

# comisión del codex alimentarius

S



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES  
UNIDAS PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACIÓN

ORGANIZACIÓN  
MUNDIAL  
DE LA SALUD



OFICINA CONJUNTA: Viale delle Terme di Caracalla 00100 ROMA Tel: 39 06 57051 www.codexalimentarius.net Email: codex@fao.org Facsimile: 39 06 5705 4593

Punto 16 del programa

CX/FAC 04/36/35  
Enero de 2004

## PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS

### COMITÉ DEL CODEX SOBRE ADITIVOS Y CONTAMINANTES DE ALIMENTOS

Trigésima sexta reunión

Rotterdam (Países Bajos), 22 a 26 de marzo de 2004

#### ANTEPROYECTO REVISADO DE NIVELES DE ORIENTACIÓN PARA RADIONUCLEIDOS EN ALIMENTOS OBJETO DE COMERCIO INTERNACIONAL APLICABLES DESPUÉS DE UNA CONTAMINACIÓN NUCLEAR ACCIDENTAL (CAC/GL 5-1989), INCLUIDOS LOS NIVELES DE ORIENTACIÓN PARA RADIONUCLEIDOS APLICABLES A LARGO PLAZO

**Nota de la Secretaría:** Por limitaciones de tiempo no se han pedido observaciones por escrito y, por lo tanto, no se publicará el documento CX/FAC 04/36/35-Add. 1.

## INTRODUCCIÓN

El Comité Ejecutivo, en su 50ª reunión (junio de 2002), examinó la petición formulada por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de ampliar los niveles de orientación para radionucleidos en alimentos después de una contaminación nuclear accidental a otros radionucleidos y examinar el establecimiento de niveles de orientación para radionucleidos aplicables a largo plazo como nuevo trabajo<sup>1</sup>. El Comité Ejecutivo no aprobó la elaboración de tales niveles de orientación pero remitió la cuestión al Comité del Codex sobre Aditivos y Contaminantes de Alimentos (CCFAC) para su examen junto con otros datos del OIEA respecto del ámbito de aplicación del trabajo<sup>2</sup>.

La 35ª reunión del CCFAC (marzo de 2003) acordó solicitar al OIEA que, en colaboración con la delegación de Finlandia, elaborase una versión revisada de los niveles de orientación del Codex para radionucleidos en alimentos objeto de comercio internacional aplicables después de una contaminación nuclear accidental para se distribuyera, se formularan comentarios y se examinara en su 36ª reunión<sup>3</sup>. La 26ª reunión de la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) aprobó la revisión de los niveles de orientación para radionucleidos en alimentos objeto de comercio internacional aplicables después de una contaminación nuclear accidental (CAC/GL 5-1989), incluidos los niveles de orientación para radionucleidos aplicables a largo plazo, como nuevo trabajo del Comité<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> CX/EXEC 02/50/7, Anexo 1

<sup>2</sup> ALINORM 03/3A, párr. 67 y Apéndice III

<sup>3</sup> ALINORM 03/12A, párrs. 79 y 84.

<sup>4</sup> ALINORM 03/41, Apéndice VIII.

En respuesta a esta solicitud, el OIEA convocó una reunión de consultores en la Sede del Organismo del 18 al 22 de agosto de 2003 con el fin de revisar los niveles de orientación del Codex para radionucleidos a los efectos de incluir otros radionucleidos y considerar el establecimiento de niveles de orientación aplicables a largo plazo. A la reunión de consultores asistieron representantes de Dinamarca y Finlandia, así como del Departamento de Protección del Medio Humano de la OMS, la División de Seguridad Radiológica y de los Desechos del OIEA y la División Mixta FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación.

Posteriormente, durante los días 19 a 21 de enero de 2004, el OIEA celebró en su Sede una reunión de consultores de un grupo de expertos de alto nivel para que prestara asesoramiento sobre los criterios radiológicos del Organismo para los radionucleidos en alimentos objeto de comercio internacional. El grupo de expertos de alto nivel estuvo presidido por el Presidente de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR), a quien prestaron asistencia el Director del Centro Estatal de Investigaciones del Instituto de Biofísica de la Federación de Rusia, el Presidente de la Fundación de Investigaciones sobre los Efectos de la Radiación, el Secretario del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR), representantes de la Comisión Europea y representantes de la División de Seguridad Radiológica y de los Desechos del OIEA, así como de la División FAO/OIEA de Técnicas Nucleares en la Agricultura y la Alimentación.

