. Es probable que la contaminación con estos metales, si se deja que prosiga, origine en un futuro previsible la pérdida de grandes fuentes de alimentos.

3.1.1 *El proceso de la evaluación*

A lo largo de los años, los Comités Mixtos FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios han adoptado ciertos procedimientos para la evaluación de la inocuidad. Para la mayoría de los aditivos se han observado los siguientes criterios:

1. Aceptación de una dosis carente de efecto en el curso de uno o varios ensayos a largo plazo, debidamente ejecutados, en animales de laboratorio.
2. Aplicación de un factor de seguridad arbitrario que, en opinión del Comité, guardaba relación con la naturaleza del compuesto que se evaluaba, con las circunstancias del uso a que se le destinaba y con la calidad de los estudios experimentales disponibles.
3. Fijación, cuando procediere, de ingestiones diarias admisibles (IDA) incondicionales, condicionales o temporales, basándose en las consideraciones expuestas en el 11º informe.¹

Únicamente en raras ocasiones se ha dispuesto de datos referentes a exposición de seres humanos. Esta información complementaba la

¹ Véase Anexo 1, ref. 14, págs. 6-9.

confianza, total en otros casos, en los resultados de estudios con animales para los fines de la evaluación de la inocuidad.

Retrospectivamente, es evidente que el concepto de IDA para cualquier sustancia se basa en el supuesto de que cada ingestión diaria se elimina en última instancia del organismo y que, en su mayor parte, esta eliminación es rápida y completa (a menos que el compuesto origine productos de biotransformación que entren en el metabolismo intermedio dentro del organismo). Ya en el pasado se han hallado excepciones a esta regla representadas por el almacenamiento de pequeñas dosis de compuestos lipófilos en el tejido adiposo del hombre.

Tratar de fijar las IDA para metales pesados tales como mercurio, plomo y cadmio es inadecuado por las razones siguientes:

1. Los metales y algunos de sus derivados orgánicos son acumulativos y únicamente se puede alcanzar el equilibrio en el organismo después de una exposición prolongada; la localización selectiva de tales sustancias en órganos y tejidos susceptibles del organismo puede ocasionar daños cuando las concentraciones llegan a ser considerables. Existe también el problema de distinguir con precisión las proporciones relativas de las diferentes formas del contaminante, tales como compuestos de mercurio inorgánico de metilmercurio, en vista de sus consecuencias toxicológicas diferentes.
2. Existe un estrecho margen entre la exposición de las poblaciones « normales » en muchos países y la exposición que se sabe causa síntomas y señales patentes de intoxicación. La asignación de una IDA basada en experimentos con animales, utilizando un factor de seguridad razonable, podría dar origen a cifras que no permitiesen la ingestión normal de alimentos.
3. Existe incertidumbre acerca de muchos de los hechos fundamentales relativos a la respuesta a los índices actuales de exposición de la población:
 - a) se desconoce todavía el grado en que varía la susceptibilidad de cada adulto y la influencia de las variables usuales dentro de las poblaciones y entre éstas;
 - b) actualmente no se puede expresar con precisión la susceptibilidad especial del feto, el recién nacido y el niño;
 - c) no se han delineado debidamente índices subclínicos activos distintos de las cifras que indican exposición;

- d) existe la posibilidad de efectos genéticos, pero no se conocen los índices de exposición necesarios para producirlos (si, de hecho, se derivan daños genéticos para el hombre);
- e) no se han evaluado las posibles interacciones biológicas de los metales pesados entre sí y con los compuestos químicos neurotóxicos, nefrotóxicos y lipófilos presentes en los alimentos o derivados del ambiente.

4. Las IDA se fijan con la intención de que se usen al asignar las cantidades admisibles de un aditivo para aplicaciones concretas previstas cuando el aditivo sirve para finalidades tecnológicas necesarias y se le emplea de acuerdo con prácticas de fabricación correctas. Estos conceptos son inaplicables a los contaminantes en forma de indicios.

3.1.2 *Ingestión semanal tolerable provisional*

En vista de lo que antecede, se necesita un criterio nuevo respecto a la contaminación de los alimentos con metales pesados. En la evaluación de esta contaminación, el Comité ha asignado una *ingestión semanal tolerable provisional* para cada uno de los contaminantes metálicos considerados. Este criterio se basa en lo siguiente:

1. Los contaminantes se pueden acumular en el organismo con velocidad y amplitud que dependen de la magnitud de la ingestión y de la forma química del metal pesado contenido en el alimento. Por consiguiente, la base sobre la que se exprese la ingestión debe ser una cantidad superior a la correspondiente a un solo día. Además, los distintos alimentos pueden contener cada uno concentraciones superiores a la media de un contaminante metálico pesado, por lo cual el consumo de tales alimentos en un día determinado aumenta notablemente la ingestión de ese día. De conformidad con esto, la ingestión tolerable provisional se expresa por semanas.
2. El adjetivo « tolerable », que expresa permiso más bien que aceptación, se usa en aquellos casos en que la absorción de un contaminante está inevitablemente asociada con el consumo de alimentos por lo demás sanos y nutritivos o con la aspiración de aire.
3. El empleo del adjetivo « provisional » expresa la naturaleza tentativa de la evaluación, dada la escasez de datos dignos de confianza relativos

a las consecuencias de la exposición humana a dosis próximas a las que interesan al Comité.

3.2 Reevaluación de ciertos aditivos alimentarios

La necesidad de volver a evaluar el amaranto, el dietilpirocarbonato y el galato de octilo surgió al disponerse de datos recientes que planteaban problemas enteramente nuevos.

Además, se adoptó una norma revisada para los colores de caramelo obtenidos por el procedimiento del amoníaco.

4. OBSERVACIONES ACERCA DE CADA UNA DE LAS SUSTANCIAS QUE FIGURAN EN EL PROGRAMA

En las monografías pertinentes (véase pág. *ii*) pueden hallarse más detalles sobre los datos utilizados en la evaluación toxicológica y las observaciones referentes a las concentraciones de contaminantes en los alimentos y los métodos de análisis de los mismos. En el Anexo 2 se presenta un resumen de las evaluaciones.

4.1 Contaminantes metálicos

4.1.1 Mercurio

a) Fuentes

Aire. Excepto en la exposición profesional, la contribución del mercurio aspirado es insignificante en comparación con la absorción derivada de otras fuentes.

Agua. Las fuentes de contaminación directa debida a la actividad del hombre solamente pueden tener efectos locales en las concentraciones de mercurio que se hallan en los peces, por ejemplo, en estuarios y áreas costeras. El mayor depósito de mercurio se halla en alta mar y no es apreciablemente afectado por la contaminación ocasionada por el hombre. Existe también la contaminación geológica natural de los lagos o los cursos de agua debida a los depósitos minerales subyacentes que contienen mercurio, el cual pasa por lixiviación al agua en manera natural. La OMS ha recomendado que el límite superior provisional de mercurio en el agua potable sea 1 µg por litro, cifra que no difiere mucho de la concentración que se encuentra en las aguas naturales empleadas para la bebida.¹ A la dosis de ingestión de 2,5 litros de agua por día empleada

¹ *Normas internacionales para el agua potable*, 1972, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 3ª ed.

en los cálculos para establecer las *Normas internacionales*, el límite superior de ingestión de mercurio sería de 2,5 μg por persona y día, mayormente en forma inorgánica. Es evidente que las sustancias químicas utilizadas para tratar el agua pueden ser impuras y aportar pequeñas cantidades de mercurio al agua.

Las concentraciones de mercurio halladas en el agua tratada son menores que las que se encuentran en los alimentos. Además, el mercurio se halla en el agua en forma inorgánica. Por consiguiente, en términos de metilmercurio no es probable que la contribución del agua y el aire a la concentración corporal en el hombre sea importante.

Fuentes industriales. Dejando aparte la exposición profesional, los mayores riesgos se derivan de la contaminación de los alimentos y posiblemente del agua de beber. La contaminación directa del agua por fuentes industriales probablemente afecta más al pescado que a otros alimentos.

