

DETERMINACIONES PRELIMINARES DE MERCURIO EN CRUSTA-
CEOS LITODIDOS Y PECES MARINOS DE LA REGION
MAGALLANICA*

OCTAVIO LECAROS P. y PATRICIA MACKENNEY SCH.**

SUMARIO

Se investigó la concentración de mercurio total en la porción comestible (te-
jido muscular) de dos especies de peces de importancia comercial, merluza *Mer-
luccius polylepis* (Ginsburg), brótula *Salilota australis* (Gunther) y en dos espe-
cies de crustáceos, centolla *Lithodes antarctica* (Jacquinot) y centollón *Paralomis
granulosa* (Jacquinot), capturadas en diferentes puntos en el estrecho de Maga-
llanes, al sur de los canales fueguinos y en los alrededores del cabo de Hornos.
El mercurio total se midió por el método de absorción atómica sin llama. La con-
centración de mercurio fluctuó entre 0,014 y 0,154 ppm. Se encontró que los nive-
les de mercurio en centollón aumentaban con el tamaño, especialmente los cap-
turados en lugares cercanos a terminales petroleros. También, se observó que la
concentración de mercurio en centolla y centollón en conservas fluctuó entre
0,082 y 0,260 ppm. En los peces el contenido de mercurio fue menor y sus concen-
traciones fluctuaron entre 0,026 y 0,039 ppm.

ABSTRACT

Total mercury concentration was investigated in the edible portion (muscle
tissue) of two species of commercially important fishes, hake *Merluccius polylepis*
(Ginsburg), brótula *Salilota australis* (Gunther) and two kinds of crustaceans,
southern king crab *Lithodes antarctica* (Jacquinot) and false king crab *Paralomis
granulosa* (Jacquinot) collected at different localities along the Straits of Mage-
llan, in the Southern Fuegian Channels and in the region surrounding Cape Horn.
Total mercury was measured by flameless atomic absorption. The mercury con-
centration ranged from 0.014 to 0.154 ppm. Mercury level was found to increase
with size for false king crab specially in those caught nearby oil terminals. Also,
mercury concentration of southern and false king crab meat canned at different
fishery industries was investigated, these ranged from 0.082 to 0.260 ppm. Mercury
content in fishes was lower and ranged from 0.026 to 0.039 ppm.

* Aceptado para su publicación en diciembre de 1981.

** Departamento de Química, Universidad de Magallanes. Casilla 113-D, Punta Arenas, Chile.

INTRODUCCION

En los últimos años se ha incrementado la atención mundial sobre las contaminaciones de mercurio ocurridas en diversos ríos, lagos y zonas costeras. Son bastante conocidos los desastres ocurridos en Minamata en el Japón (1956 y 1965), ocasionados por el consumo de peces y moluscos que tenían un alto contenido de mercurio. A causa de estos envenenamientos murieron alrededor de 45 personas y otras tantas fueron afectadas seriamente por intoxicación de mercurio. Esta grave contaminación fue ocasionada por el vertido de residuos con altos contenidos en mercurio a la bahía de Minamata por una planta industrial de cloruro de vinilo y acetaldehído que utilizaba $HgSO_4$ y $HgCl_2$ como catalizadores (Establier, 1977).

En la actualidad se sabe que muchos ríos, lagos y aguas costeras contienen cantidades significativas de mercurio y como este metal se acumula en los tejidos, el consumo de pescados y mariscos provenientes de aguas contaminadas puede conducir a niveles elevados y peligrosos en los seres humanos (Jiménez, 1977). En Suecia, el empleo intempestivo de fungicidas organomercuriales y el desecho incontrolado de residuos de usinas que fabrican papel ocasionaron una contaminación masiva de los peces carnívoros de sus ríos y lagos y además, un rápido incremento de la mortalidad de las aves insectívoras, ictiófagas y predatoras (Cumont, 1971).

