

# comisión del codex alimentarius

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA LA AGRICULTURA  
Y LA ALIMENTACION

ORGANIZACION MUNDIAL  
DE LA SALUD

OFICINA CONJUNTA: Via delle Terme di Caracalla 00100 ROMA Tel.: 39 6 57051 Télex: 625825-625853 FAO I Email: codex@fao.org Facsimile: 39 6 5705.4593

**Tema 15e) del programa**

**CX/FAC 99/22  
Diciembre de 1998**

## **PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS**

### **COMITE DEL CODEX SOBRE ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS**

*31ª reunión,  
La Haya, Países Bajos, 22-26 de marzo de 1999*

### **DOCUMENTO DE POSICIÓN SOBRE EL ARSÉNICO** (Preparado por Dinamarca)

#### **PETICIÓN DE OBSERVACIONES E INFORMACIÓN**

Se invita a los gobiernos y los organismos internacionales interesados que deseen hacer observaciones sobre el documento de posición sobre el arsénico a que lo hagan **para el 20 de enero de 1999** y las envíen a la dirección siguiente: Ms. S.P.J. Hagenstein, Netherlands Codex Contac Point, Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, P.O. Box 20401, 2500 E.K., La Haya, Países Bajos (telefax no 31.70.347.7552), remitiendo una copia al Jefe del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

#### **INTRODUCCION**

1. El arsénico ocupa el 20º lugar en el orden de abundancia de los elementos de la corteza terrestre. El arsénico presente en el medio ambiente deriva de fuentes naturales (*por ej.* actividad volcánica y meteorización) y de la actividad antropogénica (*por ej.* fundición de minerales, combustión de carbón, uso de plaguicidas), y la relación entre los dos tipos de proveniencia se ha estimado en 60:40<sup>1</sup>. Como consecuencia de los procesos metabólicos que se producen naturalmente en la biosfera el arsénico se encuentra en gran número de formas (especies) químicas orgánicas o inorgánicas en los alimentos.

Dadas las diferentes características químicas y toxicológicas de las distintas especies moleculares y estados de oxidación que tienen lugar en los alimentos es preciso distinguir entre ellos, con el fin de presentar un panorama completo del contenido de arsénico de los alimentos y los efectos que produce en los consumidores el arsénico ingerido a través de los alimentos.

2. En el medio ambiente marino, el arsénico se encuentra en los animales y plantas marinos, entre ellos las algas, los peces y los mariscos, en concentraciones que varían según una gama de 0,5-50 mg/kg (peso en húmedo)<sup>1,2</sup>. Ya desde comienzos del siglo se conoce la elevada concentración de arsénico en los mariscos<sup>3</sup>. El estudio de las rutas metabólicas del arsénico en el medio ambiente

marino ha permitido entender algunos mecanismos de conversión del arsénico inorgánico que se

encuentra en las aguas oceánicas en la concentración considerablemente más elevada de formas orgánicas de arsénico presente en los mariscos<sup>2</sup>. En el pescado de agua dulce, el arsénico se encuentra en concentraciones más bajas en comparación con sus análogos oceánicos, o sea, concentraciones típicamente inferiores a 10 µg/kg<sup>4</sup>.

3. En el medio ambiente terrestre, el arsénico generalmente se encuentra en concentraciones bajas en plantas cultivadas, cuya variación típica es de 0-20 µg/kg, con la excepción del arroz, en que la variación es de 150-250 µg/kg, y determinadas especies de hongos comestibles que contienen arsénico en concentraciones de varios mg/kg absorbido del suelo<sup>5</sup>. En general se dispone de escasa información acerca de las especies moleculares de arsénico presentes en las plantas cultivadas. En el ganado, el nivel de concentración de arsénico es análogo al que se encuentra en las plantas. Una notable excepción es el arsénico presente en la carne de aves, en que la gama de variación es de 0-100 µg/kg. El arsénico deriva de la harina de pescado que contiene arsénico utilizada en la alimentación de las aves o posiblemente de los estimuladores del crecimiento que contienen arsénico utilizados en algunos países. Se han observado también mayores concentraciones de arsénico en plantas (tabaco) para cuyo cultivo se haya utilizado el plaguicida dimetilarsinato. Las concentraciones y la especiación del arsénico en el agua potable (incluidas el agua mineral natural y otras aguas embotelladas) son cuestiones que suscitan preocupación en muchos países, puesto que se han observado niveles que superan los 200 mg/l.<sup>6</sup> Varios informes científicos plantean este problema indicando niveles de concentración análogos o incluso superiores de arsénico en las aguas de pozo o las aguas subterráneas.

