

# Consulta de salud

## Evaluación de los cangrejos terrestres

*(National Oceanographic Atmospheric Administration Data)*

Isla de Vieques

Vieques, Puerto Rico

Febrero de 2006



**Elaborado por**

**Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE. UU.  
Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de**

**División de Consulta y Evaluación de Salud**



---

## Índice

Propósito .....	1
Hallazgos.....	1
Historia y utilización del terreno.....	1
Participación anterior de la ATSDR .....	2
Discusión.....	3
Muestreo de NOAA de cangrejos terrestres .....	3
Resultados de los análisis .....	4
Efectos en la salud de las personas.....	4
<i>4,4-DDE (4,4-diclorodifenildicloroetileno)</i> .....	7
<i>Arsénico</i> .....	7
<i>Cadmio</i> .....	9
<i>Cromo</i> .....	9
<i>Cobre</i> .....	10
<i>Hierro</i> .....	12
<i>Níquel</i> .....	13
<i>Vanadio</i> .....	14
<i>Evaluación de áreas específicas</i> .....	14
Conclusiones.....	15
Recomendaciones .....	15
Referencias.....	16
Apéndice A .....	21



## Evaluación de los cangrejos terrestres de la Isla de Vieques, Puerto Rico

### Propósito

La Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR) elaboró esta consulta de salud en repuesta a una solicitud hecha por la Oficina de Respuesta y Restauración (ORR) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), para evaluar los efectos que tiene en la salud el consumo de cangrejos terrestres de varios lugares de la Isla de Vieques, Puerto Rico. En junio del 2005, la NOAA tomó muestras de cangrejos terrestres (*Cardisoma guanhumi*) y de cangrejos violinistas (*Uca* spp.) de 14 lugares (13 en Vieques y uno en la isla principal de Puerto Rico). Los cangrejos se analizaron para detectar compuestos explosivos, bifenilos policlorados (PBC), pesticidas organoclorados y oligoelementos. Se cree que algunos de estos compuestos químicos están presentes en el ambiente como resultado de las operaciones de la Marina. Los resultados de estas evaluaciones servirán para que el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EE. UU. (*U.S. Fish and Wildlife Service* o FWS) determine si las áreas de refugio seleccionadas se pueden abrir para la recolección de cangrejos. La ATSDR centró esta consulta en el consumo de los cangrejos terrestres debido a que las personas no consumen cangrejos violinistas.

### Hallazgos

1. Los niveles de bifenilos policlorados, pesticidas organoclorados y oligoelementos que se encontraron en los cangrejos terrestres son mucho menores a los que las publicaciones científicas reportan como causantes de efectos dañinos en la salud. Por consiguiente, la ATSDR no prevé que los adultos ni los niños sufran efectos dañinos en su salud por consumir cangrejos terrestres de Vieques.
2. Las muestras de cangrejos recogidas de 12 áreas diferentes y dos sitios de referencia presentan niveles de contaminantes por debajo del límite reglamentario establecido por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) para el consumo de mariscos. En ninguna muestra de cangrejo se detectaron compuestos explosivos.
3. La ATSDR no encontró asociación entre los sitios del muestreo y los niveles de contaminantes en los cangrejos terrestres. Los bifenilos policlorados y los pesticidas se detectaron solo en unas cuantas muestras de cangrejos terrestres, lo cual indica que estas sustancias no se encuentran de manera generalizada en los cangrejos terrestres.

### Historia y utilización del terreno

Vieques es la isla costera más grande del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Tiene 20 millas de largo, 4.5 millas en su punto más ancho y un área de cerca de 33,000 acres (o 51 millas cuadradas). La isla más cercana a Vieques es la isla principal de Puerto Rico, aproximadamente a 7 millas al oeste. Las islas St. Thomas, St. John, St. Croix y las otras Islas Vírgenes de EE. UU. se encuentran a 20 millas o más al noreste y sureste de Vieques.

De 1941 al 2001, la Marina de los EE. UU. poseía la mayor parte de los extremos este y oeste de Vieques. La Marina poseía casi la mitad del este de Vieques, lo que incluía el Área Este de Maniobras (EMA) y el Centro de Entrenamiento con Armas de la Flota del Atlántico (AFWTF). En 1960, la Marina estableció blancos de tiro en Vieques y comenzó los ejercicios de bombardeo (Navy 1990). El uso del Área de Impacto para Artillería (LIA) para el entrenamiento de aire a tierra y desde buques a la costa se intensificó después del cierre del campo de tiro en la Isla de Culebra, a mediados de los años setenta. La Marina usó estas áreas para entrenamientos de combate, por ejemplo, ejercicios de desembarque en la costa, entrenamiento con armas pequeñas, como área de impacto para la artillería y campo de bombardeo aéreo y naval (CH2MHILL and Baker 1999; IT Corporation 2000). La parte oeste de Vieques es el antiguo Destacamento Naval de Apoyo de Municiones (NASD). Antes de mayo del 2001, la Marina destinaba esta área de 8,200 acres a varios usos como almacenamiento de municiones, extracción de cantera de roca, centros de comunicación e instalaciones de apoyo para la Marina (IT Corporation 2000).

En el 2001, la Marina transfirió la propiedad de aproximadamente 7,500 acres de tierra del extremo oeste de la isla a la municipalidad de Vieques, al Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico y al FWS, pero conservó cerca de 100 acres de los antiguos predios del NASD para mantener instalaciones de comunicaciones y radar (Navy 2001). Algunas áreas del NASD se arrendaron a granjeros locales para el pastoreo del ganado y otros usos agrícolas (EPA 2004). El 1 de mayo del 2003, la Marina cesó todas las operaciones militares en la isla y sus alrededores y transfirió su propiedad del extremo este de la isla (aproximadamente 14,575 acres) al FWS (EPA 2004). Posteriormente, los terrenos del extremo este de la isla y los del oeste controlados por el FWS fueron designados refugios nacionales de vida silvestre. La Marina inició los estudios del terreno y las actividades de limpieza, las cuales se continúan realizando bajo las directrices de la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) y la Ley de Respuesta Ambiental Exhaustiva, Compensación y Responsabilidad Pública (CERCLA).

Los 7,000 acres del centro de Vieques dan asentamiento a toda la población de la isla, principalmente en las localidades de Isabel Segunda y Esperanza. Aproximadamente 9,300 puertorriqueños de la población civil viven en la sección residencial del centro de la isla. El terreno de Vieques se utiliza para propósitos residenciales, agrícolas, comerciales e industriales. En el pasado, la caña de azúcar era el cultivo principal. También se ha cultivado coco, granos, batata, aguacate, banana y papaya. En las décadas de 1960 y 1970, la manufactura era importante para la economía, a partir de la construcción de la planta *General Electric* en 1969 (Bermudez 1998). En la actualidad, la industria manufacturera es mínima en la isla. Isabel Segunda y Esperanza son la sede de las flotas pesqueras comerciales y recientemente el turismo ha cobrado mayor importancia económica.

## **Participación anterior de la ATSDR**

La ATSDR llevó a cabo cuatro evaluaciones de salud pública para abordar las preocupaciones de los residentes de Vieques sobre cómo las actividades de entrenamiento militar en la LIA estaban afectando de manera adversa la salud. La ATSDR evaluó las maneras en que los residentes de Vieques podrían entrar en contacto con los contaminantes, como beber agua subterránea, ingerir o tocar la tierra de manera casual, consumir pescados y mariscos y respirar el aire. Estas evaluaciones se presentan en documentos de evaluación de salud pública separados y se encuentran en [http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/PHA/region\\_2.html#puertorico](http://www.atsdr.cdc.gov/HAC/PHA/region_2.html#puertorico).

La ATSDR concluyó que, en general, los residentes de Vieques pueden haber estado expuestos a niveles muy bajos de contaminación ambiental. No obstante, los niveles de contaminantes a los cuales probablemente las personas estuvieron expuestas son muy bajos como para causar efectos dañinos en la salud.

## Discusión

### Muestreo de NOAA de cangrejos terrestres

En junio del 2005, la NOAA tomó muestras de cangrejos terrestres de marismas, manglares en pantanos, áreas boscosas de la costa y áreas arenosas en los extremos del este y oeste de la Isla de Vieques. Los cangrejos terrestres se recolectaron debido a su importante papel en la alimentación de los residentes de la isla. Se recogieron cinco o seis muestras de cangrejos terrestres de cada uno de los 14 sitios del muestreo, los cuales representan 12 áreas de posible recolección (seis lugares en el extremo oeste de la isla y seis en el del este) y en dos sitios de referencia con un hábitat similar (uno en Vieques y otro en la isla principal de Puerto Rico). Se analizaron 74 muestras. La NOAA seleccionó los sitios de muestreo, con el aporte del FWS, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y el Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico, con base en los resultados de estudios previos limitados y la consideración de las áreas donde pudo haber liberación de sustancias peligrosas en la isla.