El mercurio además de encontrarse en la naturaleza en forma de sulfuro en el mineral cinabrio, se halla también en forma de geodas de mercurio, líquido y como esquistos de impregnación o pizarra. Se encuentra también en los combustibles fósiles (carbón y petróleo). El contenido promedio en el carbón es de 1 ppm y como la producción mundial de éste es de 3×10^9 toneladas por año, se liberan por combustión unas 3.000 toneladas de mercurio por año (Billings y Matson, 1972). Como el contenido de mercurio en el petróleo no se conoce bien aún, sería necesario efectuar estudios muy completos para su evaluación. Por el momento, las publicaciones se refieren a la existencia de mercurio en el gas natural y en el licuefaccionado (Achterberg y Zaanen, 1972; La Villa y Pean, 1977; Bodle y Attari, 1980). En Chile, estudios realizados en la VIII Región por la Universidad de Concepción, determinaron que los desechos vertidos por una industria petrolera química en el estero Lengua y bahía San Vicente, contenían además de otros contaminantes, mercurio (Chuecas, 1980). Los estudios se extendieron hacia la determinación de la concentración de mercurio en la orina de los niños de la bahía de Lengua donde se vierten los desechos de las industrias y desde donde se extrae pescado y

marisco para el consumo diario. Como los resultados obtenidos han sido alarmantes se ha extendido el muestreo a un sector amplio de la población de Talcahuano (Núñez, 1980).

Las concentraciones promedio de mercurio encontrado en agua de mar en numerosas áreas en los hemisferios sur y norte fluctúan, entre 11,2 y 33,5 ng/l., respectivamente. La mayor cantidad se debe al resultado de la dispersión de la contaminación industrial de las grandes urbes industriales de los EE.UU., Europa y Japón, por importantes corrientes marinas del norte, que además de redistribuirlo a lo largo de su ruta, incrementa las concentraciones medias de mercurio en las aguas que no han sido contaminadas por ningún otro medio (Gardner, 1975).

Al contaminarse el ambiente el mercurio también ha afectado la biota. Por esta razón, el mercurio ha sido encontrado en numerosos peces, crustáceos, moluscos, mamíferos y aves marinas (Dale *et al.*, 1973; Menasveta y Siriyong, 1977). Los peces absorben el mercurio del agua a través de las branquias y piel o a través del tracto intestinal y su concentración aumenta con la edad y consecuentemente con el tamaño (Hornung *et al.*, 1979).

El límite máximo de mercurio permisible en productos alimenticios de exportación e importación según la Organización Mundial de la Salud y el Ministerio de Alimentos y Drogas de los EE. UU. es de 0,5 ppm.

Puesto que la región de Magallanes tiene un subsuelo rico en carbón y petróleo, combustibles fósiles que frecuentemente contienen mercurio, vanadio y otros metales pesados; que parte de los alimentos consumidos por su población son pescados y mariscos obtenidos del estrecho de Magallanes; además, que la exportación de centollas y centollones en sus diferentes formas es una actividad de gran importancia regional, rubro que permitió exportaciones por un monto aproximado de casi 6 millones de dólares en 1977 (INFORMATIVO ESTADISTICO REGIONAL, 1977), se estimó conveniente realizar este estudio preliminar y determinar el grado de contaminación debida a la presencia de yacimientos petroleros y mantos carboníferos con sus correspondientes medios de explotación. Antecedentes generales sobre el comportamiento del contaminante mercurio se dio a conocer anteriormente en una monografía (Lecaros, 1980).

MATERIALES Y METODOS

Las muestras de peces y crustáceos procedentes del canal Beagle, isla Riesco, isla Navarino, seno Christmas, seno Otway, bahía San Gregorio, bahía Felipe y cabo de Hornos, fueron obtenidas de embarcaciones pesqueras que trabajan en aquellas zonas.



Fig. 1— Lugar de procedencia de las distintas muestras analizadas.

La figura 1 muestra la ubicación de los diferentes puntos geográficos de tomas de muestras de centolla, centollón y peces.