El mercurio o las sales de éste que pasan al agua pueden llegar a originar, sobre todo por procesos microbianos, pero también por otros procesos biológicos y químicos, la formación de compuestos de metilmercurio que pueden ser absorbidos y acumulados por los organismos acuáticos. Las transformaciones se estudian con más detalle en las monografías. Además, una vez que estos contaminantes se han depositado en los cursos de agua o en los estuarios, pueden permanecer en ellos y causar la formación de compuestos de metilmercurio por acción bacteriana después de transcurridos bastantes años.^{1, 2} Por consiguiente, hay que considerar tanto las fuentes pasadas como presentes de contaminantes.

Las medidas para controlar la fuentes industriales pueden producir una notable reducción en nuevas contaminaciones. No obstante, el problema que representan las concentraciones de mercurio en el pescado sacado de cursos de agua y estuarios ya contaminados seguirá planteado durante mucho tiempo.

Fuentes agrícolas. Los fungicidas mercuriales alquílicos, alcoxialquílicos, arílicos e inorgánicos se han usado para tratar las semillas, como fungicidas del tapiz herbáceo y en las huertas. La cantidad de mercurio que pasa a los alimentos por los usos agrícolas es pequeña comparada

¹ Wood, J.M., Scott Kennedy, F. & Rosen, C.G., (1968), *Nature (Lond.)*, **220**, 173.

² Jensen, S. & Jernelöv, A. (1969), *Nature (Lond.)*, **223**, 753.

con la que va a ellos desde otras fuentes. Sin embargo, han ocurrido accidentes debidos al uso erróneo como alimento o pienso de semillas tratadas con compuestos mercuriales alquílicos. El Comité estima que el empleo de fungicidas mercuriales alquílicos o arílicos para tratar las semillas debe suprimirse, y recomienda que el Grupo de Trabajo de Expertos de la FAO sobre Residuos de Plaguicidas y el Comité de Expertos de la OMS en Residuos de Plaguicidas examinen de nuevo el uso de compuestos de mercurio en la agricultura basándose en este informe.

Otras fuentes. Los compuestos de mercurio utilizados en productos farmacéuticos, cosméticos, etc., son ejemplos de otras fuentes de posible absorción de mercurio. En opinión del Comité, el uso de productos farmacéuticos mercuriales debiera desaconsejarse, y habría que buscar sustitutos adecuados. Además, la medicación con compuestos de mercurio puede hacer difícil la interpretación de las concentraciones de algunos de los indicadores empleados para estimar la ingestión de metilmercurio procedente de alimentos. Debe prestarse gran atención en las investigaciones epidemiológicas al historial profesional y médico, sin olvidar el uso de productos farmacéuticos mercuriales y el empleo de cosméticos y productos de tocador conservados con compuestos de mercurio.

b) Concentraciones en los alimentos

La cantidad de compuestos de metilmercurio que se halla en los productos vegetales es pequeñísima o nula. En la carne y los productos lácteos se pueden hallar pequeñas concentraciones de mercurio total que pueden incluir una proporción de compuestos de metilmercurio, derivados quizás de residuos presentes en piensos que contuviesen harina de pescado o cereales tratados.

El pescado constituye un problema particular. Desde los trágicos accidentes de Minamata y Niigata, en Japón, la contaminación acuática con mercurio y su absorción y acumulación resultantes por los peces comestibles ha recibido atención especial en muchos países. En los años últimos se han efectuado millares de análisis y se han comunicado estudios completos. Los resultados muestran que se hallan concentraciones crecientes en aquellos lugares donde el agua está contaminada con mercurio procedente de procesos industriales y mineros. En el pescado procedente de aguas sin contaminar, es decir en la mayoría del pescado que se captura en el mundo entero, se encuentran, por lo general, concentraciones bajas. Algunos de los ejemplares mayores de especies depredadoras pueden

contener concentraciones considerables, que, al parecer, proceden de fuentes naturales, ya que se encuentran concentraciones análogas en ejemplares de museo capturados hace 50 ó 100 años.

La razón de metilmercurio a mercurio total es corrientemente grande (se acerca al 100 por ciento), sobre todo donde la concentración de mercurio total es relativamente elevada. En los mariscos, sin embargo, tal razón es solamente del 50 por ciento o aún menor, cuando la concentración de mercurio total es elevada. El pescado marino, que constituye la mayor parte del pescado que circula en el comercio internacional, se ha investigado muy ampliamente en los últimos años.

Estudios de regímenes alimenticios totales individuales efectuados en Suecia¹ y el Reino Unido,² países donde el consumo de pescado (expresado en porción comestible) es aproximadamente de 50 y 20 g por día, respectivamente, indican una ingestión diaria media de mercurio total del orden de 5-10 µg por persona. Se estima que, en una comunidad determinada, la ingestión media de mercurio por persona y día en forma de metilmercurio no excederá de 2 µg, según la cantidad y tipo de pescado consumido.

La información de que se dispone muestra que alrededor del 99 por ciento de las capturas comerciales de todo el mundo tienen un contenido de mercurio total que no excede de 0,5 mg/kg y el 95 por ciento probablemente contiene menos de 0,3 mg/kg. En 1971, la Food and Drug Administration, de los Estados Unidos, efectuó una encuesta nacional, viéndose que menos del 3 por ciento de 1 400 muestras, tomadas al azar, de pescado comercial del país contenían mercurio en proporción superior a 0,5 mg/kg.

Los peces, moluscos, crustáceos y anguilas, que constituyen la población local de los estuarios contaminados, pueden contener concentraciones considerables de mercurio. Como todos estos productos de la pesca se consumen quizás en cantidad considerable, deberán examinarse más extensamente.

Las concentraciones en ostras y mariscos se pueden controlar mediante medidas contra la contaminación. Las concentraciones en los peces de ciertos lagos de Suecia y determinados ríos japoneses han disminuido también al eliminarse las fuentes de contaminación. Los peces capturados

¹ Dencker, I. & Schütz, A. (1971), *Läkartidn.*, 68, 4031.

² Reino Unido, Working Party on the Monitoring of Foodstuffs for Mercury and other Heavy Metals (1971), *First report: Survey of mercury in food*, London, H.M. Stationery Office.

en otras masas de agua dulce puede que no hayan mostrado tal respuesta con respecto a las concentraciones de mercurio, pero el período de observación fue relativamente corto.

c) *Evaluación toxicológica*

Ultimamente se ha recogido una gran cantidad de información sobre el efecto tóxico del mercurio. Siempre que se dispuso de pruebas de los efectos en el hombre, se utilizaron éstas como base de la evaluación. Para peligros potenciales para el hombre, tales como teratogenia y mutagenia, acerca de los cuales se dispone de poca información obtenida en seres humanos, se tuvieron en cuenta datos conseguidos en animales. Manifestaciones clínicas de intoxicación por varias formas de mercurio se han descrito detalladamente en muchas publicaciones, y ya han aparecido amplios estudios relativos a ensayos con muchos animales, efectuados con una gran variedad de compuestos de mercurio.¹ Por consiguiente, el Comité solamente ha preparado una breve monografía con los datos considerados especialmente pertinentes para su labor.

La información disponible es insuficiente para determinar si una concentración corporal acrecida de mercurio, en particular de metilmercurio, podría originar manifestaciones clínicas de males que actualmente no se consideran característicos del envenenamiento con metilmercurio. El Comité tampoco puede definir las concentraciones de mercurio presentes en sangre, pelo y tejidos en una fase en que existe la posibilidad de efectos marginales que pudieran no interpretarse forzosamente como pruebas de toxicidad. Sólo se dispone de información escasa sobre los efectos en el feto y no se dispone de ninguna en lo que concierne a los efectos teratógenos y a los posibles efectos mutacionígeros en el hombre debidos a la acción del mercurio y sus compuestos.

Como los compuestos de metilmercurio son mucho más tóxicos que todas las demás formas de mercurio, es importante conocer la proporción del mercurio total contenido en la ración alimenticia humana que se halla en forma de metilmercurio. La comparación de los resultados obtenidos por distintos investigadores revela variaciones significativas en

¹ National Institute of Public Health (1971), *Methyl mercury in fish: report of an expert group, Stockholm (Nord. hyg. T., Supl. 4)*; Lu, F.C., Berteau, P.E. & Clegg, D.J. (1972), *The toxicity of mercury in man and animals*. En: *Mercury contamination in man and his environment*, Vienna, IAEA (Technical Report Series N° 137).

esta relación. Hay pocas dudas de que algunas de las determinaciones de metilmercurio hechas hasta ahora se resentían de una metodología inadecuada.