#### Oeste de Vieques

Área 1: Descenso de SWMU 7  
 Área 2: Descenso de AOCs J & R  
 Área 3: Laguna Kiani

Área 4: Sur de la Laguna Kiani  
 Área 5: Boca Quebrada  
 Área 6: Laguna Playa Grande

#### Este de Vieques

Área 7: Bahía Mosquito  
 Área 8: Puerto Ferro  
 Área 9: Playa Caracas

Área 10: Bahía de la Chiva  
 Área 11: Bahía Tapón  
 Área 12: Área de Impacto para Artillería (LIA)

#### Sitios de referencia

Área 13: Horizonte azul (Vieques)  
 Área 14: Reserva Natural de Humacao (isla principal de Puerto Rico)

Se analizaron muestras individuales de los cuerpos enteros de los cangrejos terrestres para detectar compuestos orgánicos (compuestos explosivos, PCB y pesticidas organoclorados) y oligoelementos. Los exoesqueletos se incluyeron en el análisis debido a que son parte de muchas recetas locales para agregarle sabor a las sopas y a los estofados. Antes de la evaluación, todos los datos analíticos se revisaron y validaron de manera independiente para garantizar su usabilidad (Ridolfi and NOAA 2005).

Además, se analizaron de manera separada muestras de los exoesqueletos (caparazón y concha) y tejidos (músculos y órganos internos) de 14 cangrejos terrestres para determinar la presencia de oligoelementos. Aunque algunos de los promedios de las muestras de los tejidos fueron más altos que los promedios de las muestras de los cuerpos enteros, la evaluación que hizo la ATSDR de las muestras de tejidos dio resultados similares a los de la evaluación de los cuerpos enteros de los cangrejos terrestres descritos en este informe, es decir, no se prevén efectos dañinos en la salud por consumir diariamente una comida con tejido de cangrejo terrestre.

---

## Resultados de los análisis

Todas las muestras mostraron niveles de contaminantes por debajo del límite reglamentario establecido por la FDA para el consumo de mariscos. No se detectaron compuestos explosivos en ninguna de las 74 muestras de cangrejos terrestres. El compuesto PCB Aroclor 1260 se encontró en una sola muestra de cangrejo terrestre de Laguna Kiani, a un nivel considerado justo en el límite de detección para el método de laboratorio. La mayoría de los pesticidas no fueron detectados o se detectaron en pocas ocasiones (p. ej., en menos del cinco por ciento de las muestras). Como en investigaciones previas, el DDT y sus metabolitos se detectaron en múltiples muestras de cangrejos terrestres. El segundo pesticida más observado fue el gamma-clordano. Se detectaron compuestos de clordano, aunque siempre justo en el límite de detección, en los cangrejos terrestres obtenidos de la mitad de los sitios, incluso en el sitio de referencia Horizonte Azul (Área 13) de la isla.

Debido a que los oligoelementos provienen de fuentes naturales y artificiales, su detección en los cangrejos terrestres varió según el sitio y los elementos individuales. Casi todos los oligoelementos se detectaron de manera constante en todos los sitios, incluso en los de referencia.

## Efectos en la salud de las personas

Para ser cuidadosos y garantizar que nuestra evaluación incluya a las personas que han estado expuestas, la ATSDR sobreestima las probables exposiciones. La ATSDR realizó cálculos matemáticos sobre el nivel de detección, incluidos los cálculos de la dosis de exposición y del riesgo, los cuales utilizan un conjunto de suposiciones sobre la exposición para determinar si el nivel de contaminantes presentes en los cangrejos terrestres puede causar efectos adversos en la salud. El apéndice A contiene nuestras suposiciones y metodología. Además de los cálculos, también consultamos las publicaciones científicas más actuales que hay para determinar si se prevén efectos en la salud.

La información utilizada vincula la concentración ambiental (la cantidad de contaminante) a una dosis, la cantidad absorbida por el cuerpo de una persona después de un tiempo. Supusimos que los residentes comían cangrejos terrestres todos los días del año; que los niños comían cuatro onzas todos los días durante seis años y los adultos ocho onzas durante 70 años.

Para determinar si las dosis que calculamos causarían efectos en la salud, las comparamos con los valores de las guías de selección para la salud. Las dosis estimadas de exposición que son menores a los valores de las guías de selección se descartan rápidamente como posibles causantes de efectos en la salud. Las dosis estimadas por encima de los valores de las guías de selección se evaluaron más detalladamente por su potencial de causar efectos en la salud usando los estudios científicos más actuales.

Una dosis de exposición es la cantidad de una sustancia química a la que una persona está expuesta con el tiempo.

Debido a que no hay un solo estudio o fuente de información que ofrezca certidumbre, usamos muchas fuentes de información para aumentar la confianza en nuestras conclusiones. Con base en evidencias significativas de varios estudios, la ATSDR concluyó que los niveles de



contaminantes detectados en los cangrejos terrestres son mucho más bajos que los niveles de aquellas sustancias químicas que han demostrado causar o contribuir a efectos adversos en la salud. Se debe tener en cuenta que evaluamos las exposiciones combinadas, así como las exposiciones a cada sustancia química en particular. Muchos oligoelementos tienden a competir unos contra otros en el cuerpo. Este efecto, denominado antagonista, reduce la capacidad del cuerpo para absorber las sustancias químicas y por consiguiente, los efectos (deseados y no deseados) de los oligoelementos que compiten. Esto se observa con el plomo y el calcio, el cobre y el selenio, el calcio y el hierro y muchos más. Los niveles de contaminantes detectados en los cangrejos terrestres de Vieques fueron mucho más bajos que los niveles que se identificaron como causantes de efectos adicionales o multiplicados.

Aunque no se haya detectado ninguna sustancia química en los cangrejos terrestres a niveles que podrían causar efectos adversos en la salud, varias sustancias químicas estaban por encima de los niveles de detección, lo que indicaba que era necesario un análisis toxicológico. Estas sustancias químicas se mencionan Tabla 1 y explican en las secciones siguientes.

**Tabla 1. Sustancias químicas detectadas en cangrejos terrestres de Vieques que requerían de evaluación adicional**

Sustancia química	Concentración promedio (mg/kg)	Límites reglamentarios de la FDA (mg/kg)	Dosis de exposición (mg/kg/día)		Niveles de los efectos no cancerígenos (mg/kg/día)	Niveles de los efectos cancerígenos (mg/kg/día)	Niveles de los cangrejos terrestres de Vieques comparados con los niveles que causan efectos adversos en la salud
			Niños	Adultos			
4,4-DDE	0.021	5	$1.5 \times 10^{-4}$	$6.9 \times 10^{-5}$	$5.0 \times 10^{-1}$	0.33–116	Por debajo
Arsénico*	0.33	76	$2.3 \times 10^{-4}$	$1.1 \times 10^{-4}$	$8.0 \times 10^{-4}$	0.0011–3.67	Por debajo
Cadmio	0.04	3	$2.8 \times 10^{-4}$	$1.3 \times 10^{-4}$	$2.1 \times 10^{-3}$	NA <sup>†</sup>	Por debajo
Cromo	1.4	12	$9.9 \times 10^{-3}$	$4.5 \times 10^{-3}$	2.5	No corresponde <sup>†</sup>	Por debajo
Cobre <sup>§</sup>	32.2	No corresponde	3.7 mg/día	7.3 mg/día	10–12 mg/día	No corresponde <sup>†</sup>	Por debajo
Hierro <sup>§</sup>	76.9	No corresponde	8.7 mg/día	17.5 mg/día	200 mg/incidente	No corresponde <sup>†</sup>	Por debajo
Níquel	4.6	70	$3.3 \times 10^{-2}$	$1.5 \times 10^{-2}$	5.0	No corresponde <sup>†</sup>	Por debajo
Vanadio	0.33	No corresponde	$2.3 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-3}$	1.3	No corresponde <sup>†</sup>	Por debajo

Las concentraciones promedio se calcularon usando solo los valores detectados.

La ATSDR comparó las concentraciones promedio con los niveles reglamentarios de la FDA. También comparó las dosis de exposición calculadas con los niveles de los efectos cancerígenos y no cancerígenos. Estas comparaciones indicaron que ninguna de las sustancias químicas se detectó a niveles que causen o estén asociados a efectos adversos en la salud, de acuerdo con los artículos científicos.

Las dosis se calcularon usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Dosis en niños} = (\text{concentración promedio} \times 0.1135 \text{ kg/día} \times 365 \text{ días/años} \times 6 \text{ años}) / (16 \text{ kg} \times (365 \text{ días/años} \times 6 \text{ años}))$$

$$\text{Dosis en adultos} = (\text{concentración promedio} \times 0.227 \text{ kg/día} \times 365 \text{ días/años} \times 70 \text{ años}) / (70 \text{ kg} \times (365 \text{ días/años} \times 70 \text{ años}))$$

\*10% del arsénico total se consideró arsénico inorgánico.

<sup>†</sup>Por ingestión, esta sustancia química NO se considera cancerígena.