## **ANTECEDENTES**

La Comisión del Codex Alimentarius en su 18º período de sesiones (Ginebra, 1989) aprobó los niveles de orientación para radionucleidos en alimentos aplicables después de una contaminación nuclear accidental (CAC/GL 5-1989) a seis radionucleidos ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  y  $^{241}\text{Am}$ ). Los niveles de orientación estaban destinados a ser aplicables un año después de un accidente nuclear. Desde entonces se ha reconocido la necesidad de establecer niveles de orientación para más de seis radionucleidos y por un período mayor de un año después de un suceso nuclear o radiológico importante o como consecuencia de una descarga periódica de radionucleidos al medio ambiente. Además, y como se presenta en la justificación científica que se adjunta al anteproyecto de niveles de orientación para radionucleidos en alimentos, se han logrado importantes mejoras en la evaluación de las dosis de radiación resultantes de la ingesta humana de sustancias radiactivas.

## **SITUACIÓN ACTUAL**

Se adjunta el anteproyecto revisado de niveles de orientación para radionucleidos en alimentos objeto de comercio internacional con el fin de que sea examinado en la 36ª reunión del Comité del Codex sobre Aditivos y Contaminantes de Alimentos.

**ANTEPROYECTO REVISADO DE NIVELES DE ORIENTACIÓN PARA RADIONUCLEIDOS EN ALIMENTOS OBJETO DE COMERCIO INTERNACIONAL**

**CUADRO 1: NIVELES DE ORIENTACIÓN (EN BQ/KG) PARA RADIONUCLEIDOS EN ALIMENTOS**

<b>Radionucleidos en alimentos</b>	<b>Niveles de orientación (Bq/kg)</b>
$^{238}\text{Pu}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{240}\text{Pu}$ , $^{241}\text{Am}$	10
$^{90}\text{Sr}$ , $^{106}\text{Ru}$ , $^{129}\text{I}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{235}\text{U}$	100
$^{35}\text{S}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{89}\text{Sr}$ , $^{99}\text{Tc}$ , $^{103}\text{Ru}$ , $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{144}\text{Ce}$ , $^{192}\text{Ir}$	1000
$^3\text{H}^*$ , $^{14}\text{C}$	10 000

\*Representa el valor más conservador para el tritio (enlace orgánico)

**Alcance:** Los niveles de orientación son aplicables a los radionucleidos presentes en los alimentos destinados al consumo humano y al comercio internacional, que son inherentes a los alimentos o han sido incorporados en ellos a partir de cualquier fuente. Estos niveles de orientación son aplicables a los alimentos después de su reconstitución o de la forma en que se han preparado para el consumo, es decir, no a los alimentos desecados o concentrados, y se basan en un nivel de exención de intervención de aproximadamente 1 mSv anual.

**Aplicación:** En lo que concierne a la protección radiológica en general de los consumidores de alimentos, cuando los niveles de los radionucleidos en los alimentos no trascienden los niveles de orientación correspondientes, los alimentos deben ser considerados inocuos para el consumo humano. Cuando se rebasen los niveles de orientación, los gobiernos nacionales decidirán si los alimentos deberán distribuirse, y en qué circunstancias, en su territorio o jurisdicción. Los gobiernos nacionales quizás deseen adoptar distintos valores para uso interno en sus propios territorios cuando no sean aplicables las hipótesis relativas a la distribución de los alimentos que se han elaborado para deducir los niveles de orientación; por ejemplo, en caso de contaminación radiactiva generalizada.