En el caso de los peces se procedió de inmediato a su congelación en el mismo barco pesquero y los especímenes fueron obtenidos durante el segundo y tercer trimestre de 1980. En el laboratorio, previa descongelación fueron pesados, medidos y lavados, eligiendo para el análisis los músculos dorsales. En cambio, los crustáceos vivos fueron obtenidos en los segundos semestres de los años 1980-1981, eligiéndose para los análisis los músculos de los pereiópodos (patas ambulacrales). La talla de estos corresponde a la longitud medida desde la espina rostral hasta el borde posterior del caparazón. Las muestras de centolla y centollón en conserva corresponden a industrias que tienen sus calderos en sectores bastante alejados de los posibles centros de contaminación. Cada muestra corresponde al homogeneizado de cuatro latas de conserva, con pesos aproximados de 130 gramos cada una y escurrida durante 10 minutos.

Porciones homogeneizadas del tejido muscular de 0,5 a 1,0 gramos fueron digeridas utilizando los métodos descritos por Uthe *et al.* (1970), con algunas modificaciones, termostatzadas en baños a 55°C. Después de la digestión, las mues-

tras enfriadas fueron transferidas a matraces volumétricos de 100 ml. y diluidas con agua desionizada. El mercurio iónico fue reducido a elemento con el procedimiento de Hatch y Hott (1978), adaptado por Perkin-Elmer empleando la técnica de absorción atómica sin llama y utilizando su Sistema Analizador de Mercurio. El flujo de aire fue regulado a 800 ml/min. y la longitud de onda se fijó en 253,7 nm. El límite de detección fue 0,010 µg/ml. Todos los reactivos empleados en la digestión fueron de grado analítico p.a. (max. 0,0000005% de Hg) Merck y los utilizados con el Sistema Analizador de Mercurio fueron Coleman, libres de mercurio. Cada muestra fue hecha en triplicado.

RESULTADO Y DISCUSION

En la Tabla 1 se indican las especies analizadas, su talla, procedencia y la concentración de mercurio en partes por millón (ppm).

En la Tabla 1 se muestra que en los organismos analizados la concentración de mercurio fluctúa entre 0,014 y 0,154 ppm. Centolla y centollón procedentes de los alrededores del canal Beagle y paso Talvo exhiben las concentraciones más bajas de mercurio. En cambio para el caso del centollón se observa una mayor concentración de mercurio en las muestras obtenidas en puntos cercanos a bahía Felipe y a bahía San Gregorio, caracterizadas por la presencia de terminales petroleros. Aunque éstas son las concentraciones mayores de mercurio detectadas en este estudio preliminar, no es posible entregar conclusiones definitivas hasta realizar un número más significativo de análisis. Con respecto a brótula y merluza, las dos muestras analizadas correspondieron al promedio de 12 ejemplares de cada una, con resultados comprendidos entre 0,026 y 0,039 ppm.

Numerosos países han fijado determinadas concentraciones máximas permisibles para el contaminante mercurio en los alimentos: Suecia 0,2 ppm; República Federal Alemana acepta límites menores de 0,5 ppm; Estados Unidos, Canadá, Australia, Reino Unido y España 0,5 ppm y Japón e Italia 0,7 ppm.

La Organización Mundial de la Salud y el Ministerio de Alimentos y Drogas de EE. UU., han establecido como límite máximo permisible de mercurio en alimentos 0,5 ppm. Considerando esta indicación se puede señalar que estos peces no se encuentran contaminados en una forma acusada pues la concentración de este metal está muy por debajo de 0,5 ppm, probablemente debido a que su lugar de captura, en los alrededores de cabo de Hornos, está muy alejado de yacimientos, lugares de embarque y transporte petrolero.