La precipitación de arsénico atmosférico es la causa de contaminación de cultivos producidos cerca de zonas industriales originadoras de dicha precipitación. La concentración de arsénico encontrada en tales cultivos depende de una serie de factores, como la forma química y la biodisponibilidad de arsénico en el suelo y la tasa de sedimentación atmosférica, por lo que no es posible generalizar la información. Por último, las concentraciones de arsénico aumentan en las plantas cultivadas cuando se cultivan en suelos cuyo contenido de arsénico es por naturaleza elevado o en suelos contaminados por derrames debidos al uso de impregnadores de la madera con productos a base de cromo, cobre, arsénico (CCA)<sup>7</sup>. No se ha observado, sin embargo, ninguna transferencia directa en relación, *por ej.* de las patatas (papas) conservadas en recipientes fabricados con madera impregnada con CCA<sup>8</sup>.

## EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA

4. Las formas más tóxicas de arsénico halladas en los alimentos son el arsénico inorgánico (III) y (V)<sup>9</sup> y el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) ha clasificado el arsénico inorgánico como agente carcinógeno para los seres humanos<sup>10</sup>. Se conoce muy bien la historia del trióxido de arsénico inorgánico como compuesto venenoso, utilizado a menudo en casos de homicidio. En cambio, las formas metiladas, *por ej.* el dimetilarsinato, tienen una baja toxicidad aguda<sup>11</sup>, mientras que la especie principal de arsénico encontrada en el pescado y los crustáceos, la arsenobetaína no considera no tóxica<sup>9</sup>. En los moluscos, los crustáceos y las algas, los derivados de dimetilarsinilribosida, conocidos también como "arsenoazúcares", son especies de arsénico cuantitativamente predominantes. No se conoce en detalle su posible toxicidad para los seres humanos, pero puede equipararse a la del dimetilarsinato. Si bien en los alimentos predominan en general los arsenicales orgánicos, en el pescado se encuentra sólo un reducido porcentaje de contenido total de arsénico en forma de arsénico inorgánico<sup>12, 13</sup>.

5. La OMS recomendó en 1983<sup>14</sup> una dosis de ingestión diaria tolerable provisional de arsénico inorgánico por los alimentos y el agua de 2 mg/kg de peso corporal y más tarde, en 1988<sup>15</sup>, cambió a la medida equivalente de ingestión semanal tolerable provisional (ISTP) de 15 mg/kg de peso corporal. Los datos epidemiológicos utilizados para esta evaluación de riesgos se refieren al arsénico inorgánico presente en el agua potable. No obstante, la OMS no pudo formular una recomendación análoga para las especies de arsénico orgánico en los alimentos por falta de datos

toxicológicos apropiados. Esta recomendación ha sido repetida y corroborada recientemente por el organismo de los Estados Unidos de América encargado del registro de sustancias tóxicas y enfermedades<sup>16</sup>. El nivel de referencia recomendado por la OMS para el arsénico en el agua potable es de 10 mg/l<sup>17</sup> y, según estas directrices, el 20 por ciento de la ISTP se asigna al agua potable.

No obstante su toxicidad, la posible función esencial que desempeña el arsénico<sup>18</sup> es motivo de controversia<sup>19</sup> pero los experimentos con animales en que se basa no permiten deducir ninguna conclusión respecto a la función esencial del arsénico para los seres humanos.