Se ha visto que el consumo de mercurio total procedente de pescado contaminado se refleja en el contenido de mercurio total en sangre y también en el de mercurio de los eritrocitos. Se han hallado relaciones semejantes entre la ingestión de mercurio y la concentración de mercurio total detectable en el pelo. Asimismo se ha demostrado una correlación entre las concentraciones de mercurio en la sangre entera o en los glóbulos rojos y las concentraciones en el pelo. Además, existen datos de japoneses envenenados por consumir una gran cantidad de pescado que contenía una concentración elevada de compuestos de metilmercurio en los incidentes de Niigata y Minamata.

La mayoría de estos datos se refería a la estimación del mercurio total en la sangre y el pelo, y por ello quizá incluían otras fuentes de exposición además del metilmercurio de la sangre. La interpretación de los datos resultó, pues, más difícil. Sin embargo, la estimación por separado del mercurio total en la sangre entera y en los eritrocitos fue útil al determinar el tipo de exposición, ya que el metilmercurio se concentra sobre todo en los glóbulos rojos, mientras que otras formas de mercurio se distribuyen más uniformemente por toda la sangre.

El examen de personas que no consumen pescado ha revelado índices medios en células sanguíneas de 0,004 $\mu\text{g/g}$ en Suecia y de 0,005 $\mu\text{g/g}$ en el Reino Unido. En el caso del pelo, el valor medio era inferior a 2,5 $\mu\text{g/g}$ en ambos países.

La mínima concentración registrada en la sangre entera de un paciente que presentaba síntomas neurológicos en Niigata fue 0,2 $\mu\text{g/g}$, lo que corresponde a unos 0,4 $\mu\text{g/g}$ de mercurio en las células de la sangre. Este valor es aproximadamente 100 veces mayor que el del contenido de mercurio en la sangre de personas que no consumen pescado y 40 veces superior al de una persona que consuma cantidades normales de pescado en Suecia. El Comité tomó nota de que no se tiene noticia de incidentes tóxicos en los países escandinavos, si bien siete de los individuos estudiados tenían concentraciones de mercurio en sangre entera mayores de 0,1 $\mu\text{g/g}$ y en dos individuos la concentración excedía de 0,2 $\mu\text{g/g}$.

Las diferencias en la sensibilidad individual a la acción del metilmercurio pueden ser un factor importante en la determinación de la aparición de una intoxicación clínicamente manifiesta. Estudios recientes indican

que los factores alimentarios pueden proporcionar también protección contra los efectos de la exposición al mercurio.

Ensayos de mutagenia y teratogenia han dado resultados difíciles de referir al hombre. Análogamente, la significación de las aberraciones cromosómicas morfológicas observadas en cultivos en células hísticas de un grupo limitado de individuos que presentaban concentraciones elevadas de mercurio en sangre no puede evaluarse aún.

Los datos de que se dispone señalan que casi todo el metilmercurio que lleva la ración alimenticia procede del metilmercurio presente en el pescado, pero otros alimentos contribuyen a la concentración de mercurio total. Como el metilmercurio es probablemente, con mucho, la forma más tóxica de mercurio que se halla en los alimentos, el Comité estima que, excepto en los casos de exposición profesional, puede darse menos peso a la contribución de otras formas de mercurio al establecer una ingestión tolerable provisional de mercurio con los alimentos. Sería conveniente remitir la cuestión de la ingestión de mercurio por otras vías a otros grupos de expertos.

El Comité estableció una *ingestión semanal tolerable provisional* de 0,3 mg de mercurio total por persona, de los cuales como máximo no deberá haber más de 0,2 mg en forma de metilmercurio, CH_3Hg^+ (expresado en mercurio); estas cantidades equivalen a 0,005 mg y 0,0033 mg, respectivamente, por kg de peso corporal. Cuando la ingestión de mercurio total con los alimentos exceda de 0,3 mg por semana, deberá investigarse también la concentración de compuestos de metilmercurio. En el caso de que la ingestión excesiva se atribuya enteramente a mercurio inorgánico, no se aplicará ya el límite provisional anterior de mercurio total y será necesario determinar un nuevo límite teniendo en cuenta todas las circunstancias prevaletes.

Los estudios epidemiológicos han revelado la existencia de poblaciones con un gran consumo de metilmercurio procedente de pescado, pero sólo en dos incidentes reconocidos de elevada contaminación específica se percibieron pruebas clínicas de intoxicación con metilmercurio. El Comité reconoce que las concentraciones existentes de metilmercurio en los alimentos de algunas poblaciones que se alimentan con pescado originarán una ingestión superior a la semanal tolerable provisional de 0,2 mg, pero opina que esto probablemente se puede tolerar durante un período limitado sin temor de peligros para la salud. El Comité subraya que, en tales circunstancias, se debieran efectuar investigaciones adecuadas en poblaciones expuestas y que se deberían adoptar todas las medidas po-

sibles para mantener las concentraciones de metilmercurio en los alimentos lo más bajas posibles.

4.1.2 Plomo

a) Fuentes

Aire. En las áreas rurales se hallan concentraciones de plomo en el aire de 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o menores. No obstante, y según el grado de contaminación debido a la urbanización, las cantidades de plomo en el aire de las ciudades oscila entre 1 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y a veces llegan a ser mucho mayores cuando el tráfico es muy intenso.^{1, 2} Basándose en la información de que dispone el Comité, y de conformidad con el grado de urbanización del área de que se trate, su situación topográfica, las condiciones del tiempo y el hábitat, puede suponerse, para los fines de este informe, que la ingestión de plomo por aspiración en las ciudades podría llegar a 100 $\mu\text{g}/\text{día}$. En muchos procesos fabriles se ocasionan polvos que contienen plomo y éste puede sumarse al contenido en todos los alimentos en pequeño grado.^{2, 3}

Una fuente de plomo que exige atención particular la constituyen los plomos tetra-alquílicos, empleados como aditivos de la gasolina. En los motores de combustión interna, estos compuestos se oxidan, por lo cual el Comité no consideró que la ingestión de alquil-plomo de esta forma sea importante. Sin embargo, el plomo derivado de los aditivos de la gasolina contribuye no sólo a la absorción por vía respiratoria, sino también a la ingestión por vía digestiva, como consecuencia de la precipitación de los gases de escape de los vehículos sobre los cultivos cercanos de plantas alimenticias. En los cultivos distantes hasta 50 m de las carreteras puede hallarse un contenido incrementado de plomo, según las condiciones del tiempo y la intensidad del tráfico.⁴ La contribución de la atmósfera a la concentración de plomo total procedente de combustibles fósiles, aunque importante en otro tiempo, es actualmente despre-

¹ Ludwig, J.H., Diggs, D.R., Hesselberg, H.E. & Maga, J.A. (1965), *Amer. industr. Hyg. Ass. J.*, **26**, 270.

² Miettinen, J.K. (1972). Datos inéditos.

³ Shy, C.M., Hammer, D.I., Newill, V.A. & Nelson, W.C. (1971), *Health hazards of environmental lead*, US Environmental Protection Agency, Bureau of Air Pollution Sciences, Community Research Branch.

⁴ Motto, H.L., Daines, R.N., Chilko, D.M. & Motto, C.K. (1970), *Environm. Sci. Technol.*, **4**, 231.

ciable si se compara con la de los aditivos de la gasolina que contienen plomo.¹

Ciertos informes sin confirmar sugieren que una pequeñísima proporción del plomo total en el aire de las ciudades podría hallarse en forma orgánica. Este es otro problema que deben estudiar expertos en contaminación del aire. La contribución del plomo contenido en el aire a la absorción total puede estimarse únicamente partiendo del contenido corporal total. La absorción debida al humo del tabaco se estudia más adelante.

Agua. Las concentraciones de plomo halladas en los abastecimientos de agua son probablemente del orden de 0,01 mg/litro. Sin embargo, en las *Normas internacionales para el agua potable*² se propone un límite provisional de 0,1 mg/litro para el plomo. Suponiendo un consumo de 2,5 litros de agua al día, la ingestión máxima de plomo debida a esta fuente sería de 250 µg, cifra que contribuiría considerablemente a la cantidad total de plomo absorbida por el hombre.