<sup>§</sup>Existen muy pocos estudios toxicológicos y epidemiológicos sobre el hierro y el cobre. Por consiguiente, la ATSDR calculó las tasas de consumo diario usando las siguientes fórmulas:

$$\text{Dosis en niños} = \text{concentración promedio} \times 0.1135 \text{ kg/día}$$

$$\text{Dosis en adultos} = \text{concentración promedio} \times 0.227 \text{ kg/día}$$

FDA = Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos

mg/día = miligramos por día

mg/kg = miligramos de contaminante por kilogramo del medio

mg/kg/día = miligramos del contaminante por kilogramo de peso corporal por día

Sustancia química	Fuente del nivel de efecto no cancerígeno/ Nivel con efectos cancerígenos
4,4-DDE	Hayes et al. 1956 / ATSDR 2002
Arsénico	Tseng et al. 1968 / ATSDR 2005b
Cadmio	Nogawa et al. 1989
Cromo	MacKenzie et al. 1958
Cobre	NAS 2000
Hierro	FDA 1997
Níquel	Ambrose et al. 1976
Vanadio	Dimond et al. 1963

#### ***4,4-DDE (4,4-diclorodifenildicloroetileno)***

El 4,4-diclorodifenildicloroetileno (DDE) es el principal metabolito del diclorodifeniltricloroetano (DDT), un pesticida que fue ampliamente usado para el control de insectos en cultivos agrícolas e insectos que transmiten enfermedades, pero ahora se usa en solo algunos países para combatir el paludismo (malaria). El DDE no se utiliza comercialmente y solo se encuentra en el medio ambiente como resultado de la contaminación o de la descomposición del DDT (ATSDR 2002). La ATSDR revisó las publicaciones científicas y encontró que los niveles detectados de DDE y DDT en los cangrejos terrestres de Vieques no han mostrado causar efectos adversos en la salud. Las dosis de exposición calculadas de los niños y los adultos se encontraban por debajo de los valores no cancerígenos de las guías de selección al igual que los niveles no cancerígenos del DDE y DDT.

En un estudio de personas expuestas crónicamente a 0.5 miligramos por kilogramo por día (mg/kg/día) de DDT no se observaron efectos adversos en la salud (Hayes et al. 1956). Los estudios sobre el DDE muestran efectos en la salud a niveles más altos (19–59 mg/kg/día; ATSDR 2002). Todos estos niveles que causan efectos son más de 3,000 veces más altos que las dosis de exposición calculadas ( $1.5 \times 10^{-4}$  mg/kg/día para los niños  $6.9 \times 10^{-5}$  mg/kg/día para los adultos; véase Tabla 1). Por consiguiente, **la ATSDR no prevé que las personas sufran efectos dañinos no cancerígenos por consumir cangrejos terrestres de Vieques que contengan DDE.**

La FDA establece límites reglamentarios al nivel de DDE en los alimentos. Para limitar el consumo a un nivel considerado sin riesgo, la FDA determinó un nivel de acción de 5 mg/kg para las porciones comestibles de pescado (FDA 2001). Las muestras de cangrejos terrestres recogidas en Vieques contienen un promedio de concentraciones de DDE (0.021 mg/kg) muy por debajo de este nivel.

El riesgo teórico de cáncer llevó a la ATSDR a revisar las publicaciones toxicológicas para evaluar los efectos potenciales de cáncer. Los estudios en animales han demostrado que la exposición oral al DDT puede causar cáncer de hígado. Sin embargo, los niveles que producen efectos cancerígenos reportados en las publicaciones (0.33–116 mg/kg/día en animales; ATSDR 2002) son mucho más elevados que la dosis de exposición calculada para una vida por ingerir cangrejos terrestres ( $6.9 \times 10^{-5}$  mg/kg/día). Además, varios estudios han examinado la posible asociación entre la exposición al DDT y sus compuestos relacionados y el cáncer en los seres humanos. Estos estudios han evaluado la exposición de la población en general, como también la ocupacional, al medir los residuos de DDT (la mayoría de las veces DDE, debido a su persistencia en el cuerpo y en el medio ambiente) en la sangre y el tejido adiposo. Sin embargo, al tener todos los factores en cuenta, la información existente no sustenta la hipótesis de que la exposición a DDT, DDE o DDD aumenta el riesgo en las personas de contraer cáncer (ATSDR 2002). Por lo tanto, **no se prevé un exceso de casos de cáncer por la exposición al DDE a través del consumo de cangrejos terrestres de Vieques.**

#### ***Arsénico***

Aunque el arsénico elemental a veces está presente naturalmente, el arsénico, por lo general, se encuentra en el medio ambiente de dos formas; inorgánico (arsénico combinado con oxígeno, cloro y azufre) y orgánico (arsénico combinado con carbón e hidrógeno). Por lo general, las

formas orgánicas de arsénico son menos tóxicas que las formas inorgánicas (ATSDR 2005b). El arsénico se encuentra en la mayoría de los alimentos y los mariscos en particular contienen las concentraciones más altas (FDA 1993). Sin embargo, la mayoría del arsénico en los pescados y mariscos es de forma orgánica, la cual es menos dañina (ATSDR 2005b; FDA 1993).

El cuerpo humano tiene la capacidad de transformar el arsénico inorgánico a formas orgánicas menos tóxicas (es decir, mediante la metilación) que son más fáciles de excretar en la orina. Además, el arsénico inorgánico también se excreta directamente en la orina. Se estima que mediante estos dos procesos, más del 75 por ciento de la dosis del arsénico absorbido se excreta en la orina (Marcus and Rispin 1988).

Debido a que el arsénico inorgánico es más dañino que el orgánico, la ATSDR basó su evaluación de salud en los niveles presentes de arsénico inorgánico. En los pescados y mariscos, por lo general, aproximadamente de uno al 20 por ciento del total de arsénico se encuentra en la forma inorgánica más dañina (ATSDR 2005b; Francesconi and Edmonds 1997; NAS 2000; FDA 1993). La FDA propone que el 10 por ciento del total de arsénico se calcule como arsénico inorgánico (FDA 1993). Por lo tanto, la ATSDR usó un factor de conversión del 10 por ciento para calcular la dosis estimada y reflejar los niveles de arsénico inorgánico en los cangrejos terrestres de Vieques (es decir, la ATSDR consideró que el 10 por ciento del total de arsénico detectado era arsénico inorgánico).

El metabolismo del arsénico inorgánico (es decir, cómo se descompone en el cuerpo) ha sido estudiado ampliamente en los seres humanos y en los animales. Las dosis calculadas por la ATSDR ( $2.3 \times 10^{-4}$  mg/kg/día para los niños y  $1.1 \times 10^{-4}$  mg/kg/día para los adultos; véase Tabla 1) se encuentran muy por debajo de aquellas que inhiben la capacidad que tiene el cuerpo de eliminar la toxicidad o de modificar el arsénico a formas no dañinas (las dosis mayores de  $5.0 \times 10^{-2}$  mg/kg/día inhiben la eliminación de la toxicidad). Por lo tanto, la cantidad de arsénico que una persona consume en los cangrejos terrestres de Vieques se reduciría por el proceso metabólico normal del cuerpo.

Además, las dosis de exposición de los niños y los adultos se encontraban muy por debajo de los valores no cancerígenos de las guías de selección, al igual que los niveles con efectos a la salud no cancerígenos. Se reportó hiperqueratosis (engrosamiento de la piel) e hiperpigmentación (oscurecimiento de la piel) en personas expuestas a  $1.4 \times 10^{-2}$  mg/kg/día de arsénico en el agua potable durante más de 45 años (Tseng et al. 1968). El mismo estudio también reportó un nivel sin efectos adversos observados (NOAEL) de  $8.0 \times 10^{-4}$  mg/kg/día. Por consiguiente, **la ATSDR no prevé que las personas sufran efectos dañinos no cancerígenos por consumir cangrejos terrestres de Vieques que contengan arsénico.**

El riesgo teórico de cáncer llevó a la ATSDR a revisar las publicaciones toxicológicas para evaluar los efectos potenciales de cáncer. El Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos (DHHS), la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la EPA han determinado

La FDA establece límites reglamentarios al nivel de arsénico en los alimentos. Para limitar el consumo a un nivel considerado sin riesgo, la FDA determinó un nivel de acción de 76 mg/kg para los crustáceos (FDA 1993). Las muestras de cangrejos terrestres recogidas en Vieques contienen una concentración promedio de arsénico (0.33 mg/kg) muy por debajo de este nivel.

independientemente que el arsénico inorgánico es cancerígeno para los seres humanos (ATSDR 2005b). Se reportó cáncer de piel en las personas expuestas durante más de 45 años a  $1.4 \times 10^{-2}$  mg/kg/día de arsénico en el agua (Tseng et al. 1968). No obstante, hay mucha incertidumbre sobre esta dosis reportada. Debido a que los cálculos del consumo de arsénico en el agua y los alimentos son altamente inciertos en este y otros estudios similares, algunos científicos argumentan que los efectos reportados pueden en realidad asociarse a dosis más altas de  $1.4 \times 10^{-2}$  mg/kg/día. Otros niveles que producen efectos cancerígenos reportados en publicaciones adicionales variaron de 0.0011 a 3.67 mg/kg/día (ATSDR 2005b). La dosis estimada para una vida ( $1.1 \times 10^{-4}$  mg/kg/día) es por lo menos un orden de magnitud menor a estos niveles. Por lo tanto, **no se prevé un exceso de casos de cáncer por la exposición al arsénico a través del consumo de cangrejos terrestres de Vieques.**