6. Los arsénicos inorgánicos (III) y (V) se absorbe bien en el tubo digestivo. También las tasas de absorción de arsénico metilado y de arsenobetaína son elevadas, pero la retención de esta última en los tejidos es mucho menor que la observada por excreción de arsenobetaína radioetiquetada. El arsénico inorgánico es transportado al hígado donde la metilación da lugar a la formación de monometilarsinato, dimetilarsinato. No obstante, una parte del arsénico inorgánico puede acumularse en el pelo, las uñas y la piel<sup>20</sup>. No se ha indicado transformación alguna de arsenobetaína en los mamíferos, pero la arsenocolina ingerida con el consumo de mariscos puede oxidarse en arsenobetaína. La eliminación de formas inorgánicas y orgánicas de arsénico tiene lugar principalmente a través de la orina. Existen pocos estudios relativos al destino de la arsenobetaína en el cuerpo humano. Queda sin embargo pendiente la cuestión de si la arsenobetaína es estable en la presencia de bacterias anaeróbicas en el tubo digestivo. Se ha observado que, en el medio ambiente marino, dichas bacterias metabolizan la arsenobetaína en compuestos de peso molecular más bajo. Evidentemente, es necesario investigar esta posible ruta catabólica en el hombre.

7. Los estudios epidemiológicos han mostrado efectos en la salud humana, después de una larga exposición oral a especies de arsénico inorgánico en el agua potable procedente de pozos situados en zonas donde el suelo es geoquímicamente rico en arsénico. La ingestión de arsénico inorgánico en dosis de 10-50 µg/kg de peso corporal originaba problemas vasculares que en último término pueden dar lugar a necrosis y gangrena de manos y pies ("carbunco")<sup>16</sup>. El arsénico inorgánico puede causar también lesiones en la piel y cáncer de la piel. Aparte del riesgo de que se desarrolle cáncer de la piel, se han comunicado casos de tipos de cáncer interno en pacientes que ya padecían de cáncer de la piel inducido por el arsénico.

8. El Organismo de los Estados Unidos para el Medio Ambiente (US EPA) ha estimado el exceso de riesgo de cáncer derivado de la exposición durante la vida al arsénico a través del agua<sup>21</sup> que contuviera 1 mg por litro de arsénico inorgánico a  $7 \times 10^{-5}$ . Por consiguiente, las concentraciones de arsénico presentes en el agua potable que superan este nivel son motivo de preocupación. Al nivel de referencia de la OMS de 10 mg/l de arsénico en el agua potable el riesgo estimado de desarrollar cáncer de la piel inducido por el arsénico durante la vida se ha calculado<sup>17</sup> en  $6 \times 10^{-4}$ .

## DATOS ANALÍTICOS

9. El análisis del contenido total de arsénico de los alimentos ha tropezado hasta la fecha con dificultades respecto de la exactitud y precisión. No obstante, la situación ha mejorado algo en los últimos años con la introducción de las técnicas analíticas modernas, tales como la espectrometría de absorción atómica (EAA) con generación de hidruros o la atomización en horno de grafito, y la espectrometría de masas en plasma acoplado inductivamente (EM-PAI). No obstante, en general se desaconseja considerar datos de antigüedad superior a unos 10 años o datos cuya calidad no ha sido justificada mediante, *por ej.*, el uso de materiales de referencia certificados. En particular, los datos sobre el arsénico presente en los alimentos en concentraciones bajas pueden resultar gravemente sesgados debido a posibles interferencias u otros inconvenientes, tales como la contaminación de laboratorio o la pérdida de analito durante la preparación de la muestra. En consecuencia, es necesario

realizar comparaciones internacionales para comprobar la aptitud de los laboratorios de análisis, en particular para los análisis relacionados con el arsénico en los mariscos.

10. Las dificultades analíticas con que se tropieza en relación con el arsénico son la absorbencia no específica de constituyentes de la matriz en la EAA o la insuficiente mineralización de la muestra si se ha utilizado EAA de generación de hidruros. En la EM-PAI las interferencias poliatómicas y los efectos de la matriz pueden impedir la exactitud del análisis. No obstante, para la labor de especiación, la EM-PAI es un excelente detector que puede acoplarse con técnicas de separación como la cromatografía líquida de alta resolución (CLAR)<sup>22</sup>.