Fuentes agrícolas. El uso de arseniato de plomo en la agricultura ha disminuido. En los casos en que aún se permite su empleo en los cultivos hortícolas, aporta nada más que una pequeña porción de la ingestión total de plomo en el hombre. Se sugiere que, teniendo en cuenta el presente informe, el Grupo de Trabajo de Expertos de la FAO sobre Residuos de Plaguicidas y el Comité de Expertos de la OMS en Residuos de Plaguicidas consideren nuevamente la cuestión del arseniato de plomo. También ha disminuido el empleo de este producto en el tabaco, lo cual ha contribuido a que la absorción de plomo por los fumadores sea menor, aun cuando se necesitan datos analíticos más recientes.

Fuentes industriales. El plomo se usa en gran número de procesos industriales. Las personas expuestas a la aspiración de plomo por razones profesionales suelen presentar concentraciones acrecidas de plomo en el organismo. Además, esos procesos industriales contribuyen también a la concentración corporal de plomo mediante la contaminación de los cultivos de plantas alimenticias próximos a las fábricas. De no tomarse pre-

¹ Miettinen, J.K. (1972). Datos inéditos.

² *Normas internacionales para el agua potable*, 1972, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 3ª ed.

cauciones, estas fuentes originarán un aumento de la concentración de plomo en el medio ambiente. El plomo puede pasar a éste procedente de las fundiciones y de los vertederos donde se tiran materiales que contienen plomo, y afectar localmente a los alimentos. Se necesitan estudios epidemiológicos que proporcionen pruebas de los aumentos resultantes en la concentración de plomo en el organismo.

Otras fuentes. Otras aplicaciones que pueden llegar a afectar a la cantidad de plomo ingerido por el hombre guardan relación con el uso externo de pinturas de plomo. En las casas antiguas, esta fuente representa un riesgo considerable para los niños aquejados de malacia.^{1, 2} Otra fuente posible de contaminación, que comienza a preocupar, la constituyen los recipientes de alimentos considerados en su más amplio sentido, es decir, comprendiendo incluso las conducciones de agua. Según el pH, la mineralización y otros factores, puede, por lixiviación, pasar plomo a los alimentos o a las bebidas desde tales recipientes. Se admite que el uso de tuberías de plomo para los abastecimientos de agua potable no es recomendable, pero en las casas antiguas todavía se ven tuberías de esta clase. En las vasijas de cocina y vajillas de cerámica se usan barnices de plomo porque éstos permiten una mayor flexibilidad en las temperaturas de los hornos, y con fines decorativos. Se ha investigado la lixiviación del plomo de barnices mal cocidos, habiéndose visto que estos barnices suponen un grave peligro para la salud en las vasijas utilizadas de recipientes de bebidas y alimentos ácidos. Los recipientes de peltre y las vasijas de cobre estañado, en los cuales el empleo de estaño impuro era una fuente frecuente de plomo, han sido reemplazados actualmente en su mayoría en la cocina moderna con vasijas de aluminio y de acero inoxidable.

Se han efectuado investigaciones sobre latas de hojalata con costuras soldadas como fuente posible de contaminación de plomo de diversos alimentos. El revestimiento de estaño contiene poco o nada de plomo, pero la soldadura utilizada para la costura puede contener hasta un 98 por ciento de ese metal. Esta soldadura, sin embargo, no cede fácilmente plomo al alimento enlatado, ni siquiera cuando la superficie de contacto es grande, puesto que las aleaciones de estaño y plomo muestran un potencial positivo en relación con el estaño y el hierro. Estos últimos elementos se disuelven preferencialmente al pH de gran número de ali-

¹ Chisholm, J.J. (1971), *Sci. Amer.*, **224**, N° 2, 15.

² Chisholm, J.J. & Kaplan, E. (1968), *J. Pediat.*, **73**, 942.

mentos enlatados. Cuando se encuentra plomo, esto puede deberse bien a polvos que lo contengan o a gotitas de soldadura que no se hayan eliminado de la lata antes de llenarla.

En otro tiempo, los residuos de plomo en los aditivos alimentarios eran una fuente más de plomo. La legislación y la práctica comercial modernas y la adopción en las normas para aditivos alimentarios de límites de plomo recomendados en informes anteriores del Comité han eliminado prácticamente este riesgo.

b) Concentraciones en los alimentos

Los resultados de estudios de raciones alimenticias totales en países industrializados parecen indicar una absorción de plomo del orden de 200-300 μg por persona y día. Estas cantidades son análogas a las encontradas diversas veces en los últimos 30 a 40 años y no hacen pensar en una tendencia ascendente. La contaminación se distribuye, por lo general, en todos los grupos de alimentos, incluido el agua, si bien los riñones y el hígado pueden contener concentraciones muy superiores a las de los demás alimentos.¹

La reducción de las concentraciones de plomo en el aire de las áreas urbanas, donde actualmente tales concentraciones son muy superiores a las que se hallan en las áreas rurales, no afectaría forzosamente a las concentraciones de plomo en los alimentos, pero reduciría la absorción total de ese elemento. No compete, sin embargo, al presente Comité proponer normas para las concentraciones de plomo en las atmósferas urbanas, por lo cual se recomienda que esta cuestión se remita al grupo de expertos pertinente para que la estudie a la vista de este informe.

c) Evaluación toxicológica

Como el plomo es un veneno acumulativo, es importante considerar la cantidad absorbida y retenida en el organismo más bien que la absorción total. En el caso del plomo en alimentos y agua, alrededor de 10 por ciento del plomo ingerido puede absorberse. Factores alimentarios tales como el contenido de calcio, ácido fítico y proteínas pueden influir en la absorción del plomo ingerido. En el caso del plomo aspirado, puede absorberse hasta un 40 por ciento, pero el grado de absorción depende,

¹ Cheftel, H. (1950), *Ann. Falsif. Fraudes*, **43**, 230.

en parte, del tamaño de las partículas. Por consiguiente, el plomo aspirado aporta una porción importante del total de plomo absorbido.

En los adultos no sometidos a exposición profesional o de otro tipo, la concentración de plomo en sangre es inferior a 400 ng por ml de sangre, la excreción de plomo en la orina es corrientemente menor de 80 $\mu\text{g/litro}$, la coproporfirina urinaria inferior a 150 $\mu\text{g/litro}$, y las concentraciones de ácido δ -aminolevulínico (AAL) en la orina menores de 6 mg/litro. Cuando la concentración en sangre está comprendida entre 400 y 800 ng por ml de sangre, la excreción de plomo en la orina es, por lo común, inferior a 150 $\mu\text{g/litro}$, la coproporfirina urinaria es de 150 a 500 $\mu\text{g/litro}$ y el AAL en la orina alcanza valores de 6 a 20 mg/litro. Aunque estos dos últimos parámetros deben considerarse indicación de una interferencia en la biosíntesis del hem, estas concentraciones no guardan relación con la anemia ni con las características clínicas de la intoxicación con plomo. En lo que concierne a la exposición profesional, tales concentraciones se consideran generalmente aceptables, e indicativas sólo de exposición al plomo. En igual contexto, las exposiciones elevadas, con concentraciones de plomo en sangre de 800 a 1 200 ng/ml, se consideran excesivas, pero tampoco se las asocia por lo general con anomalías clínicas. Los síntomas de envenenamiento con plomo se asocian corrientemente con concentraciones en sangre mayores de 1,2 $\mu\text{g/ml}$ y de coproporfirina urinaria superiores a 1,5 mg/litro. La concentración de plomo en sangre y la excreción de coproporfirina y AAL en la orina pueden considerarse indicadores críticos de exposición al plomo. Además, se ha visto que el contenido de aminolevulin-deshidrasa de los eritrocitos disminuye proporcionalmente al aumento de la concentración de plomo en sangre. Esta sustancia es también indicadora de exposición y, debido a su extrema sensibilidad, es útil cuando se trata de concentraciones pequeñas de plomo. A diferencia del AAL, la coproporfirina y el porfobilinógeno de la orina, la aminolevulin-deshidrasa no es indicativa de interferencia metabólica en la síntesis de la porfirina, pues no se sabe que desempeñe ninguna función en el eritrocito maduro.