### *Cadmio*

El cadmio es un elemento que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre. Por lo general, el cadmio no está presente en el ambiente como un metal puro sino como un mineral combinado con otros elementos como el oxígeno, el cloro o el sulfuro (ATSDR 1999). Las personas están principalmente expuestas al cadmio por fumar cigarrillos y en un menor grado por comer alimentos contaminados con cadmio. Sin embargo, solo cerca del 5 al 10 por ciento del cadmio ingerido es realmente absorbido por el cuerpo; la mayor parte se desecha en las heces (McLellan et al. 1978; Rahola et al. 1973). El cuerpo transforma la mayoría del cadmio en una forma que no es dañina, pero si se absorbe mucha cantidad de cadmio, el hígado y los riñones no pueden convertirlo todo a la forma menos dañina (Kotsonis and Klaassen 1978; Sendelbach and Klaassen 1988).

FDA establece límites reglamentarios al nivel de cadmio en los alimentos. Para limitar el consumo a un nivel considerado sin riesgo, la FDA determinó un nivel de acción de 3 mg/kg para los crustáceos (FDA 2001). Las muestras de cangrejos terrestres recogidas en Vieques contenían concentraciones promedio de cadmio (0.04 mg/kg) muy por debajo de este nivel.

La ATSDR revisó las publicaciones científicas y encontró que los niveles detectados de cadmio en los cangrejos terrestres de Vieques no han mostrado causar efectos adversos en la salud. En un estudio en personas que comieron arroz contaminado por hasta 70 años, no se observaron efectos adversos en la salud en dosis de  $2.1 \times 10^{-3}$  mg/kg/día (Nogawa et al. 1989). La dosis de referencia de la EPA está basada en un modelo toxicocinético (que usa datos de varios estudios), el cual predice que las personas expuestas crónicamente a  $1.0 \times 10^{-2}$  mg/kg/día de cadmio en los alimentos no sufrirán efectos adversos en su salud (EPA 1985). Ambos niveles de efectos en la salud son por lo menos un orden de magnitud más elevado que la dosis de exposición calculada ( $2.8 \times 10^{-4}$  mg/kg/día en los niños y  $1.3 \times 10^{-4}$  mg/kg/día en los adultos; véase Tabla 1); por lo tanto, **la ATSDR no prevé que las personas sufran efectos dañinos en la salud por consumir cangrejos terrestres de Vieques que contengan cadmio.**

### *Cromo*

El cromo es un elemento que está presente en el ambiente de forma natural y se encuentra de tres formas principales: cromo 0, cromo III (también conocido como cromo trivalente) y cromo VI (denominado también cromo hexavalente). El cromo III es un nutriente fundamental que el cuerpo necesita. El cromo VI es más dañino y más fácil de absorber. Sin embargo, una vez que

se encuentra en el cuerpo, parte de este cromo se convierte en cromo III. Además, la mayoría del cromo ingerido saldrá del cuerpo en las heces a los pocos días y nunca ingresará al torrente sanguíneo. Solo una muy pequeña cantidad de cromo (0.4 a 2.1 por ciento) puede atravesar las paredes del intestino y entrar en el torrente sanguíneo (Anderson et al. 1983; Anderson 1986; Donaldson and Barreras 1966).

La dosis de exposición tanto para los niños como para los adultos estaba por encima de las directrices de detección para el cromo VI, aunque la dosis de ambos grupos estaba por debajo de las directrices para el cromo III. Las valores de las guías de selección para el consumo oral del cromo VI se basan en un estudio en el cual no se reportan efectos adversos en la salud de los animales expuestos a 2.5 mg/kg/día de cromo VI, en el agua que bebían (MacKenzie et al. 1958). En comparación, las ratas consumieron 1,468 mg/kg/día de cromo III y no presentaron efectos adversos en su salud (Ivankovic and Preussmann 1975). Estos dos niveles de efectos en la salud son en más de 100 veces superiores a las dosis de exposición calculadas ( $9.9 \times 10^{-3}$  mg/kg/día en los niños y  $4.5 \times 10^{-3}$  mg/kg/día en los adultos; véase Tabla 1); por lo tanto, **la ATSDR no prevé que las personas sufran efectos dañinos no cancerígenos por consumir cangrejos terrestres de Vieques que contengan cromo.**

La FDA establece límites reglamentarios al nivel de cromo en los alimentos. Para limitar el consumo a un nivel considerado sin riesgo, la FDA determinó un nivel de acción de 12 mg/kg para los crustáceos (FDA 2001). Las muestras de cangrejos terrestres recogidas en Vieques contenían concentraciones promedio de cromo (1.4 mg/kg) muy por debajo de este nivel.

El DHHS ha determinado que ciertos compuestos de cromo VI son cancerígenos comprobados para los seres humanos cuando se inhalan, pero no cuando se comen. La IARC ha determinado que el cromo VI es cancerígeno para los seres humanos y el cromo 0 y el cromo III no están clasificados según su carcinogenicidad. La EPA ha determinado que el cromo VI en el aire es un cancerígeno para los seres humanos, aunque hay pocas evidencias que indiquen si el cromo VI y el cromo III en los alimentos y en el agua son también cancerígenos para los seres humanos. Por consiguiente, no se prevé que el consumo de cangrejos terrestres con cromo conduzca a un aumento en los casos de cáncer debido a que las evidencias científicas disponibles sugieren que la exposición oral al cromo no causaría cáncer. Los estudios en animales relacionados con el consumo de cromo no han encontrado evidencia de carcinogenicidad (Ivankovic and Preussmann 1975). Por lo tanto, **no se prevé un exceso de casos de cáncer por la exposición al cromo a través del consumo de cangrejos terrestres de Vieques.**

### **Cobre**

El cobre es un metal presente en el ambiente de manera natural. Una vez que se ingiere, el estómago y el intestino delgado lo absorben, entra al torrente sanguíneo y se distribuye por todo el cuerpo. Cerca de dos tercios del cobre contenido en el cuerpo se encuentran en el esqueleto y los músculos y el hígado es un sitio importante donde se mantienen las concentraciones de cobre (NAS 2000). El cuerpo tiene un mecanismo homeostático que bloquea eficazmente los niveles altos evitando que entren al torrente sanguíneo (ATSDR 2004). Varios factores afectan la absorción del cobre, entre ellos, la competencia con otros metales como el cadmio, el hierro y el cinc, la cantidad de cobre en la alimentación de una persona y la edad (ATSDR 2004). La absorción y la biodisponibilidad del cobre varían con el consumo de cobre en la dieta: mientras mayor sea el consumo, menor será la absorción y la biodisponibilidad (NAS 2000).

El cobre es esencial para la buena salud. Se necesita para el funcionamiento normal de por los menos 30 enzimas (ATSDR 2004). Ayuda en la absorción y la utilización del hierro y en la producción de la hemoglobina, la cual transporta el oxígeno al cuerpo. Sin embargo, a pesar de que el cuerpo regula muy bien la cantidad de cobre que ingresa al torrente sanguíneo, el consumo excesivo puede causar efectos dañinos en la salud.

Hay muy pocos estudios toxicológicos y epidemiológicos sobre el cobre debido a que es necesario para la nutrición. La Academia Nacional de Ciencias reporta que no se observaron efectos adversos a largo plazo (es decir, daño hepático) en dosis de 10–12 miligramos por día (mg/día) (NAS 2000). Para sustentar esta evaluación, la Academia Nacional de Ciencias revisó una amplia base de datos internacional sobre seres humanos, la cual indica que no se presentaron efectos adversos por el consumo diario de 10–12 mg/día de cobre en los alimentos. Además, es poco común observar daño hepático por exposición al cobre en personas con homeostasis normal del cobre. Por consiguiente, con fines de comparación, la ATSDR calculó el consumo diario por la exposición a la concentración promedio de cobre en los cangrejos terrestres usando una ecuación de la dosis modificada (dosis = concentración × tasa de ingestión) y, para mayor seguridad, comparó esta dosis diaria con el nivel determinado por la Academia Nacional de Ciencias (10 mg/día).