**Radionucleidos:** Los niveles de orientación no incluyen todos los radionucleidos. Se han incluido los que son importantes para la ingesta en la cadena alimentaria; los que se encuentran normalmente en las instalaciones nucleares o se utilizan como fuente de radiación en cantidades suficientemente grandes para que contribuyan notablemente al aumento de los niveles en los alimentos; los que instalaciones típicas descargan de ordinario o pueden liberar accidentalmente al medio ambiente o los que se utilizan en aplicaciones o podrían emplearse conceptualmente en actos dolosos. Los radionucleidos naturales en general quedan excluidos del examen en este documento.

En el cuadro 1 los radionucleidos se agrupan por niveles de orientación redondeados logarítmicamente por órdenes de magnitud. Los niveles de orientación han sido comprobados en relación con los coeficientes de dosis de ingestión por edad definidos como dosis efectivas comprometidas por unidad de incorporación, los que se han tomado de las “Normas básicas internacionales de seguridad” (OIEA, 1996)<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE, Organismo Internacional de Energía Atómica, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Organización Internacional del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, “Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación”, Colección Seguridad Núm. 115, OIEA, Viena.

**Radionucleidos múltiples en los alimentos:** Los niveles de orientación tienen incorporados numerosos supuestos conservadores y, por lo tanto, no es necesario añadir contribuciones de radionucleidos de distintos grupos. Cada grupo debe ser tratado independientemente. Con todo, las concentraciones de actividad de cada radionucleido del mismo grupo deben sumarse en conjunto<sup>6</sup>.

**Alimentos en pequeñas cantidades o concentrados:** Ciertas clases de alimentos que se consumen en pequeñas cantidades (a lo sumo un porcentaje reducido de la dieta total), como las especias, son objeto de consideraciones especiales. Si este tipo de alimentos representa un porcentaje reducido de la dieta total y, por lo tanto, una pequeña adición a la dosis total, los niveles de orientación para estos alimentos pueden ser aumentados en un factor de 10, de conformidad con las normas básicas de seguridad internacionalmente acordadas (OIEA, 1996).

---

<sup>6</sup> Por ejemplo, si  $^{134}\text{Cs}$  y  $^{137}\text{Cs}$  son contaminantes en los alimentos, el nivel de orientación de 1000 Bq/kg se refiere a la actividad agregada de ambos radionucleidos.

## JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA PARA EL ANTEPROYECTO DE NIVELES DE ORIENTACIÓN PARA RADIONUCLEIDOS EN LOS ALIMENTOS<sup>7</sup>

El anteproyecto de niveles de orientación para radionucleidos en alimentos y, concretamente, los valores presentados en el cuadro 1 *supra*, se basan en las siguientes consideraciones radiológicas generales y en la experiencia adquirida en la aplicación de las normas internacionales y nacionales vigentes para el control de los radionucleidos en los alimentos.

**Niños pequeños y adultos:** Como se indica en los Apéndices adjuntos, se han logrado importantes mejoras en la evaluación de las dosis de radiación resultantes de la ingesta humana de sustancias radiactivas desde que la Comisión del Codex Alimentarios publicó en 1989 los niveles de orientación (CAC/GL 5-1989). Los niveles de exposición humana derivados del consumo de alimentos que contienen los radionucleidos incluidos en el cuadro 1 a los niveles de orientación sugeridos han sido evaluados para adultos y niños pequeños y comprobados para verificar su cumplimiento con el criterio de dosis apropiado. Como resultado de ello, los niveles de orientación actuales que figuran en el cuadro 1 son pertinentes para todos los tipos de alimentos destinados al consumo humano y el comercio internacional, incluidos los alimentos para niños pequeños.

Para evaluar la exposición del público y los riesgos conexos para la salud debidos a la ingesta de radionucleidos en los alimentos, se requieren estimaciones de tasas de consumo de alimentos y coeficientes de dosis de ingestión. Según la Ref. (OMS, 1988), se supone que un adulto consume en el año 550 kg de alimentos. El valor del consumo de alimentos y leche por los niños durante su primer año de vida utilizado para el cálculo de la dosis de los niños pequeños que equivale a 200 kg se basa en evaluaciones de hábitos humanos contemporáneos (F. Luykx, IAEA-SM-306/120, 1990; US DoH, 1998; NRPB-W41, 2003). Los valores más conservadores de los coeficientes de dosis de ingestión por radionucleidos y por edades, es decir, los relacionados con las formas químicas de radionucleidos que más se absorben del tracto gastrointestinal, se han tomado de las normas del OIEA (1996).