Los niños pueden considerarse un grupo muy indefenso ante la exposición al plomo. En primer lugar, tienen grandes oportunidades de ingerir plomo de fuentes existentes en su ambiente. En más del 5 por ciento de niños de ciertos ambientes urbanos se han hallado concentraciones en sangre superiores a 400 ng/ml. La considerable « apropiación » de calorías característica de los niños hace que, con relación al peso del organismo, un niño absorba más plomo que un adulto sometido al mismo régimen

alimentario. Debido a este mayor índice metabólico, un niño aspirará también de 2 a 3 veces más cantidad de un determinado contaminante del aire que un adulto, con relación igualmente al peso corporal. La absorción de calcio es elevada en los niños, y es probable que la absorción y retención de plomo también sean mayores que en los adultos. No hay pruebas de que las manifestaciones clásicas de envenenamiento con plomo se produzcan en el niño a índices de absorción de plomo menores que en el adulto; sin embargo, la exposición excesiva origina daños en los túbulos renales en los niños, daños que no son corrientes en los adultos. En los niños, la encefalopatía por plomo va seguida generalmente de daños permanentes del cerebro. Se ha sugerido una relación causal entre una absorción excesiva de plomo y el retraso mental general en los niños, pero investigaciones de las concentraciones de plomo en sangre en los niños retrasados mentales no han dado pruebas concluyentes de ello.

Suponiendo que solamente el 10 por ciento del plomo ingerido con los alimentos y el agua se absorbe, el Comité estableció para los adultos una *ingestión semanal tolerable provisional* de 3 mg de plomo por persona, equivalentes a 0,05 mg/kg de peso corporal. Esta concentración no se aplica a los niños. Todo aumento en la cantidad de plomo procedente del agua potable o aspirado de la atmósfera reducirá la cantidad que puede tolerarse en los alimentos. El plomo contenido en el aire es probablemente el aporte más accesible a las acciones encaminadas a reducir la dosis corporal total de plomo, especialmente cuando esta fracción es grande comparada con la absorbida de los alimentos. Se estimó que el alquil-plomo, como tal, no es una fuente importante de absorción de plomo (véase la pág. 18).

4.1.3 Cadmio

a) Fuentes

Fuentes naturales y geológicas. El cadmio es muy afín al cinc y se halla asociado a éste en la naturaleza. Su concentración varía, habiéndose encontrado relaciones de cadmio a cinc de 1:100 a 1:12 000 en la mayoría de minerales y suelos.^{1, 2, 3}

¹ Friberg, L., Piscator, M. & Norberg, G. (1971), *Cadmium in the environment*, Cleveland, Ohio, Chemical Rubber Co.

² Bowen, H.J.M. (1966), *Trace elements in biochemistry*, London, Academic Press.

³ Schroeder, H.A., Nason, A.P. & Balassa, J.J. (1967), *J. Nutr.*, **93**, 331.

Usos agrícolas. El cadmio lo absorben del suelo las plantas. Puede hallarse como contaminante en los fertilizantes fosfatados y en los desagües del alcantarillado, pasando así a los alimentos. Además, las plantas de cultivo pueden contaminarse con polvo que contenga cadmio. La contribución de los plaguicidas que contienen cadmio probablemente es insignificante porque nunca se han empleado mucho e incluso se cree que su uso se ha abandonado en muchas partes.

Usos generales. Una aplicación importante del cadmio está en la galvanostegia. Debe procurarse por todos los medios conseguir el abandono del empleo de utensilios revestidos de cadmio en la industria alimentaria, pues este metal se disuelve en los ácidos orgánicos débiles contenidos en muchos alimentos. Análogamente, el cadmio que por lixiviación se puede desprender del vidriado de la alfarería puede ser fuente de cadmio en los alimentos. Como el cinc comercial puede contener hasta un 1 por ciento de cadmio, los utensilios de cocina galvanizados son también susceptibles de aportar cadmio a los alimentos. Otras fuentes son los desechos de plásticos de cloruro de polivinilo y las pinturas en que se utiliza el cadmio como estabilizador, las pinturas que contienen pigmentos de cadmio y las baterías de este elemento. Además, las fábricas en que se desprende cadmio, como las refinerías de cinc o de otros metales, y las corrientes de agua y aire que salen de las factorías donde se utiliza el cadmio en la galvanostegia o donde se fabrican baterías de cadmio, pueden ocasionar problemas localizados, pero estas fuentes no influyen en la cantidad que se encuentra generalmente en los alimentos.

Aire. Donde no hay fábricas que arrojen cadmio a la atmósfera, las concentraciones observadas en el aire como resultado de la contaminación generalizada oscilan alrededor de $0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que originaría una aspiración máxima de $0,02 \mu\text{g}$ por persona y día. En las grandes ciudades, sin embargo, pueden hallarse concentraciones cercanas a $0,03 \text{mg}/\text{m}^3$ y en las áreas industrializadas, en que hay factorías que desprenden cadmio, se pueden hallar concentraciones aún mayores. Aunque la dosis absorbida por aspiración sea mayor que la debida a ingestión, la cantidad máxima absorbida por aspiración será insignificante comparada con la absorbida de los alimentos. Estudios recientes indican que un cigarrillo puede contener hasta $2 \mu\text{g}$ de cadmio, de los que sólo

aproximadamente un 10 por ciento se halla en el humo aspirado. En un gran fumador esto significaría una absorción de 5 μg o más por día.^{1, 2}

Agua. Los abastecimientos de agua en los países industrializados contienen generalmente menos de 1 μg de cadmio por litro, pero en algunos casos se han hallado concentraciones mayores. El límite superior provisional fijado en las *Normas internacionales para el agua potable* es de 10 μg /litro.³ Suponiendo un consumo diario de 2,5 litros, resultaría una ingestión máxima de cadmio de 25 μg por persona y día. Puede haber también una cierta disolución de cadmio de las tuberías galvanizadas o de otras partes de los sistemas de conducción. Hay alimentos, particularmente los crustáceos y los moluscos, que tienen concentraciones elevadas de cadmio, y también de cinc, las cuales son todavía mayores cuando aquéllos proceden de estuarios contaminados de cadmio. Análogamente, este metal puede pasar a los alimentos desde las aguas contaminadas utilizadas para el riego de cultivos.

b) Concentraciones en los alimentos

Los resultados preliminares de diversos estudios de regímenes alimentarios totales respecto del cadmio, actualmente en vías de realización, indican que la ingestión con los alimentos probablemente varía, según los países, desde 50 μg por día o menos hasta 150 μg diarios.

El cadmio se halla en los alimentos porque las plantas lo absorben del suelo y por causa de contaminación debida a diversas fuentes (alcanfarillado, fertilizantes, galvanostegia, etc.). También pueden hallarse concentraciones elevadas en el hígado y los riñones de los mamíferos y en los moluscos.

c) Evaluación toxicológica

Al parecer, el cadmio es un oligoelemento metálico no esencial, prácticamente ausente del organismo en el recién nacido, pero que se acumula con el tiempo hasta llegar a un máximo a la edad de 50 años. A esta edad

¹ Friberg, L., Piscator, M. & Norberg, G. (1971), *Cadmium in the environment*, Cleveland, Ohio, Chemical Rubber Co.

² Miettinen, J.K. (1972). Datos inéditos.

³ *Normas internacionales para el agua potable*, 1972, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 3ª ed.

una persona normal no sujeta a exposición profesional tiene 20-30 mg de cadmio en su cuerpo, de los cuales la mitad o tres cuartas partes se halla en los riñones y en el hígado. La cantidad total de cadmio contenida en el organismo guarda relación con la absorción del mismo de los alimentos, el agua y otras fuentes ambientales. Solamente una pequeña proporción del cadmio ingerido se absorbe — probablemente no más del 5 por ciento — y casi ciertamente menos del 10 por ciento, dependiendo la cifra real de factores alimentarios como la ingestión de proteínas, calcio y vitamina D, y de otros oligoelementos metálicos tales como el cinc. Del cadmio aspirado se absorbe una proporción mayor, habiéndose registrado cifras de 10-40 por ciento, según el estado físico del material aspirado. Después de absorbido con los alimentos, el cadmio se acumula sobre todo en los riñones y, en cantidad menor, en el hígado y en otros órganos. Con la orina se excreta muy poca cantidad, y no se sabe si se excreta al conducto intestinal. El cadmio, pues, se acumula en el organismo con el pasar del tiempo. Su período de semidescomposición biológica es extremadamente largo, estimándose que oscila entre 16 y 33 años.