11. Se requieren en gran medida datos de especiación relativos al arsénico debido a la gran diferencia en cuanto a toxicidad para los seres humanos de las distintas formas de arsénico. Se han detectado por lo menos 25 formas químicas diferentes de arsénico que son polares o iónicas en la naturaleza, sobre todo en muestras de mariscos<sup>2</sup>. Además, en los mariscos se encuentran varios arsenolípidos no polares (liposolubles) en la proporción de 1-18 por ciento del contenido total de arsénico<sup>23</sup>. Teniendo en cuenta los diferentes valores toxicológicos de estas especies, poco interesa el valor del contenido total de arsénico en una muestra de alimentos. En primer lugar se necesitan procedimientos que permitan recabar información sobre el contenido de especies de arsénico inorgánico tóxico. En segundo lugar, son de interés los datos sobre especies metiladas, porque son los productos de conversión inmediata del arsénico inorgánico ingerido. Por último, se requieren procedimientos de especiación más perfeccionados, que se basen por ejemplo en la combinación de los métodos CLAR-EM-PAI en los estudios toxicológicos, como los que se han sugerido anteriormente para los arsenozúcares y la arsenobetaína.

## DATOS DE INGESTIÓN

12. Los seres humanos se hallan principalmente expuestos al arsénico a través de la alimentación y el agua potable, mientras que un pequeño grupo de población está expuesto además por razones laborales. Se deben seguir específicamente las variaciones del nivel de arsénico en estos individuos con el fin de evitar posibles riesgos de salud. La concentración media de arsénico más alta se encuentra en el pescado, y luego en las aves de corral y los productos de cereales. En función de los datos de consumo de alimentos, Dinamarca ha estimado la ingestión media de los adultos en 118 mg/ por día con una ingestión al 90° percentilo de 233 mg/día<sup>5</sup>. Los mariscos aportan una ingestión media de arsénico de 86 mg/día (72 por ciento de la ingestión total) a pesar de que el pescado representa sólo una pequeña proporción del consumo diario de alimentos. La ingestión dietética media de un adulto entre los consumidores del Reino Unido es de 67 mg/día y el pescado aporta 42 mg/día, o sea, el 63% de este valor<sup>24</sup>. En el Canadá la ingestión diaria media era de 49 mg/día y la aportación del pescado era de 32 mg/día, o sea, el 64% del total<sup>25</sup>. En Australia, la ingestión dietética media de arsénico de un adulto se ha estimado en 63 µg/día, en que los mariscos contribuyen en el 63 por ciento del total, mientras que la ingestión al 95° percentilo del arsénico total era de 119 µg/día<sup>26</sup>. La estimación de la ingestión dietética media de arsénico inorgánico de un adulto en Australia era del 0,77 µg/día, o sea, el 0,5% del valor de la ISTP. El valor equivalente al 95° percentilo era de 1,25 µg/día para el arsénico inorgánico<sup>26</sup>. Los datos comunicados reflejan que la ingestión total de arsénico de una población se determina en gran parte por la cantidad de mariscos que consume. En el Japón, donde el consumo de mariscos, algas y arroz, de elevado contenido de arsénico, tradicionalmente constituye gran parte de la alimentación, la ingestión diaria de arsénico a través de la alimentación se ha estimado en 985 mg/día<sup>27</sup>.

13. Para llegar a una estimación significativa de la ingestión, que pueda evaluarse utilizando las normas toxicológicas vigentes, es absolutamente necesario disponer de información sobre especies de arsénico. No obstante, rara vez se dispone en la documentación científica de tales resultados respecto de los alimentos comercializados.