El consumo de cangrejos terrestres de Vieques aumentaría el consumo diario de cobre de un niño a aproximadamente 3.7 mg/día y el de un adulto a cerca de 7.3 mg/día. La media del consumo de cobre por alimentos en los Estados Unidos es aproximadamente 1.0–1.6 mg/día (NAS 2000). El aumento diario en el consumo de cobre (por comer cangrejos terrestres de Vieques) probablemente no aumente la dosis de un niño por encima del Consumo de Referencia Alimenticio de 10 mg/día, estipulado por la Academia Nacional de Ciencias. El consumo diario de un adulto puede que se aproxime a este nivel, sin embargo, dada la capacidad del cuerpo para regular la absorción del cobre, **la ATSDR no prevé que comer cangrejos terrestres que contengan cobre cause efectos dañinos en la salud de las personas sanas.**<sup>1</sup>

Con esto dicho, hay un estudio relativamente reciente que evaluó los síntomas gastrointestinales en grupos de 327–340 hombres y mujeres que estuvieron expuestos al cobre al beber agua potable durante dos meses (Araya et al. 2003). La dosis de exposición calculada para niños estuvo apenas por encima del nivel que demostró un aumento significativo en la incidencia de síntomas gastrointestinales. Por lo tanto, hay indicios de que los niños pueden presentar a corto plazo trastornos gastrointestinales reversibles. Sin embargo, por las siguientes razones, la ATSDR no prevé que por consumir los niveles de cobre detectados en los cangrejos terrestres de Vieques los niños sufran síntomas gastrointestinales.

- En sistemas biológicos como los de los seres humanos y los animales, el cobre tiende a adherirse a las proteínas en vez de a otros elementos para formar sales. La forma química del cobre que se encontró en los cangrejos terrestres no es la forma que el cuerpo absorbe con facilidad, como es el caso del cobre que se encuentra en el agua. La Academia Nacional de Ciencias reportó que la exposición al cobre a través de los alimentos tiene un efecto más significativo, como el daño hepático, que los efectos gastrointestinales (NAS 2000). Como se

---

<sup>1</sup> Las personas con la enfermedad de Wilson tienen un defecto genético que impide los mecanismos homeostáticos del cobre (ATSDR 2004).

explicó anteriormente, el consumo diario calculado en los niños está por debajo de los niveles reportados como no causantes de efectos adversos en el hígado.

- Las dosis de exposición se calcularon de las muestras de cangrejos terrestres enteros (incluidos el exoesqueleto y los órganos internos). La concentración promedio de cobre en el músculo de las muestras analizadas por la ATSDR en el 2001 (14.2 mg/kg) era aproximadamente la mitad de la concentración promedio del cangrejo terrestre entero evaluado por la NOAA (32.2 mg/kg). Los datos del exoesqueleto indican que las concentraciones de cobre en el exoesqueleto (concentración promedio = 6.0 mg/kg) son mucho menores que en los cangrejos enteros de la muestra. Los cangrejos usan una proteína sérica que contiene cobre, llamada hemocianina, para transportar oxígeno en sus cuerpos. Del análisis de los datos sobre los cangrejos terrestres, parece ser que el cobre se encuentra mayoritariamente en los órganos internos (donde hay más cantidad de sangre). Si las personas no comen los órganos internos, su exposición sería menor a la estimada.
- Con base en los niveles y la prevalencia generalizada detectada en todos los sitios de Vieques con cangrejos terrestres, incluidos los sitios de referencia, el cobre no parece provenir de liberaciones en el medio ambiente. Las concentraciones promedio detectadas en las áreas variaron entre 19.65 mg/kg en el Área 9 y 55.42 en el Área 7.<sup>2</sup> Las concentraciones promedio de cobre en los cangrejos terrestres de los sitios de referencia fueron 24.72 mg/kg en el Área 14 y 29.2 mg/kg en el Área 13.

No se prevén efectos en la salud a corto ni a largo plazo en los niños que comen todos los días la parte del músculo del cangrejo terrestre.

## **Hierro**

El hierro es un mineral importante que ayuda el mantenimiento de las funciones vitales. Se combina con proteínas y cobre para producir hemoglobinas, las cuales transportan el oxígeno de la sangre desde los pulmones hasta otras partes del cuerpo, incluido el corazón. También ayuda a formar la mioglobina, la cual suministra oxígeno a los tejidos musculares. Sin el hierro necesario, el cuerpo no puede producir suficiente hemoglobina ni mioglobina para el sustento de la vida. La anemia ferropénica es una afección que se presenta cuando el cuerpo no recibe suficiente hierro.

Solo la dosis de exposición para los niños se encontró por encima de los parámetros de salud no cancerígenos. Las guías para el consumo oral de hierro están basadas en datos sobre la alimentación recogidos como parte de la segunda Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la EPA, en la cual se muestra que no hay efectos adversos en la salud asociados al consumo de hierro de 0.15–0.27 mg/kg/día. Estos niveles fueron identificados como los suficientes para proteger contra la deficiencia de hierro, pero también son lo suficientemente bajos como para que no causen efectos dañinos en la salud. El consumo de cangrejos terrestres de Vieques resultaría en dosis de exposición más elevadas a las del nivel sin efectos adversos observados (NOAEL). Sin embargo, las dosis estimadas que excedieron el NOAEL no indican que

<sup>2</sup> El Área 7 contenía la concentración más alta en los cangrejos terrestres (107 mg/kg). La siguiente concentración más alta fue 68.1 mg/kg, en el Área 10.



automáticamente ocurrirá un efecto adverso en la salud debido a que el NOAEL determina un nivel en el cual no se observaron efectos adversos. Además, el cuerpo usa un mecanismo homeostático para mantener el hierro a niveles constantes a pesar de las variaciones en la alimentación (Eisenstein and Blemings 1998).

Por lo general, el hierro no se considera como causante de efectos dañinos en la salud, excepto cuando se toma en dosis extremadamente grandes, como en el caso de ingestión accidental por medicamentos. La intoxicación aguda con hierro se ha reportado en niños menores de seis años de edad que accidentalmente tomaron una sobredosis de suplementos de hierro para adultos. Según la FDA, las dosis mayores de 200 mg por incidente podrían causar intoxicación o la muerte a un niño (FDA 1997). Con fines de comparación, la ATSDR calculó el consumo diario por la exposición a la concentración promedio de hierro en los cangrejos terrestres usando una ecuación de la dosis modificada ( $\text{dosis} = \text{concentración} \times \text{tasa de ingestión}$ ).

El consumo de los cangrejos terrestres de Vieques aumentaría el consumo diario de hierro de un niño a aproximadamente 8.7 mg/día (véase Tabla 1). La mediana del consumo diario de hierro a través de los alimentos es aproximadamente 11–13 mg/día para los niños de uno a 8 años de edad y 13–20 mg/día para los adolescentes de 9 a 18 años de edad (NAS 2000). Por consiguiente, los incrementos diarios en el consumo de hierro (proveniente de cangrejos terrestres) probablemente no harían que la dosis diaria de un niño excediera los niveles que se sabe producen intoxicación (e.g., más de 200 mg/incidente). Por lo tanto, **la ATSDR no prevé que el consumo de cangrejos terrestres que contengan hierro cause efectos dañinos en la salud.**

### ***Níquel***

El níquel es el elemento que ocupa el vigésimo cuarto lugar en abundancia, combinado con otros elementos (principalmente oxígeno o azufre), y está presente naturalmente en la corteza terrestre. El níquel puro es un metal duro de aspecto blanco plateado que tiene propiedades que lo hacen muy atractivo para la combinación con otros metales (p. ej., hierro, cobre, cromo y cinc) y la formación de aleaciones (ATSDR 2005a). Los datos muestran que el cuerpo solo absorbe entre el cuatro y el siete por ciento del níquel que ingresa a través de los alimentos y el resto se elimina por la orina (Solomons et al. 1982).

Solo la dosis de exposición para los niños se encontró por encima de los valores no cancerígenos de las guías de selección. La guía de selección para el consumo oral del níquel se basa en un estudio en el cual no se observaron efectos adversos en la salud de ratas expuestas a una alimentación con níquel de 5.0 mg/kg/día durante dos años (Ambrose et al. 1976). En estudios realizados en seres humanos, no se observaron efectos adversos por la ingestión de níquel de 0.014 a 0.043 mg/kg/día (ATSDR 2005a). La dermatitis alérgica es el efecto adverso más común visto en las personas expuestas en todas las vías. Las dosis de exposición calculadas por la ATSDR para el níquel ( $3.3 \times 10^{-2}$  mg/kg/día para los niños y  $1.5 \times 10^{-2}$  mg/kg/día para los adultos; véase Tabla 1) están dentro del rango que demuestra no causar efectos adversos en la salud de los seres humanos. Por consiguiente, **la ATSDR no prevé que las personas sufran efectos dañinos en su salud por consumir cangrejos terrestres de Vieques que contengan níquel.**

El DHHS ha determinado que hay razones suficientes para prever efectos cancerígenos del níquel metálico y que también se conocen los efectos cancerígenos de los compuestos de níquel inhalados en los seres humanos. De manera similar, la IARC (1990) clasificó al níquel metálico como posible cancerígeno y a los compuestos de níquel como cancerígenos para los seres humanos. Aunque el polvo del níquel inhalado se considera cancerígeno, no hay evidencia de que el níquel encontrado en los alimentos cause cáncer. Además, la forma de níquel que se encuentra en los alimentos no es absorbida fácilmente por el cuerpo. Por lo tanto, **no se prevé un exceso de casos de cáncer por la exposición al níquel a través del consumo de cangrejos terrestres de Vieques.**

La FDA establece límites reglamentarios al nivel de níquel en los alimentos. Para limitar el consumo a un nivel considerado sin riesgo, la FDA determinó un nivel de acción de 70 mg/kg para los crustáceos (FDA 2001). Las muestras de cangrejos terrestres recogidas en Vieques contenían concentraciones promedio de níquel (4.6 mg/kg) por debajo de este nivel.