El órgano en que principalmente se acumula el cadmio ingerido es el riñón; el aspirado, por exposición industrial a humos o polvo, se acumula, sobre todo, en los riñones y los pulmones. Ocurren lesiones renales cuando la concentración de cadmio en la corteza renal es mayor de 200 mg/kg de peso en húmedo. Los daños del riñón se caracterizan por proteinuria leve en la cual se excretan varias proteínas de peso molecular bajo, y por glucosuria, aminoaciduria anormal, incapacidad para concentrar la orina o para excretar una orina muy ácida, e hipercalciuria, como ocurre en otros trastornos de los túbulos renales. El mal raramente avanza hasta la insuficiencia renal, pero la hipercalciuria puede originar en ocasiones un equilibrio negativo de calcio y osteomalacia. En Japón se ha llegado a considerar la contaminación ambiental productora de altas concentraciones de cadmio en los alimentos y el agua durante largo tiempo como causa de la enfermedad denominada « itai-itai ». Este estado se caracteriza por proteinuria tubular con osteomalacia y pseudofracturas, y se le ha observado en mujeres múltiparas de más de 50 años que se alimentan predominantemente de arroz con elevado contenido de cadmio. La excreción de éste en la orina aumenta a medida que avanza la lesión renal; esto da origen a una disminución de la concentración de cadmio en el riñón, por lo que, en los casos más avanzados, la concentración de cadmio puede ser pequeña. Todavía no se han hallado pruebas en el hombre que indiquen que el aumento de la absorción de cadmio guarda

relación con la hipertensión o la atrofia testicular. Las afirmaciones de que la exposición al cadmio causa cáncer de próstata todavía no se han comprobado.

Los intentos encaminados a determinar dosis aceptables de exposición al cadmio se han basado en cálculos en que intervienen los valores denominados « normales » y « críticos » de cadmio en la corteza renal y en lo que se sabe acerca del índice de acumulación de cadmio en ese órgano. Las concentraciones de cadmio en la corteza renal de adultos, que se supone no estén sometidos a exposición profesional a ese metal, varían entre una media de unos 30 mg/kg de peso en húmedo en Suecia, 25-50 mg/kg de peso en húmedo en los Estados Unidos, y 50-100 mg/kg de peso en húmedo en el Japón. Teniendo en cuenta que la concentración crítica es de 200 mg/kg, el Comité estima que no debe consentirse que las concentraciones actuales de cadmio en el riñón aumenten más. Si la ingestión total de cadmio no supera 1 mg/kg de peso corporal por día, no es probable que las concentraciones del mismo en la corteza renal pasen de 50 mg/kg, suponiendo un índice de absorción de 5 por ciento y una excreción diaria de solamente 0,005 por ciento del contenido corporal (lo que refleja el largo período de semidescomposición del cadmio en el organismo). El Comité propone, por lo tanto, una *ingestión semanal tolerable provisional de 400-500 µg por persona*. Sin embargo, debido a los muchos factores de incertidumbre, esta estimación debiera revisarse cuando se disponga de datos más exactos y de pruebas mejores.

Actualmente se desconoce cuál es la ingestión de cadmio de muchas poblaciones, y los métodos analíticos, aunque son adecuados, deben normalizarse. Existen factores de incertidumbre en lo que concierne a la absorción y excreción de cadmio en varios estados nutricionales y metabólicos, y no se sabe si en las poblaciones con contenidos excesivos de cadmio debidos a los alimentos existe proteinuria.

Las encuestas alimentarias que se han realizado revelan que, en algunas partes, las concentraciones de cadmio se acercan a los valores anteriormente recomendados, o incluso los superan, por causa de la contaminación ambiental. Hoy día el cadmio aspirado de la atmósfera urbana no contribuye en medida significativa a la concentración total de ese elemento en el organismo. Es posible, no obstante, una absorción significativa en los grandes fumadores. La contaminación continua del ambiente por fuentes industriales y de otra índole es probable que aumente la concentración de cadmio en los alimentos, lo cual puede originar en el futuro concentraciones peligrosas. El Comité recomienda que se procure

por todos los medios limitar, y aun reducir, la contaminación actual del ambiente con cadmio.

4.2 Diversos aditivos alimentarios

4.2.1 *Amaranto*

En la octava reunión del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios,¹ en 1964, se prepararon normas para el amaranto. El presente Comité no ha revisado tales normas. Sin embargo, el Comité comprende que puede ser necesario revisar las normas y métodos de análisis de los colores, teniendo en cuenta los modernos procedimientos analíticos.

Este color se evaluó desde el punto de vista toxicológico en la octava reunión del Comité, fijándose una IDA incondicional tomando como base diversos estudios amplios y bien dirigidos efectuados con varias especies. Trabajos recientes realizados en la U.R.S.S. con distintos preparados de amaranto han dado resultados difíciles de interpretar con arreglo a los estudios anteriores. Además, se dispone de resultados de nuevos estudios de reproducción y teratogenia, y los estudios que actualmente se efectúan serán muy importantes para la evaluación de los datos de que se dispone. Como las nuevas pruebas no son concluyentes, el Comité, en espera de nuevos datos, ha acordado aplazar la evaluación definitiva de este color alimentario hasta que se disponga de los resultados de nuevas investigaciones. Mientras tanto, el Comité recomienda una IDA temporal de 0-0,75 mg/kg de peso corporal. En vista de la semejanza de la naturaleza química de algunos otros colores alimentarios en uso, convendrá volver a evaluar éstos más adelante a la vista de las nuevas investigaciones actualmente en marcha.

4.2.2 *Colores de caramelo (procedimiento del amoníaco)*

La cuestión de los colores de caramelo se examinó en las reuniones 13^a ² y 15^a ³ del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. En la 15^a reunión se preparó una norma para los colores de

¹ Véase Anexo 1, ref. 8.

² Véase Anexo 1, ref. 19.

³ Véase Anexo 1, ref. 26.

caramelo que no se obtienen por el procedimiento del amoníaco. En la misma reunión, el Comité preparó una norma provisional para los colores de caramelo obtenidos por el procedimiento del amoníaco, indicando que se necesitaba una información más precisa acerca de las cantidades indiciales de compuestos heterocíclicos nitrogenados en relación con la intensidad del color de tales caramelos. El Comité ha recibido ahora información indicando que el contenido de metil-4-imidazol de esos caramelos, juntamente con el contenido de dióxido de azufre y el de nitrógeno amoniacal, pueden relacionarse generalmente con la capacidad colorante del producto cuando esta capacidad queda comprendida entre los límites de 20 000 y 90 000 unidades de la European Brewery Convention (EBC). Se han comunicado al Comité métodos cromatográficos perfeccionados de determinación del metil-4-imidazol en caramelos. Basándose en esta información, se ha preparado una norma revisada para los colores de caramelo obtenidos por el procedimiento del amoníaco, que se publicará a su debido tiempo.¹ Se necesita más información acerca de las dosis de empleo de colores de caramelo en alimentos y bebidas. No se dispuso de nuevos datos toxicológicos, por lo que no se preparó una monografía.

4.2.3 Dietilpirocarbonato

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios examinó, en su 14ª reunión, la eficacia tecnológica del dietilpirocarbonato y publicó una monografía sobre este compuesto.² Basándose en este examen, el actual Comité está ahora en condiciones de proponer algunas limitaciones al empleo de esta sustancia.

El dietilpirocarbonato se evaluó en el noveno informe.³ En aquella ocasión se informó al Comité que el uretano era uno de los posibles productos de la reacción entre el amoníaco y el dietilpirocarbonato en las bebidas y vinos tratados. No existía ningún método lo bastante sensible para determinar las cantidades realmente formadas, pero se estimó que probablemente después del tratamiento no habría más de 10 µg de uretano por litro. Esta concentración no se consideró como razón suficiente para rechazar el empleo del dietilpirocarbonato, sobre todo dado que la sus-

¹ Mientras tanto, la norma puede obtenerse solicitándola del Servicio de Ciencia y Política de la Alimentación, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 00100 Roma, Italia.