**Criterio radiológico:** El criterio radiológico apropiado, que se ha utilizado para establecer una comparación con los datos de evaluación de dosis que figuran más adelante, es un nivel genérico de exención de intervención de cerca de 1 mSv para la dosis anual individual proveniente de los radionucleidos presentes en productos básicos importantes, a saber, alimentos, recomendado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica como inocuo para los miembros del público (CIPR, 1999)<sup>8</sup>.

**Radionucleidos naturales:** Los radionucleidos naturales están muy difundidos y, en consecuencia, se encuentran en todos los alimentos en diversos grados. Las dosis de radiación provenientes del consumo de alimentos oscilan entre varias decenas y varios cientos de microsievert al año. En esencia, las dosis de estos radionucleidos cuando están presentes de manera natural en la dieta son imposibles de controlar; los recursos que se necesitarían para afectar a las exposiciones serían desmesurados en comparación con los beneficios logrados para la salud. Por consiguiente, estos radionucleidos quedan excluidos del examen en este documento.

---

<sup>7</sup> La Comisión del Codex Alimentarius en su 18º período de sesiones (Ginebra, 1989) aprobó los niveles de orientación para radionucleidos en alimentos objeto de comercio internacional aplicables después de una contaminación nuclear accidental (CAC/GL 5-1989) a seis radionucleidos (<sup>90</sup>Sr, <sup>131</sup>I, <sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs, <sup>239</sup>Pu y <sup>241</sup>Am) durante el año posterior a un accidente.

<sup>8</sup> Comisión Internacional de Protección Radiológica (1999). Principles for the Protection of the Public in Situations of Prolonged Exposure. ICRP Publication 82, Annals of the ICRP.

**Evaluación de la exposición acumulada en un año:** Según una hipótesis conservadora, durante el primer año transcurrido después de una importante contaminación radiactiva del medio ambiente causada por un suceso nuclear o radiológico<sup>9</sup> quizás sería difícil sustituir alimentos importados fácilmente de regiones contaminadas por los importados de zonas no afectadas. Según los datos estadísticos de la FAO (véase el Apéndice 1), la fracción media de cantidades importantes de alimentos importados por todos los países en el mundo asciende al 0,1. Los valores indicados en el cuadro 1 se han deducido para garantizar que si un país continúa importando todos los alimentos principales de zonas contaminadas con radionucleidos, la dosis interna media anual de sus habitantes no rebase 1 mSv aproximadamente (véase el Apéndice 2). Dado que la evaluación tiene incorporadas muchas hipótesis conservadoras, el resultado debería considerarse como el nivel superior de la escala de dosis posible.

**Evaluación de la exposición a largo plazo:** Después de haber transcurrido un año de una importante contaminación del medio ambiente con radionucleidos, los alimentos importados de zonas con residuos radiactivos en su mayoría serán sustituidos por los alimentos importados de zonas no afectadas. No obstante, tal vez todavía se importen ocasionalmente alimentos contaminados con radionucleidos.

El nivel estimado de exposición del público podrá evaluarse teniendo en cuenta las estadísticas de importación/producción. En función de los datos estadísticos de la FAO, el valor medio mundial del factor de importación/producción puede fijarse en 0,0001 – 0,001 (véase el Apéndice 1). Así, para un país que importe ocasionalmente alimentos de zonas con residuos radiactivos, la dosis interna media efectiva anual de sus habitantes se calcula en menos de unos 10 µSv (véase el Apéndice 2), que se considera que ocasiona un riesgo insignificante para la salud de la persona (CIPR, 1991; OIEA, 1988, 1996). Dado que la evaluación tiene incorporadas muchas hipótesis conservadoras, el resultado debería considerarse como el nivel superior de la escala de dosis posible.