## POSIBLES RIESGOS PARA LA SALUD

14. Si se da (erróneamente) por supuesto que todo el arsénico contenido en los alimentos es de origen inorgánico, la ingestión media de arsénico según el párrafo 12 para los daneses ascendería al 79 por ciento del valor de la ISTP de 1 050 mg/día de arsénico inorgánico para una persona de 70 kg de peso corporal. Este elevado valor no entraña, sin embargo, una importancia inmediata, porque se sabe muy bien que el arsénico inorgánico no se ingiere sino en pequeñas cantidades a través de la alimentación. Por consiguiente, una estimación más apropiada es la que se basa en la hipótesis de que del arsénico ingerido a través de los mariscos como máximo al 5 por ciento es de origen inorgánico<sup>13</sup>. La estimación australiana de la ingestión de arsénico inorgánico (párr. 12) a 1% de la ingestión total de arsénico confirma el contenido generalmente bajo de arsénico inorgánico presente en los alimentos, incluidos los mariscos

Teniendo en cuenta además, como hipótesis prudente, que el arsénico presente en los demás productos alimenticios de la dieta y en el agua es de origen inorgánico. La ingestión semanal de arsénico inorgánico asciende a 2,50 µg por día tomando como base los datos de la investigación danesa<sup>5</sup>. Este valor representa el 24 por ciento del valor de la ISTP. Resultados de magnitud análoga se obtendrían sobre la base de la ingestión en el Reino Unido y el Canadá (párr. 12), mientras que la situación en el Japón requeriría una investigación más a fondo de los tipos de arsénico ingeridos mediante la alimentación tradicional.

Esta ingestión estimada de arsénico inorgánico da a entender que la gran mayoría de consumidores no corre ningún peligro de superar la ISTP, a no ser que el arsénico en el agua potable se encuentre en concentración elevada o que las personas hayan estado expuestas al arsénico procedente de otras fuentes, como la inhalación de aire que contiene partículas de arsénico. En tales casos, se han de tomar medidas para reducir el riesgo, *por ej.*, mediante tratamiento mejorado del agua o, si es posible, mediante eliminación de la fuente de arsénico.

No obstante, si la dieta contiene una cantidad considerable de algas, como es habitual en algunos países, la ingestión de arsénico inorgánico de esta procedencia puede aumentar sensiblemente, por lo que se debe considerar el riesgo de superar el valor de la ISTP para el arsénico inorgánico<sup>25</sup>. En tales casos, debe realizarse una evaluación de riesgo destinada a los grupos de población afectados.

15. Es necesario investigar a fondo para aclarar el destino de los arsenozúcares y la arsenobetaína en los seres humanos, particularmente para dilucidar si durante el metabolismo humano de los compuestos ingeridos con los mariscos se forman especies de arsénico de interés toxicológico. Además, tales estudios deberían ilustrar también si estas especies de arsénico se acumulan en determinados tejidos.

16. Es necesario investigar también a fondo para aclarar si el arsénico presente de los productos elaborados de mariscos (en conserva o congelados) se convierten en compuestos más tóxicos durante la elaboración o el almacenamiento.

## CONSIDERACIONES DE COMERCIO EQUITATIVO

17. Varios países han establecido niveles máximos (NM) para el arsénico presente en los productos alimenticios. Si bien se han establecido varios NM del Codex para el arsénico, éstos no abarcan toda la gama de NM nacionales. Los alimentos para los cuales se han establecido LM del Codex son grasas, aceites, zumos (jugos), néctares, azúcar, cacao y chocolate (referencia).

18. En general, los problemas de comercio no son preponderantes. No obstante, en algunos mercados de exportación, los límites superiores aceptados de arsénico para los productos a base de

mariscos se establecen en valores relativamente bajos. Es muy probable que tales reglamentos de

importación se basen erróneamente en la hipótesis de que una cantidad considerable del arsénico presente en los mariscos corresponde a las formas tóxicas, como el arsénico inorgánico.