### ***Vanadio***

El vanadio es un elemento natural de la tierra que se encuentra con frecuencia en los cristales. En el medio ambiente se encuentra generalmente combinado con otros elementos como oxígeno, sodio, azufre o cloruro. La mayoría del vanadio que se ingiere no es absorbido por el torrente sanguíneo. Los estudios realizados en seres humanos voluntarios y en animales indican que el vanadio no se absorbe fácilmente (menos del tres por ciento; ATSDR 1992).

Las dosis de exposición de los adultos y de los niños estaban por encima de los valores no cancerígenos de las guías de selección. El nivel mínimo que ocasiona efectos en la salud de los seres humanos reportado en las publicaciones científicas se deriva de un estudio en el que no se observaron efectos adversos en la salud de las personas expuestas a 1.3 mg/kg/día de vanadio durante tres meses (Dimond et al. 1963). Las dosis de exposición calculadas por la ATSDR para el vanadio ( $2.3 \times 10^{-3}$  mg/kg/día en los niños y  $1.1 \times 10^{-3}$  mg/kg/día en los adultos; véase Tabla 1) están tres órdenes de magnitud por debajo de este NOAEL. Por consiguiente, **la ATSDR no prevé que las personas sufran efectos dañinos en su salud por consumir cangrejos terrestres de Vieques que contengan vanadio.**

### ***Evaluación de áreas específicas***

Algunas de las áreas de la muestra contenían concentraciones promedio más altas que otras de ciertas sustancias químicas. Por ejemplo, el Área 3 y el Área 9 contenían concentraciones promedio más altas de 4,4-DDE que en otras áreas en donde se recogieron las muestras, incluidos los sitios de referencia. Otro ejemplo notable es que el Área 12 contenía concentraciones más elevadas de cadmio en comparación con las otras áreas de la muestra. Sin embargo, las concentraciones en una o dos muestras individuales de cangrejos variaron a niveles hasta 10 veces más altos que en las otras muestras tomadas del área, elevando el promedio de concentración para el área. Esta variación parece indicar que la ubicación no es el único factor determinante en la concentración de contaminantes. En el caso de las sustancias químicas que la ATSDR evaluó ampliamente, no se observaron diferencias notables entre las concentraciones promedio calculadas para cada sitio.

Una vez que identificó las diferencias entre los sitios con respecto a ciertas sustancias químicas, la ATSDR evaluó también si el consumo de cangrejos terrestres de algún área en particular causaría efectos dañinos en la salud. Con el uso de la misma metodología anterior, la ATSDR calculó las dosis de exposición usando la concentración promedio para cada área. Los niveles de bifenilos policlorados, pesticidas organoclorados y oligoelementos<sup>3</sup> que se encontraron en los cangrejos terrestres son menores a los reportados en las publicaciones científicas como causantes de efectos dañinos en la salud. Por lo tanto, ninguna de las áreas representa una preocupación para la salud. Con base en la evaluación de la ATSDR, **no se prevén efectos dañinos en la salud por consumir todos los días una comida con cangrejo terrestre de cualquiera de los sitios evaluados.**

## Conclusiones

1. Los niveles de bifenilos policlorados, pesticidas organoclorados y oligoelementos que se encontraron en los cangrejos terrestres son mucho menores a los niveles reportados en las publicaciones científicas como causantes de efectos dañinos en la salud. Por consiguiente, la ATSDR no prevé que los adultos ni los niños sufran efectos dañinos en su salud por consumir cangrejos terrestres de Vieques.
2. Las muestras de cangrejos recogidas de 12 áreas diferentes y dos lugares de referencia presentan niveles de contaminantes por debajo del límite reglamentario establecido por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) para el consumo de mariscos. En ninguna muestra de cangrejo se detectaron compuestos explosivos.
3. La ATSDR no encontró asociación entre los sitios del muestreo y los niveles de contaminantes en los cangrejos terrestres. Los bifenilos policlorados y los pesticidas se detectaron solo en unas cuantas muestras de cangrejos terrestres, lo cual indica que estas sustancias no se encuentran de manera generalizada en los cangrejos terrestres.

## Recomendaciones

Como una práctica prudente de salud pública, los niños pueden reducir la exposición a los niveles de cobre en los cangrejos al no comer los órganos internos de los cangrejos, como pulmones, hepatopáncreas, etc.

---

<sup>3</sup> No se detectaron compuestos explosivos.

---

## Referencias

Ambrose AM, DS Larson, JR Borzelleca and GR Hennigar, Jr. 1976. Long-term toxicologic assessment of nickel in rats and dogs. *J Food Sci Technol* 13:181–187. Cited in US Environmental Protection Agency. 2006. Integrated Risk Information System (IRIS) summaries: nickel, soluble salts. Disponible en: <http://www.epa.gov/iris/subst/0271.htm>. Consultada el 7 de enero del 2006.

Anderson RA, Polansky MM, Bryden NA, Patterson KY, Veillon C, Glinsmann WH. 1983. Effects of chromium supplementation on urinary Cr excretion of human subjects and correlation of Cr excretion with selected clinical parameters. *J Nutr* 113:276–81. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2000. Toxicological profile for chromium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2000. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

Anderson RA. 1986. Chromium metabolism and its role in disease processes in man. *Clin Physiol Biochem* 4:31–41. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2000. Toxicological profile for chromium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2000. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

Araya M, Olivares M, Pizarro F, et al. 2003. Gastrointestinal symptoms and blood indicators of copper load in apparently healthy adults undergoing controlled copper exposure. *Am J Clin Nutr* 77:646–650. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2005. Toxicological profile for nickel. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services; August 2005. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.html>. Consultada el 19 de enero del 2006.

[ATSDR 1992] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1992. Toxicological profile for vanadium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; July 1992. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp58.html>. Consultada el 7 de enero del 2006.

[ATSDR 1999] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for cadmium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; July 1999. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

[ATSDR 2000a] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2000a. Toxicological profile for chromium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2000. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

[ATSDR 2002] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2002. Toxicological profile for DDT, DDE, DDD. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services; September 2002. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp35.html>. Consultada el 5 de enero del 2006.

[ATSDR 2004] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2004. Toxicological profile for copper. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2004. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp132.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

[ATSDR 2005a] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2005a. Toxicological profile for nickel. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services; August 2005. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.html>. Consultada el 7 de enero del 2006.

[ATSDR 2005b] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2005b. Toxicological profile for arsenic. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2005. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

Bermudez W. 1998. Brief history of Vieques. Disponible en: <http://www.vieques-island.com/history.shtml>. Consultada el 18 de enero del 2006.

CH2MHILL and Baker Environmental, Inc. 1999. Results of the hydrogeologic investigation: Vieques Island, Puerto Rico. November 4, 1999.

Dimond EG, Caravaca J, Benchimol A. 1963. Vanadium: Excretion, toxicity, lipid effect in man. *Am J Clin Nutr* 12:49–53. As cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1992. Toxicological profile for vanadium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; July 1992. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp58.html>. Consultada el 18 de enero del 2006.

Donaldson RM, Barreras RF. 1966. Intestinal absorption of trace quantities of chromium. *J Lab Clin Med* 68:484–493. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2000. Toxicological profile for chromium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2000. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

Eisenstein RS and Blemings KP. 1998. Iron regulatory proteins, iron responsive elements and iron homeostasis. *J Nutr* 128(12):2295–8.

[EPA 1985] US Environmental Protection Agency. 1985. Drinking Water Criteria Document on Cadmium. Office of Drinking Water, Washington, DC. (Final draft). Cited in US Environmental Protection Agency. 2006. Integrated Risk Information System (IRIS) summaries: cadmium (CASRN 7440-43-9). Disponible en: <http://www.epa.gov/iris/subst/0141.htm>. Consultada el 6 de enero del 2006.

[EPA 2004] US Environmental Protection Agency, Region 2. 2004. Vieques Island, Puerto Rico—Sectors. Disponible en: <http://www.epa.gov/Region2/vieques/sectors.htm>. Consultada el 18 de enero del 2006.

[FDA 1993] US Food and Drug Administration. 1993. Guidance document for arsenic in shellfish. Washington, DC: Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. January 1993. Disponible en: <http://www.foodsafety.gov/~frf/guid-as.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

---

[FDA 1997] US Food and Drug Administration. 1997. Preventing iron poisoning in children. FDA backgrounder. January 15, 1997. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/bgiron.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

[FDA 2001] US Food and Drug Administration. 2001. Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance. Third Edition. June 2001. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~comm/haccp4.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

Francesconi KA, Edmonds JS. 1997. Arsenic and marine organisms. *Advances in Inorganic Chemistry* 44:147–89.