**Estimación de riesgos para la salud:** Debido a las hipótesis sumamente conservadoras que se han adoptado, es muy poco probable que la aplicación de los niveles de orientación dé por resultado una dosis efectiva comprometida derivada del consumo de alimentos durante el primer año después de un suceso nuclear o radiológico importante para una persona que rebase una pequeña fracción de 1 mSv. Esto añadiría un riesgo de muerte durante toda la vida a consecuencia de un cáncer radioinducido que no rebasaría  $10^{-5}$  aproximadamente.

En el caso de un accidente de un reactor nuclear, la liberación de  $^{131}\text{I}$  podría plantear un riesgo de cáncer de tiroides. Cuando los niveles de  $^{131}\text{I}$  en los alimentos debidos a una liberación accidental a corto plazo están en conformidad con los niveles de orientación, la consiguiente dosis del tiroides no excedería de 20 mGy tanto en los niños pequeños como en los adultos. Estas exposiciones añadirían un riesgo durante toda la vida de cáncer de tiroides radioinducido para ambos grupos de edades de no más de  $10^{-4}$  aproximadamente. El riesgo correspondiente de muerte a causa de un cáncer de tiroides radioinducido es inferior a  $10^{-5}$ .

El riesgo añadido de muerte durante toda la vida a causa de un cáncer radioinducido en las personas que consumen alimentos importados de zonas con residuos radiactivos que cumplen con los niveles de orientación incluidos en el cuadro 1 no será superior a  $10^{-6}$  a partir de un año de consumo a largo plazo. Los riesgos consiguientes durante toda la vida derivados del consumo de esos alimentos año tras año serían considerablemente inferiores a  $10^{-4}$ .

---

<sup>9</sup> En este documento, por suceso nuclear o radiológico se entiende una emergencia nuclear o radiológica o situación terrorista relacionada con una instalación nuclear o una fuente de radiación importante.

## APÉNDICE I

### ESTIMACIÓN DE LOS VALORES FACTORIALES DE IMPORTACIÓN/PRODUCCIÓN BASADOS EN LAS ESTADÍSTICAS DE LA FAO

El factor de importación/producción ( $IPF_{CA}$ ) se define como la relación entre la cantidad de alimentos importados anualmente de zonas contaminadas con radionucleidos ( $I_{CA}$ ), y la cantidad total producida e importada ( $P+I$ ) anualmente en la región o país objeto de examen.

$$IPF_{CA} = I_{CA} / (P+I)$$

Se puede considerar que las personas consumen esta proporción de alimentos importados contaminados en relación con la cantidad total de alimentos consumidos.

Los valores por regiones o países del  $IPF_{CA}$  pueden determinarse en función de las estadísticas de importación y producción al nivel local. Para calcular numéricamente la contribución media mundial de alimentos importados de zonas contaminadas con radionucleidos con respecto a los valores totales de producción de alimentos necesarios para el presente documento, se han utilizado los datos estadísticos sobre producción, importación y consumo de los principales alimentos en todo el mundo que figuran en las hojas de balance de alimentos de FAOSTAT<sup>10</sup>.

Tomando como base los datos de FAOSTAT para el período reciente de 5 años (1997-2001), la fracción media de cantidades de alimentos importantes (es decir, cereales, tubérculos feculentos, verduras, frutas, carne, leche y pescado y mariscos) importados por todos los países del mundo ( $IPF_w$ ), ponderada por consumo de alimentos principales, es 0,11, que puede redondearse a 0,1. Las fracciones medias para alimentos principales en particular oscilan entre 0,05 para las verduras y hasta 0,27 para el pescado y los mariscos.

La contribución de los alimentos producidos en zonas afectadas por un accidente nuclear importante a la importación mundial de alimentos ( $I_{CA}/I_w$ ) puede evaluarse tomando como base la experiencia del accidente de Chernóbil, que provocó la contaminación radiactiva de extensas zonas agrícolas. El territorio de los tres países más afectados por el accidente de Chernóbil (Belarús, Rusia y Ucrania), fue considerablemente contaminado con radionucleidos es decir, 0,4% a 23%, lo que equivale a más de 37 kBq/m<sup>2</sup> (1 Ci/m<sup>2</sup>) de <sup>137</sup>Cs. Estos tres países producen en total un 5%, y sus zonas contaminadas contribuyen con menos del 0,2% a la producción mundial de alimentos principales. Teniendo en cuenta la contribución de otros países europeos con zonas contaminadas por el accidente de Chernóbil, esta fracción puede estimarse que sea de 0,3% y que dé cuenta de incertidumbres de 0,1% a 1% (10<sup>-3</sup> a 10<sup>-2</sup>).