² Véase Anexo 1, ref. 22.

³ Véase Anexo 1, ref. 11.

tancia parecía prometedora como sustituto del dióxido de azufre. Más adelante, ciertas afirmaciones contradictorias acerca de las concentraciones reales de uretano halladas en refrescos, zumos de fruta, cerveza y vinos tratados originaron la creación de métodos mucho más sensibles para determinar pequeñas concentraciones de uretano. Estos métodos han confirmado que, en ciertas bebidas, a pH inferior a 4,0, no se forman más de 10 µg de uretano por litro. En el vino, sin embargo, podrían descubrirse hasta 50 µg/litro; es posible que parte de este uretano sea de origen natural.

El Comité estima que no hay razón alguna para sentir mayor preocupación que anteriormente por la presencia de 10 µg de uretano por litro. A pesar de ello, y debido a las pruebas recientes que muestran la posibilidad de que se formen concentraciones mayores en presencia de ciertas concentraciones de amoníaco y a pH superior a 4,0, el Comité ha decidido reducir la dosis admisible de tratamiento a un máximo de 250 mg/kg,¹ limitar el pH a un máximo de 4,0, y restringir el empleo del dietilpirocarbonato a las bebidas refrescantes carbonatadas o no carbonatadas.

El estudio de la significación biológica de las concentraciones muy pequeñas de uretano en las bebidas planteó la cuestión general de la presencia de sustancias carcinógenas en los alimentos y su posible riesgo para la salud del consumidor. Este problema merece nuevo estudio (véase la recomendación 4(c) en la pág. 35).

4.2.4 Galato de octilo

Los galatos de propilo, octilo y dodecilo se evaluaron anteriormente en los informes sexto y octavo del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios.² El actual Comité examinó informes recientes relativos a estudios de reproducción multigeneracionales en ratas, así como algunas informaciones recientes sobre sensibilización humana. En el estudio de la reproducción, las concentraciones elevadas de galato de octilo normal produjeron efectos en la descendencia como resultado del paso a ella de cierta cantidad de la sustancia con la leche de la madre. Con concentraciones menores no se observó efecto alguno. Como se ha visto que el galato de octilo es sensibilizador cutáneo para el hombre y

¹ Como diversos organismos nacionales e internacionales han recomendado que no se use más la abreviatura « ppm », las concentraciones se expresan ahora en « mg/kg ». Esto no influye en las cifras, puesto que 1 mg/kg = 1 ppm.

² Véase Anexo 1, refs. 6 y 8.

como en algunos individuos sensibilizados en este modo se produce una reacción en las mucosas bucales por exposición oral, el Comité consideró que esta sustancia no debe usarse en las bebidas. Las personas expuestas por razones profesionales a ésteres del ácido gálico debieran ser informadas de las posibilidades de sensibilización que poseen las bebidas que contienen tales ésteres.

5. ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS DE CONTROL BASADAS EN EVALUACIONES TOXICOLÓGICAS

La finalidad de toda medida encaminada a controlar la contaminación de los alimentos debe ser conseguir que el consumidor no exceda las ingestiones tolerables recomendadas. Sin embargo, el Comité reconoce que, en ocasiones, puede haber exposiciones excesivas aisladas. Además, debe mantenerse un equilibrio entre diversos factores, como son el riesgo para la salud derivado de la presencia de cantidades excesivas de un contaminante, los posibles efectos perjudiciales sobre el estado nutricional al restringir una fuente de un nutriente esencial, y las consecuencias económicas de cualquier tipo de restricción en ciertos sectores de la población. Por ejemplo, en el caso del mercurio, el pescado es el alimento más crítico. El consumo medio de pescado en la población, en general, quizá no dé motivos de preocupación; pero, por lo que concierne a la fracción de la población que regularmente consume pescado en grandes cantidades, puede haber a la larga un riesgo para la salud que exija medidas adecuadas de control.

En el control de la contaminación alimentaria derivada de la contaminación ambiental debe darse prioridad a aquellos contaminantes que afectan a la salud humana. A causa de la complejidad del problema y de sus amplias ramificaciones, se recomienda que la FAO y la OMS convoquen conjuntamente una tercera conferencia sobre aditivos y contaminantes alimentarios para fijar prioridades entre los contaminantes que deben estudiar ambas organizaciones.

Para el control es fundamental disponer de información sobre los hábitos de consumo de alimentos de la población y sobre las concentraciones de los contaminantes de que se trate en los distintos alimentos. Tal información podrá indicar luego la necesidad de controlar las fuentes de emisión de contaminantes o el establecimiento de límites de estas sustancias en los alimentos. Aunque el control de las fuentes de emisión en el ambiente es uno de los medios más eficaces para reducir la con-

taminación de los alimentos por oligoelementos y sus compuestos, el Comité considera que todo examen detallado de tal control queda fuera de su mandato.

El método tradicional de limitación de la ingestión de contaminantes con los alimentos consiste en limitar las concentraciones permitidas en cada uno de éstos. Deben fijarse límites, en particular, para los alimentos que contribuyen considerablemente a la ingestión de contaminantes; estos límites no deben ser superiores a lo que es compatible con las buenas prácticas fabriles y agrícolas y con las concentraciones naturales. Cuando dichos límites no sean adecuados para proteger a quienes consumen grandes cantidades de determinados alimentos o a quienes están particularmente expuestos por otras razones, las autoridades pertinentes debieran considerar la oportunidad de instruir a tales personas a que restrinjan su consumo de ciertos alimentos. Las restricciones de alimentos concretos pueden reducirse todavía más a las especies o variedades a que se limita el contaminante. También es posible imponer restricciones geográficas en lo que respecta a los lugares donde puede efectuarse una captura o recogerse una cosecha. La delimitación de áreas y la restricción de clases de alimentos deben basarse en observaciones reales. Todas las medidas antes mencionadas las han aplicado autoridades competentes en ciertos países.

En vista de la importancia de la información acerca de los hábitos de consumo de alimentos y las concentraciones de contaminantes en los distintos alimentos para evaluar los peligros que suponen para la salud estas sustancias y para instituir medidas adecuadas de control, el Comité recomienda el establecimiento de un programa integrado de carácter internacional para la recopilación sistemática de datos nacionales sobre:

- a) concentraciones de contaminantes en los alimentos, determinadas por métodos convenidos de toma de muestras y análisis;
- b) hábitos de consumo de alimentos y estudios de regímenes alimentarios totales; y
- c) dosis total estimada de diversos contaminantes de todas las procedencias.

6. RECOMENDACIONES

6.1 Recomendaciones a la FAO y a la OMS

1. Dado el gran número de aditivos y contaminantes alimentarios que requieren evaluación o reevaluación, las reuniones del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios deben seguir celebrándose anualmente.
2. La FAO y la OMS deben convocar una conferencia sobre aditivos y contaminantes alimentarios que estudie, en el plano de la adopción de decisiones, los problemas especiales de la contaminación de los alimentos planteados por la contaminación del medio ambiente, establezca prioridades entre los contaminantes que se han de estudiar y dé orientaciones para futuras acciones de la FAO y la OMS.
3. Como parte de su programa sobre los contaminantes ambientales que afectan a los alimentos y la salud del hombre, la FAO y la OMS deben convocar una reunión de expertos que formulen orientaciones para la recopilación sistemática de información sobre las concentraciones de contaminantes en alimentos, etc., como se describe en la sección 5 del presente informe. Con modificaciones adecuadas, dichos programas facilitarán también el cálculo de la ingestión de aditivos alimentarios y de residuos de plaguicidas, tal como recomendó el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios en su 14º informe.
4. Varios riesgos potenciales para la salud notados por el Comité en sus deliberaciones deben estudiarse profundamente por cuadros de expertos pertinentes. Entre las cuestiones que deben estudiarse figuran:
 - a) el uso de fungicidas mercuriales en la agricultura, teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en el presente informe;
 - b) las concentraciones permisibles de plomo en el aire y en el agua potable;

- c) la significación de las concentraciones muy pequeñas de uretano y otras sustancias carcinógenas en los alimentos; y
- d) los problemas especiales relativos a la exposición de los niños a los contaminantes contenidos en los alimentos.