Hayes W, Durham W, Cueto C. 1956. The effect of known repeated oral doses of chlorinophenothane (DDT) in man. *JAMA* 162:890–897. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2002. Toxicological profile for DDT, DDE, DDD. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services; September 2002. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp35.html>. Consultada el 18 de enero del 2006.

[IARC 1990] International Agency for Research on Cancer. 1990. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 49: Chromium, nickel and welding. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, World Health Organization, 257–445. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2005. Toxicological profile for nickel. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services; August 2005. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.html>. Consultada el 18 de enero del 2006.

IT Corporation. 2000. Atlantic Division Naval Facilities Engineering Command. Air dispersion modeling and related analyses for Inner Range operations, Vieques, Puerto Rico. Knoxville, TN: February 2000.

Ivankovic S, Preussmann R. 1975. Absence of toxic and carcinogenic effects after administration of high doses of chromic oxide pigment in subacute and long-term feeding experiments in rats. *Food Cosmet Toxicol* 13:347–51. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2000. Toxicological profile for chromium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2000. Available at: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp7.html>. Last accessed 6 January 2006. Also cited in US Environmental Protection Agency. 2006. Integrated Risk Information System (IRIS) summary for trivalent chromium (CASRN 16065-83-1). Disponible en: <http://www.epa.gov/iris/subst/index.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

Kotsonis FN, Klaassen CD. 1978. The relationship of metallothionein to the toxicity of cadmium after prolonged administration to rats. *Toxicol Appl Pharmacol* 46:39–54. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for cadmium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; July 1999. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

MacKenzie RD, Byerrum RU, Decker CF, Hoppert CA, Langham RF. 1958. Chronic toxicity studies. II. Hexavalent and trivalent chromium administered in drinking water to rats. *AMA Arch Ind Health* 18:232–4. Cited in US Environmental Protection Agency. 2006. Integrated Risk Information System (IRIS) summary for hexavalent chromium (CASRN 18540-29-9). Disponible en: <http://www.epa.gov/iris/subst/index.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

- Marcus WL, Rispin AS. 1988. Threshold carcinogenicity using arsenic as an example. In: Cothorn CR, Mehlman MA, Marcus WL, eds. *Advances in modern environmental toxicology: Vol. XV: Risk assessment and risk management of industrial and environmental chemicals*. Princeton, NJ: Princeton Scientific Publishing Co., 133-158. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2005. Toxicological profile for arsenic. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2005. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.
- McLellan JS, Flanagan PR, Chamberlain MJ, et al. 1978. Measurement of dietary cadmium absorption in humans. *J Toxicol Environ Health* 4:131–138. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for cadmium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; July 1999. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.
- [NAS 2000] National Academy of Sciences. 2000. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press; 2000. Disponible en: <http://books.nap.edu/books/0309072794/html/index.html>. Consultada el 17 de enero del 2006.
- [Navy 1990] Department of the Navy, Atlantic Division. 1990. Water quality study at the US Atlantic Fleet Weapons Training Facility, Vieques Island, Puerto Rico: September 1990.
- [Navy 2001] Department of the Navy. 2001 Installation restoration program: Community fact sheet. US Naval Ammunition Support Detachment, Vieques Island, Puerto Rico. Issue Number 2. April 2001.
- Nogawa K, Honda R, Kido T, et al. 1989. A dose-response analysis of cadmium in the general environment with special reference to total cadmium intake limit. *Environ Res* 48:7–16. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for cadmium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; July 1999. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.
- Rahola T, Aaran R-K, Miettinen JK. 1973. Retention and elimination of 115mCd in man. In: *Health physics problems of internal contamination*. Budapest: Akademia 213-218. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for cadmium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; July 1999. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.
- [Ridolfi and NOAA 2005] Ridolfi, Inc and National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2005. Draft data report for the Vieques Island Biota Sampling Project, Vieques Island, Puerto Rico. December 13, 2005.
- Sendelbach LE, Klaassen CD. 1988. Kidney synthesizes less metallothionein than liver in response to cadmium chloride and cadmium-metallothionein. *Toxicol Appl Pharmacol* 92:95–102. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. Toxicological profile for cadmium. Atlanta: US Department of Health and Human Services; July 1999. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.

---

Solomons NW, Viteri F, Shuler TR, et al. 1982. Bioavailability of nickel in man: Effects of food and chemically defined dietary constituents on the absorption of inorganic nickel. *J Nutr* 112:39–50. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2005. Toxicological profile for nickel. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services; August 2005. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.html>. Consultada el 18 de enero del 2006.

Tseng WP, Chu HM, How SW, Fong JM, Lin CS, Yeh S. 1968. Prevalence of skin cancer in an endemic area of chronic arsenicism in Taiwan. *J Natl Cancer Inst* 40(3):453–63. Cited in Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2005. Toxicological profile for arsenic. Atlanta: US Department of Health and Human Services; September 2005. Disponible en: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.html>. Consultada el 6 de enero del 2006.



## Apéndice A

### Comparación de las dosis calculadas con los valores de las guías de selección

La ATSDR evalúa la posible exposición a sustancias químicas calculando las dosis de exposición y comparándolas con los valores protectores de las guías de selección de la sustancia química (p. ej., el nivel de riesgo mínimo [MRL] y la dosis de referencia [RfD]). Las dosis de exposición calculadas que están por debajo de los valores de las guías de selección no se consideran como una preocupación para la salud. El nivel de riesgo mínimo de la ATSDR y la dosis de referencia de la EPA son estimaciones de la exposición diaria de los seres humanos a sustancias peligrosas que probablemente no presenten riesgos considerables para la salud no cancerígenos durante un tiempo específico de exposición.

Una dosis de exposición, expresada en miligramos por kilogramo al día (mg/kg/día), representa la cantidad de masa contaminante que una persona supuestamente inhala, ingiere o toca (en miligramos), dividida por el peso corporal de la persona (en kilogramos), cada día.

Cuando se calculan las dosis de exposición, los asesores de salud evalúan las concentraciones de las sustancias químicas a las cuales las personas podrían haber estado expuestas, junto con el tiempo y la frecuencia de exposición. En conjunto, estos factores influyen en la reacción fisiológica de una persona a la exposición a una sustancia química y en los efectos que pueda tener. En lo posible, la ATSDR usó la información específica del sitio con respecto a la frecuencia y la duración de las exposiciones. Cuando no se disponía de información específica del sitio, la ATSDR usó varios supuestos protectores para calcular la exposición. La siguiente ecuación se usó para calcular las dosis de exposición:

$$\text{Dosis de exposición calculada} = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

dónde:

C	Concentración promedio (miligramos por kilogramo)
IR	Tasa de ingestión: adultos = 0.227 kilogramos/día (8-onzas de comida), niños = 0.1135 kilogramos/día (4-onzas de comida)
EF	Frecuencia de la exposición o cifra de los incidentes de exposición por año de exposición: 365 días/año
ED	Duración de la exposición o periodo en el que ocurre la exposición: adulto = 70 años (exposición de una vida), niño = 6 años (supuesto estándar de ATSDR)
BW	Peso corporal: adulto = 70 kilogramos, niño = 16 kilogramos (representa a un niño pequeño)
AT	Tiempo promedio o el periodo de exposición acumulada se calcula: no cancerígeno = ED × 365 días/año; cáncer/toda la vida = 70 años × 365 días/año

Los niveles de riesgo mínimo y las dosis de referencia se basan en los efectos más graves que se consideran de relevancia para los seres humanos. Aunque las dosis estimadas por debajo de estos niveles no se consideran una preocupación para la salud, la exposición a niveles por encima del

nivel de riesgo mínimo o la dosis de referencia no significa automáticamente que se presentarán efectos adversos en la salud. Para proteger al máximo la salud de los seres humanos, el nivel de riesgo mínimo y la dosis de referencia tienen factores de seguridad o de incertidumbre, es decir, son considerablemente más bajos que los niveles a los cuales se observarían efectos en la salud. Cuando una dosis es más alta que los valores de las guías de selección, es solo un indicativo de que la ATSDR debería examinar más los niveles con efectos dañinos reportados en las publicaciones científicas y revisar exhaustivamente la posibilidad de exposición.