Dado que la fracción media mundial de alimentos importados comprende cerca de 0,1 de los alimentos producidos e importados, la fracción media de alimentos importados de zonas contaminadas con radionucleidos como resultado de un suceso nuclear o radiológico importante  $IPF_{CA,w}$  puede calcularse que sea 10<sup>-4</sup> a 10<sup>-3</sup>.

---

<sup>10</sup> <http://apps.fao.org/lim500/wrap.pl?FoodBalanceSheet&Domain=FoodBalanceSheet&Language=english>

## APÉNDICE 2

## EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN INTERNA HUMANA CUANDO SE APLIQUEN LOS NIVELES DE ORIENTACIÓN

Para los fines de evaluación del nivel medio de exposición del público en un país causado por la importación de productos alimenticios de otras zonas con radiactividad residual, al aplicar los actuales niveles de orientación deben utilizarse los siguientes datos: tasas de consumo de alimentos anuales para adultos y niños pequeños, coeficientes de dosis de ingestión por radionucleidos y edades, y los factores de importación/producción definidos en el Apéndice 1. Cuando se evalúe la dosis interna media en niños pequeños y el público en general se sugiere que, debido a la vigilancia e inspección, la concentración de radionucleidos en alimentos importados no exceda de los niveles de orientación actuales. Aplicando un enfoque de evaluación cauteloso, se considera que todos los alimentos importados de zonas con radiactividad residual estén contaminados con radionucleidos a los niveles de orientación actuales.

Por tanto, la dosis interna media del público,  $E$  (mSv), debida al consumo anual de alimentos importados portadores de radionucleidos puede calcularse utilizando la siguiente fórmula:

$$E = GL(A) \cdot M(A) \cdot e_{ing}(A) \cdot IPF$$

donde:

$GL(A)$  es el nivel de orientación por edades (Bq/kg)

$M(A)$  es la masa de alimentos consumidos anualmente por edades (kg)

$e_{ing}(A)$  es el coeficiente de dosis de ingestión por edades (mSv/Bq)

$IPF$  es el factor de importación/producción definido en el Apéndice 1 (sin dimensión).

Los resultados de la evaluación que figuran en el cuadro 2, tanto para los niños pequeños como para los adultos, demuestran que, con respecto a la mayoría de los veinte radionucleidos que se examinan, salvo  $^{14}\text{C}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  y  $^{137}\text{Cs}$ , los niños pequeños podrían recibir dosis más altas que los adultos. No obstante, en el caso de los veinte radionucleidos, las dosis debidas al consumo de alimentos importados durante el primer año después de una contaminación radiactiva importante no rebasan 1 mSv aproximadamente y las debidas al consumo anual a largo plazo (más de un año) no exceden de alrededor de 10  $\mu\text{Sv}$ .

Con respecto al  $^{239}\text{Pu}$ , así como a varios otros radionucleidos (salvo los isótopos  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{35}\text{S}$ , yodo y cesio), la estimación de dosis es especialmente conservadora porque los factores de absorción gastrointestinal elevados y los coeficientes de dosis de ingestión conexos se aplican durante todo el primer año de vida, mientras que esto es válido fundamentalmente durante el período de lactancia que, según las estimaciones recientes de la CIPR, en promedio son los primeros seis meses de vida (Comité 2 de la CIPR; se publicará en 2004). Durante los seis meses posteriores del primer año de vida los factores de absorción de los intestinos son mucho más bajos.

Para citar un ejemplo, la evaluación de dosis para el caso más actual del  $^{137}\text{Cs}$  y del  $^{239}\text{Pu}$  en los alimentos se presenta a continuación por separado con respecto al primer año después de la contaminación de la zona con estos nucleidos y a la exposición a largo plazo.