5. La FAO y la OMS deben fomentar, y cuando sea necesario coordinar, las investigaciones destinadas a ampliar los conocimientos sobre la toxicidad del mercurio, el plomo, el cadmio y, de ser posible, otros oligoelementos.

6.2 Recomendaciones generales

Vista la gravedad del problema de la contaminación ambiental por el mercurio, el plomo y el cadmio, y de sus consecuencias para la salud humana y los abastecimientos de alimentos, el Comité recomienda que:

1. Se adopten todas las medidas posibles para reducir tal contaminación, teniendo en cuenta que las medidas de control que se formulen habrán de referirse a los problemas específicos presentados por las fuentes de cada contaminante.
2. Los gobiernos consideren la posibilidad de efectuar estudios, incluso de regímenes alimentarios totales, acerca de la exposición total a los contaminantes del caso. Conviene que los resultados de estos estudios se den a conocer en un modo general.

Anexo 1

INFORMES Y OTROS DOCUMENTOS RESULTANTES DE REUNIONES ANTERIORES DEL COMITE MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS EN ADITIVOS ALIMENTARIOS

1. *Conferencia Mixta FAO/OMS sobre Aditivos Alimentarios*, FAO: Reuniones 1956 sobre Nutrición, N° 11; *Principios generales que regulan el empleo de aditivos alimentarios: primer informe*. Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 129.
2. *Métodos de ensayo toxicológico de los aditivos alimentarios: segundo informe*. FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 17; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 144.
3. *Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios (sustancias conservadoras antimicrobianas y antioxidantes): tercer informe*. Estas 1959 normas se revisaron y publicaron posteriormente con el título: *Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios*. Vol. 1. *Sustancias conservadoras antimicrobianas y antioxidantes*. Roma, FAO.
4. *Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios (colores alimentarios): cuarto informe*. Estas normas se revisaron y publicaron 1959 posteriormente con el título: *Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios*. Vol. 2. *Colores alimentarios*. Roma, FAO.
5. *Evaluación de los peligros de carcinogénesis que entrañan los aditivos alimentarios: quinto informe*. FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 29; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 220.
6. *Evaluación de la toxicidad de diversos antimicrobianos y antioxidantes: sexto informe*. FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 31, Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 228.
7. *Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: emulsificantes, estabilizadores, blanqueantes y maduradores. Séptimo informe*. FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 35; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 281.
8. *Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: colores alimentarios y algunos antimicrobianos y antioxidantes. Octavo informe*. FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 38; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 309.
- *9. *Normas de identidad y de pureza para diversas sustancias antimicrobianas 1965 y antioxidantes y evaluación de su toxicidad*. FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 38A; WHO/Food Add./24.65.

* Estos documentos pueden obtenerse solicitándolos de: Servicio de Aditivos Alimentarios, Organización Mundial de la Salud, Avenue Appia 1211, Ginebra 27, Suiza; o de la Sección de Distribución y Venta, FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

- *10. *Normas de identidad y de pureza para diversos colores alimentarios y evaluación de su toxicidad.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 38B; WHO/Food Add./66.25.
11. *Normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: diversas sustancias antimicrobianas, antioxidantes, emulsificantes, estabilizadores, agentes para tratamiento de las harinas, ácidos y bases. Noveno informe.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 40; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 339.
- *12. *Evaluación toxicológica de diversos antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes, estabilizadores, agentes para el tratamiento de las harinas, ácidos y bases.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N°s 49 A, B, C; WHO/Food Add./67.29.
13. *Normas de identidad y pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: emulsificantes, estabilizadores y otras sustancias. Décimo informe.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 43; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 373.
14. *Normas de identidad y pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: diversas sustancias aromatizantes y varios edulcorantes no nutritivos: 11° informe.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 44; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 383.
- *15. *Evaluación toxicológica de diversas sustancias aromatizantes y varios edulcorantes no nutritivos.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 44A; WHO/Food Add./68.33.
- *16. *Normas y criterios de identidad y de pureza de diversas sustancias aromatizantes y varios edulcorantes no nutritivos.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 44B; WHO/Food Add./69.31.
17. *Normas de identidad y pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: algunos antibióticos: 12° informe.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 45; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 430.
- *18. *Normas de identidad y de pureza para algunos antibióticos y métodos de análisis de sus residuos en los alimentos.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 45A; WHO/Food Add./69.34.
19. *Normas de identidad y pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: algunos colores alimentarios, emulsificantes, estabilizadores, antiaglutinantes y otras sustancias: 13° informe.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 46; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 445.
- *20. *Evaluación toxicológica de algunos colores alimentarios, emulsificantes, estabilizadores, antiaglutinantes y otras sustancias.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 46A; WHO/Food Add./70.36.

* Estos documentos pueden obtenerse solicitándolos de: Servicio de Aditivos Alimentarios, Organización Mundial de la Salud, Avenue Appia 1211, Ginebra 27, Suiza; o de la Sección de Distribución y Venta, FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

- *21. *Normas de identidad y de pureza de algunos colorantes, emulsificadores, estabilizadores, antiaglutinantes y otras varias sustancias.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 46B; WHO/Food Add./70.37.
22. *Evaluación de los aditivos alimentarios: normas de identidad y de pureza para los aditivos alimentarios y evaluación de su toxicidad: diversos disolventes de extracción y algunas otras sustancias; examen de la eficacia tecnológica de ciertos agentes antimicrobianos: 14° informe.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 48; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos N° 462.
- *23. *Evaluación toxicológica de diversos disolventes de extracción y algunas otras sustancias.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 48A; WHO/Food Add./71.39.
- *24. *Normas de identidad y de pureza para diversos disolventes de extracción y algunas otras sustancias.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 48B; WHO/Food Add./71.40.
- *25. *Examen de la eficacia tecnológica de algunos agentes antimicrobianos.* FAO: 1971 Reuniones sobre Nutrición, N° 48C; WHO/Food Add./71.41.
26. *Evaluación de los aditivos alimentarios. Diversas enzimas, almidones modificados y otras sustancias: evaluación toxicológica y normas; examen de la eficacia técnica de ciertos antioxidantes. 15° informe.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 50; Organización Mundial de la Salud, Serie de Informes Técnicos, N° 488.
27. *Evaluación toxicológica de diversas enzimas, almidones modificados y otras sustancias.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 50A; WHO/Food Add. N° 1.
28. *Normas de identidad y de pureza de diversas enzimas y otras sustancias.* FAO: 1972 Reuniones sobre Nutrición, N° 50B; WHO/Food Add. N° 2.
29. *Examen de la eficacia técnica de algunos antioxidantes.* FAO: Reuniones sobre Nutrición, N° 50C; WHO/Food Add., N° 3.

* Estos documentos pueden obtenerse solicitándolos de: Servicio de Aditivos Alimentarios, Organización Mundial de la Salud, Avenue Appia 1211, Ginebra 27, Suiza; o de la Sección de Distribución y Venta, FAO, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

**EVALUACION DE ALGUNOS CONTAMINANTES Y ADITIVOS
ALIMENTARIOS***

Sustancia	Ingestión semanal tolerable provisional para el hombre		Ingestión diaria admisible para el hombre
	mg/persona	mg/kg de peso corporal	mg/kg de peso corporal
Mercurio			
mercurio total	0,3	0,005	Ninguna
metilmercurio (expresado en mercurio)	0,2	0,0033	Ninguna
Plomo ^a	3	0,05	Ninguna
Cadmio	0,4-0,5	0,0067-0,0083	Ninguna
Amaranto			0-0,75 ^b
Dietilpirocarbonato			Ninguna ^c
Galato de octilo			0-0,2 ^d 0,2-0,5 ^e
Colores de caramelo obtenidos por el procedimiento del amoníaco			0-100 ^{b, f} Se prepara una nueva norma

^a Estas dosis no se aplican a los niños.

^b IDA temporal.

^c Dosis aceptable de tratamiento 0-250 mg/kg; para otras restricciones del uso, véanse págs. 29-30.

^d IDA incondicional: no se debe usar en bebidas.

^e IDA condicional: no se debe usar en bebidas.

^f Establecida anteriormente, véase Anexo 6 del 15º informe (ref. 26).

* Nota. Es importante que las evaluaciones que se presentan en este cuadro se utilicen conjuntamente con las secciones pertinentes del texto del informe.

TIPO-LITO SAGRAF - NAPOLI