19. En espera de que la Comisión del Codex Alimentarius establezca límites máximos para los compuestos de arsénico tóxico se sugiere que los productos alimenticios que circulan en el comercio internacional que corren el riesgo de ser rechazados en virtud de los límites máximos vigentes en los países importadores sean analizados y evaluados caso por caso teniendo en cuenta la información presentada en este documento.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

20. Los usos industriales de preparados que contienen arsénico, tales como los que se utilizan para la conservación de la madera, deberían ir eliminándose gradualmente en la sociedad y sustituyéndose con otros agentes menos tóxicos. Asimismo, deberían reducirse las emisiones de arsénico procedentes de la combustión de combustibles fósiles mejorando la eficiencia de la depuración de humos.

21. No existe al parecer riesgo de superar el valor de la ISTP vigente para el arsénico inorgánico ingerido con los alimentos y el agua salvo en regiones con elevados niveles de arsénico en el agua potable y/o de consumo extremo de mariscos y algas. No obstante, las concentraciones de arsénico inorgánico observadas en algunas aguas potables y aguas embotelladas, pueden suscitar preocupación.

22. La aportación de los compuestos de arsénico orgánico prevalece en la ingestión total de arsénico derivada de los alimentos (con la excepción del agua). Estos alimentos son principalmente de origen marino. Esta situación no puede cambiar debido a los ciclos biogeoquímicos naturales de este elemento en la naturaleza, en particular en los productos alimenticios sin elaborar. Hasta que no se conozca mejor y se determine la toxicidad de estas especies y hasta que no se hayan elaborado metodologías para su control, parece que no se dispone de base suficiente para decidir si se necesitan o no NM del Codex para estas especies. No obstante, la información disponible indica que tales NM serían innecesarios.

23. Se recomienda, no obstante, que se realicen nuevos estudios sobre la metodología analítica, prestando particular atención a las especies de arsénico que se sabe o se sospecha son objeto de preocupación toxicológica. Para que los métodos analíticos puedan ser fácilmente accesibles a otros laboratorios distintos de los laboratorios especializados, dicha elaboración de métodos analíticos debería basarse de ser posible en instrumentación poco costosa. Además, es necesario estudiar más a fondo la tasa de absorción, la biodisponibilidad y los efectos tóxicos posibles de las especies de arsénico. Ello se aplica sobre todo a los arsenoazúcares.

24. El agua constituye un caso especial que puede suscitar preocupación debido a posibles elevadas concentraciones de arsénico inorgánico que pueden dar lugar al riesgo de cáncer de piel. Por lo que respecta al agua envasada que circula en el comercio internacional, se recomienda que el Codex Alimentarius examine la conveniencia de sustituir el actual NM del Codex de 50 mg/l para el contenido total de arsénico por el nivel de referencia de la OMS de 10 mg/l para el contenido de arsénico inorgánico en el agua potable.

25. Los actuales NM del Codex Alimentarius para determinados alimentos se basan en el contenido total de arsénico y no tienen en cuenta cuáles son las formas químicas de arsénico que contienen. En consecuencia no regulan en forma apropiada la situación, por lo que se propone que se suspendan, o enmienden, según se ha indicado anteriormente, para el agua mineral natural. En cambio, por lo que respecta a los alimentos que circulan en el comercio internacional, deberían ser analizados y evaluados teniendo en cuenta la información científica pertinente de que se dispone, según se ha expuesto en este documento.

26. La OMS estableció el valor de la ISTP declarando que no se disponía de suficientes conocimientos para establecer un valor análogo de ingestión tolerable para las formas orgánicas de arsénico. La arsenobetaina y el grupo de arsenoazúcares que derivan de diversos productos alimenticios marinos representan las especies de arsénico orgánico cuantitativamente importante, por lo que es necesario dilucidar su destino y posibles efectos toxicológicos en los seres humanos. Disponemos ahora de métodos e instrumentación de laboratorio que nos permiten realizar tales investigaciones. Por último, el cálculo de la ingestión de especies de arsénico puede constituir la base para la evaluación de riesgos para la salud humana.

27. Los futuros límites legislativos para el arsénico deben basarse en las especies de arsénico que suscitan preocupación toxicológica, tales como el As(III) y el As(V). Como consecuencia de los temas de investigación sugeridos se planteará la necesidad de establecer leyes más detalladas respecto a las especies de arsénico.