### Evaluación de la exposición durante un año

En el primer año posterior a una contaminación radiactiva importante del medio ambiente se supone de manera conservadora que podría ser difícil sustituir fácilmente los alimentos importados de regiones contaminadas con los importados de zonas no afectadas. Por lo tanto, para calcular la dosis media se utiliza el valor medio mundial del factor de importación/producción igual a 0,1 (véase el Apéndice).

#### Cs-137:

Para adultos:  $E = 1000 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,7 \text{ mSv}$ ;

Para niños pequeños:  $E = 1000 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,4 \text{ mSv}$



**CUADRO 2. EVALUACIÓN DE UNA DOSIS PARA NIÑOS PEQUEÑOS Y ADULTOS DEBIDA A LA INGESTIÓN DE ALIMENTOS IMPORTADOS EN UN AÑO**

Radionucleido	Nivel de orientación (Bq.kg <sup>-1</sup> )	Dosis anual, mSv		
		Primer año después de una contaminación importante Niños pequeños	Adultos	Márgenes de exposición a largo plazo:
<sup>238</sup> Pu	10	0,8	0,1	0,0001-0,008
<sup>239</sup> Pu		0,8	0,1	0,0001-0,008
<sup>240</sup> Pu		0,8	0,1	0,0001-0,008
<sup>241</sup> Am		0,7	0,1	0,0001-0,007
<sup>90</sup> Sr	100	0,5	0,2	0,0002-0,005
<sup>106</sup> Ru		0,2	0,04	0,00004-0,002
<sup>129</sup> I		0,4	0,6	0,0004-0,006
<sup>131</sup> I		0,4	0,1	0,0001-0,004
<sup>235</sup> U	1000	0,7	0,3	0,0003-0,007
<sup>35</sup> S		0,2	0,04	0,00004-0,002
<sup>60</sup> Co		1	0,2	0,0002-0,01
<sup>89</sup> Sr		0,7	0,1	0,0001-0,007
<sup>99</sup> Tc		0,2	0,04	0,00004-0,002
<sup>103</sup> Ru		0,1	0,04	0,00004-0,001
<sup>134</sup> Cs		0,5	1	0,0005-0,01
<sup>137</sup> Cs		0,4	0,7	0,0004-0,007
<sup>144</sup> Ce		1	0,3	0,0003-0,01
<sup>192</sup> Ir		0,3	0,08	0,00008-0,003
<sup>3</sup> H*	10 000	0,02	0,02	0,00002-0,0002
<sup>14</sup> C		0,3	0,3	0,0003-0,003

\*Representa el valor más conservador para el tritio (enlace orgánico)

### **Pu-239:**

Para adultos:  $E = 10 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,1 \text{ mSv}$ ;

Para niños pequeños:  $E = 10 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mSv/Bq} \cdot 0,1 = 0,8 \text{ mSv}$

### **Evaluación de la exposición a largo plazo:**

Después de haber transcurrido un año de una importante contaminación del medio ambiente con radionucleidos, la mayoría de los alimentos importados de zonas con residuos radiactivos serán sustituidos por los alimentos importados de zonas no afectadas. En estas condiciones, tal vez todavía se importen ocasionalmente alimentos contaminados con radionucleidos. Por lo tanto, para calcular la dosis media se utiliza el valor medio mundial del factor de importación/producción que oscila entre 0,0001 y 0,001 (véase el Apéndice 1).

### **Cs-137:**

Para adultos:  $E = 1000 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot (0,0001 = 0,001) = 0,0007 - 0,007 \text{ mSv}$ ;

Para niños pequeños:  $E = 1000 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mSv/Bq} \cdot (0,0001 = 0,001) = 0,0004 - 0,004 \text{ mSv}$ .

### **Pu-239:**

Para adultos:  $E = 10 \text{ Bq/kg} \cdot 550 \text{ kg} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mSv/Bq} \cdot (0,0001 = 0,001) = 0,0001 - 0,001 \text{ mSv}$ ;

Para niños pequeños:  $E = 10 \text{ Bq/kg} \cdot 200 \text{ kg} \cdot 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mSv/Bq} \cdot (0,0001 = 0,001) = 0,0008 - 0,008 \text{ mSv}$ .