### **Riesgo de cáncer calculado**

Para detectar los efectos del cáncer, las dosis calculadas de exposición crónica se multiplicaron por la curva de factores de cáncer (CSF) de la EPA para medir la potencia relativa de los agentes cancerígenos. Este cálculo estima un excesivo riesgo teórico de cáncer, expresado como el porcentaje de una población que podría estar afectada por un agente cancerígeno durante una exposición de por vida. Por ejemplo, un riesgo de cáncer calculado de  $1 \times 10^{-6}$  predice la probabilidad de un cáncer adicional por encima de los valores previstos en una población de un millón. Debido a que se usan modelos conservadores para derivar la curva de factores de cáncer, las dosis asociadas a estos cálculos de riesgo hipotético pueden tener órdenes de magnitud más bajos que las dosis reportadas como causantes de efectos cancerígenos en las publicaciones toxicológicas. De tal manera, un cálculo de riesgo de cáncer bajo indica que las publicaciones con información toxicológica apoyarían un hallazgo de que es probable que se presente un riesgo mayor de cáncer. Un cálculo de riesgo de cáncer más elevado indica que la ATSDR deber revisar cuidadosamente las publicaciones con información toxicológica antes de llegar a conclusiones sobre los posibles riesgos de cáncer.

### **Comparación de las dosis calculadas con los niveles con efectos en la salud**

Si se exceden los valores de las guías de selección, la ATSDR evalúa los niveles con efectos en la salud (p. ej., niveles sin efectos adversos observados y niveles mínimos de efectos adversos observados) que reportan las publicaciones científicas y revisa detalladamente la posibilidad de exposición. La ATSDR revisa los estudios realizados en seres humanos y los que se han hecho experimentalmente en animales. Esta información se usa para describir el potencial de una sustancia química de causar enfermedades y para comparar los cálculos de las dosis de sitios específicos con las dosis que demostraron causar enfermedades en estudios al respecto (conocido como margen de exposición). Este proceso permite a la ATSDR evaluar la evidencia disponible en medio de las incertidumbres y ofrecer una perspectiva confiable con respecto a las consecuencias dañinas en la salud en sitios específicos.

El nivel sin efectos adversos observados (NOAEL) es la dosis más alta evaluada de un sustancia química que se ha indicado que no tiene efectos dañinos (adversos) en la salud de las personas y los animales.

El nivel mínimo de efectos adversos observados (LOAEL), es la dosis más baja evaluada de una sustancia química que se ha indicado que tiene efectos dañinos (adversos) en la salud de las personas y los animales.

Al comparar los niveles que causan efectos reales en la salud reportados en las publicaciones científicas, la ATSDR trata de calcular situaciones de exposición más realistas con fines de comparación. En este nivel de evaluación, se usó una concentración promedio para calcular las

dosis de exposición y estimar una exposición más probable con un rango de concentraciones a lo largo del tiempo.

### Fuentes para los valores de las guías de selección de salud

Por mandato del Congreso de los Estados Unidos, la ATSDR prepara reseñas toxicológicas sobre las sustancias peligrosas encontradas en sitios contaminados. Estas reseñas toxicológicas se usaron para evaluar los posibles efectos en la salud por comer cangrejos terrestres (*Cardisoma guanhumí*) de Vieques. Las reseñas toxicológicas de la ATSDR están disponibles en Internet en <http://www.atsdr.cdc.gov/toxpro2.html> o a través del *National Technical Information Service* (NTIS) llamando al 1-800-553-6847. En algunos casos, la ATSDR también usó los parámetros de los efectos en la salud de la EPA para evaluar los posibles efectos en la salud. Estos parámetros se encuentran en el Sistema Integrado de Información de Riesgos de la EPA (IRIS), una base de datos de efectos en la salud de las personas que podrían ser causados por la exposición a varias sustancias en el ambiente. El IRIS está disponible en Internet en <http://www.epa.gov/iris>. Para obtener más información sobre el IRIS, comuníquese con la línea directa de IRIS en la EPA llamando al 301-345-2870 o envíe un correo electrónico a [Hotline.IRIS@epamail.epa.gov](mailto:Hotline.IRIS@epamail.epa.gov).

### Sustancias químicas que no tienen valores de selección

Los nutrientes esenciales (p. ej., calcio, magnesio, potasio y sodio) son minerales importantes que sostienen las funciones vitales, por lo tanto, se recomienda una cierta dosis diaria. Debido a que estas sustancias químicas son necesarias para la vida, no hay valores en las guías de selección. Se encuentran en muchos alimentos como la leche, las bananas y la sal de mesa. El consumo de estos nutrientes esenciales en las concentraciones encontradas en los cangrejos terrestres de Vieques no causará efectos dañinos en la salud.

### Sustancias químicas no detectadas o raramente detectadas

No se detectaron compuestos explosivos en los cangrejos terrestres de Vieques. Solo se detectó una sola mezcla comercial de congéneres (Aroclor 1260) de bifenilos policlorados (PCB) en una sola muestra de cangrejos terrestres. Muchos de los pesticidas tampoco fueron detectados o se detectaron raramente (p. ej., en menos del cinco por ciento de las muestras). Las personas que comen cangrejos terrestres de Vieques tienen una escasa probabilidad de uno en 20 de consumir mariscos que contengan estas sustancias químicas.

Si ninguna persona entra en contacto con una sustancia química (debido a que no está presente en los cangrejos terrestres que consumen), entonces no habrá exposición y, por lo tanto, no habrá efectos en la salud. Las siguientes sustancias químicas no se detectaron en ninguna muestra de cangrejos terrestres y, por consiguiente, no se hicieron evaluaciones adicionales:

#### Compuestos explosivos

2-amino-4,6-dinitrotolueno  
4-amino-2,6-dinitrotolueno  
1,3-Dinitrobenceno  
2,4-Dinitrotolueno  
2,6-Dinitrotolueno  
Hexahidro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazina (RDX)

#### Pesticidas

Clorpirifos  
Endosulfán I  
Endosulfán II  
Endrina aldehído  
Endrina cetona  
alfa-hexaclorociclohexano (HCH)

#### PCB

Aroclor 1016  
Aroclor 1221  
Aroclor 1232  
Aroclor 1242  
Aroclor 1248  
Aroclor 1254

---

2,4,6-Trinitrofenil-N-metilnitramina (Tetril)	Beta-hexaclorociclohexano	Aroclor 1262
nitrobenzeno	Delta-hexaclorociclohexano	Aroclor 1268
2-nitrotolueno	Gamma-hexaclorociclohexano (Lindano)	
3-nitrotolueno	Heptacloro	
4-nitrotolueno	Isodrin	
Octahidro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocina (HMX)	cis-nonachlor	
1,3,5-trinitrobenzeno	Oxiclordano	
2,4,6-Trinitrotolueno (TNT)	Toxafeno	

Las siguientes sustancias químicas se detectaron en menos del cinco por ciento de las muestras. La ATSDR calculó las dosis de exposición a estas sustancias químicas y las comparó con los valores de las guías de selección y los niveles que presentan efectos en la salud. En ninguna de estas sustancias químicas se detectaron niveles que implicaran una preocupación para la salud.

Pesticidas

Aldrina  
Clordano  
2,4'-diclorodifenildicloroetano  
2,4'-diclorodifenildicloroetileno  
Dieldrina

Pesticidas

Endosulfán sulfato  
Endrina  
Epóxido de heptacloro  
Metoxicloro  
trans-Nonacloro

PCB

Aroclor 1260

Oligoelementos

Berilio

### Sustancias químicas con dosis de exposición por debajo de los valores de las guías de selección

La ATSDR calculó las dosis de exposición para las sustancias químicas que se detectaron en más del cinco por ciento de las muestras de cangrejos terrestres. Las dosis de exposición para los siguientes pesticidas y oligoelementos eran inferiores a los valores de las guías de selección. En otras palabras, las siguientes sustancias químicas no se encontraron a niveles que representen una preocupación para la salud por consumir diariamente una comida que contenga cangrejo terrestre de Vieques.

Pesticidas

alfa-clordano  
Gamma-clordano  
4,4'-diclorodifenildicloroetano  
2,4'-DDT (2,4'-diclorodifeniltricloroetano)  
4,4'-DDT (4,4'-diclorodifeniltricloroetano)  
Mirex

Oligoelementos

Aluminio  
Bario  
Cobalto  
Plomo  
Manganeso  
Mercurio

Oligoelementos

Selenio  
Plata  
Talio  
Uranio  
Cinc

### Sustancias químicas con dosis de exposición por debajo de los valores de selección

La ATSDR determinó que las siguientes ocho sustancias químicas justificaban una evaluación más detallada debido a que las dosis de exposición, que se obtuvieron usando las concentraciones promedio, excedieron los valores de las guías de selección.

Pesticidas

4,4'-diclorodifenildicloroetileno

Oligoelementos

Arsénico  
Cadmio  
Cromo  
Cobre

Oligoelementos

Hierro  
Níquel  
Vanadio

Los valores de las guías de selección tienen factores de seguridad que hacen que estos valores sean considerablemente inferiores a los niveles en los que se han observado efectos en la salud. Esto no significa automáticamente que las personas que consumen cangrejos terrestres tendrán efectos dañinos en su salud. Simplemente es un indicativo de que la ATSDR deberá examinar más los niveles de efectos en la salud reportados en las publicaciones científicas y revisar detalladamente la posible exposición a estas sustancias químicas. Véase la parte principal de esta consulta de salud y Tabla 1 para consultar la evaluación de la ATSDR.