## REFERENCIAS

1. Cullen, W.R., and Reimer, K.J. *Chem. Rev.*, 1989, **89**, 713.
2. Francesconi, K.A. and Edmonds, J.S., *Oceanogr. Mar.-Biol. Annu. Rev.*, 1993, **31**,
3. Chapman, A.C. and Linden, H., *Analyst*, 1926, **51** 563.
4. Danish Veterinary and Food Administration. *Danish Fresh Water Fish. Contents of Trace Elements, PCB and Chlorinated Pesticides*. Publication No. 138. Soborg, 1986.
5. National Food Agency of Denmark, 1990. *Food Monitoring in Denmark. Nutrients and Contaminants 1983-1987*. Publication No.195, Soborg 1990.
6. Farmer, J.G., and Johnson, L.R., *Geochem. Health*, 1985, **7**, 124.
7. Larsen, E.H., Moseholm, L., and Mfiller, M.M., *Sci. Tot. Environm.*, 1992, **126**, 263.
8. Jorhem, L. and Nilsson, K. *Lagring af potatis i impregnereda trälådor. SLV – rapport nr. 1, 1992. National Food Administration, Uppsala*
9. Organización Mundial de la Salud (OMS). Arsénico. *Criterios de salud ambiental, N° 18*. Ginebra, 1981.
10. IARC Monographs, 1987, *Suppl. 7*, 100-106.
11. IPCS, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, *Acido dimetilarsenico, ácido metanoarsénico, y sales*. Guía de salud e inocuidad, N° 69, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1992.
12. Buchet, J.P., Lauwerys, R., and Roels, H., *Int. Arch. Of Occup. And Environm. Health*, 1981, **48**, 71.
13. Edmonds, J.S. and Francesconi, K.A., *Mar. Poll. Bull.*, 1993, **26**, 665.
14. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS), 1983, *Serie Aditivos Alimentarios de la OMS, N° 18*.
15. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Mundial de la Salud (OMS), 1989, *Serie Aditivos Alimentarios de la OMS N° 24*.
16. *Toxicological Profile for Arsenic*. U.S. Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, October 1991.
17. Organización Mundial de la Salud (OMS), *Directrices para la Calidad del Agua Potable*, Ginebra, 1993.
18. Uthus, E.O., *Environmental Geochemistry and Health*, **1992**, *14*, 55.
19. Department of Health, *Report of Health and Social Subjects*, **41**, 55.
20. Vahter, M., and Marafante, E., *In vivo* Methylation and Detoxication of Arsenic. In: *The Biological Alkylolation of Heavy Elements*. Ed.: Craig, P.J., and Glocking, F. special Publication N°. 66, Royal Society of Chemistry, London, 1988, p. 105.
21. United States Environmental Protection Agency, *Special Report on Ingested Inorganic Arsenic. Skin Cancer; Nutritional Essentiality*, EPA-625/3-87-013, Washington D.C., 1988.
22. Larsen, E.H. *Spectrochim. Acta*, (1997). In press.
23. Larsen, E.H., Pritzl, G., and Hansen, S.H., *J. Anal. At. Spectrom.*, 1993, **8**, 557.
24. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, *Food Surveillance Paper N° 52*, London, 1997 (to be published).
25. Dabeka, R.W., McKenzie, A.D., Lacroix, G.M.A., Clerous, C., Bowe, S., Graham, R.A., Conacher, H.S., and Verder, P., *J. AOAC International*, 1993, **76**, 14.
26. Australian Quarantine and Inspection Service *1994 Diet Survey*, Canberra
27. Shinichiro, S., Hayase, A., Murakami, M., Hatai, I., Higashigawa, K., Moon, C.S., Zhang, Z., W., Watanabe, T., Igushi, H., and Ikeda, M., *Fd. Addit. Contamin.*, 1996, **13**, 775.
28. Gezondheidsraad, *Arsenic; Advisory Report Issued by the Committee on Risk Assessment of Substances of Health Council of the Netherlands*, Report No. 1993/02, The Hague, 1993.