TABLA 1

CONTENIDO DE MERCURIO EN MUESTRAS DE CRUSTACEOS Y PECES CAPTURADOS EN EL ESTRECHO DE MAGALLANES, CANALES FUEGUINOS Y ALREDEDOR DE CABO DE HORNOS

Muestra	Especies	Lugar Proc.	Ubicación		Talla cm	Hg (ppm) peso húmedo
			Long.	Lat.		
1	Centolla	paso Talvo	69° 35' W	55° 26' S	19	0,042
2	"	" "	" "	" "	23	0,052
3	"	seno Christmas	70° 10' W	55° 19' S	25	0,089
4	Centollón	canal Beagle	68° 00' W	54° 54' S	12	0,014
5	"	seno Otway	71° 31' W	53° 03' S	13	0,084
6	"	isla Riesco	72° 43' W	53° 05' S	14	0,018
+ 7	"	bahía San Gregorio	70° 08' W	52° 34' S	13	0,107
+ 8	"	bahía Felipe	69° 59' W	52° 51' S	13	0,116
+ 9	"	" "	" "	" "	16	0,154
10	Brótula	cabo de Hornos	67° 17' W	55° 59' S	60—80	0,039
11	Merluza	" " "	" "	" "	41—53	0,026

+ Puntos cercanos a trabajos de carga y descarga de petróleo.

TABLA 2

CONTENIDO EN MERCURIO DE LAS RESERVAS DE CENTOLLA Y CENTOLLON DE FABRICACION REGIONAL

Muestra N°	Producto envasado	Mercurio (ppm) peso húmedo
1	Centolla	0,092
2	Centolla	0,082
3	Centolla	0,113
4	Centolla	0,260
5	Centollón	0,107

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en los análisis de mercurio total, efectuado a cuatro muestras de centolla y una de centollón en conserva correspondiente a cinco industrias pesqueras que poseen áreas de captura muy distantes de pozos, yacimientos y trabajos petroleros. Los valores de mercurio encontrados se hallan por debajo de los niveles máximos generalmente admitidos, pero son algo mayores que los de los ejemplares vivos, lo que hace sospechar que en alguna etapa de su elaboración aumenta su concentración final de mercurio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento de este trabajo a la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas-DICYT de la Universidad de Santiago, Santiago, Chile, al Profesor Vicente Pérez D'Angello, Jefe de la Oficina Anticontaminación de la Empresa Nacional del Petróleo-Magallanes (ENAP-Magallanes) por sus sugerencias y constante apoyo durante la realización de este estudio y también a los señores Italo Campodonico G. y Leonardo Guzmán M., del Instituto de la Patagonia.

LITERATURA CITADA

- ACHTERBERG, A. y J. J. ZAAANEN, 1972. Mercury Traces in the Natural Gas from the Gröningen Field. *Chemisch Weekblad/14th January*. Págs. 9-11.
- BILLINGS, Ch. E. y W. R. MATSON, 1972. Mercury Emissions from Coal Combustion. *Science*, 176 (4040): 1232-1233.
- BODLE, W. W. y A. ATTARI, 1980. Considerations for Mercury in LNG Operation. *Institute of Gas Technology, Chicago-Illinois*, 39 pp.
- CUMONT, G., 1971: Dosage du Mercure per Spectrophotometrie D'Absorption Atomique Sans Flame. *Chim. Anal.*, 53 (10): 221-230.
- CHUECAS, L., 1980: Evaluación del grado de contaminación de la Octava Región. Actividades Científicas de la Universidad de Concepción, 4 (7): 12-27.
- DALE, I. M.; M. S. BAXTE; J. A. BOGAN y W. R. D. BOURNE, 1977. Mercury in Seabirds. *Mar. Poll. Bull.* 4 (5): 77-79.
- ESTABLIER, R., 1977: Estudios de la Contaminación Marina por metales pesados y sus Efectos Biológicos. *Inf. Tecn. del Inst. de Inv. Pesq.* 47: 1-36.
- GARDNER, N., 1975: Observations on the Distribution of Dissolved Mercury in the Oceans. *Mar. Poll. Bull.*, 6 (3): 46-46.
- HATCH, W. R. y W. OTT, 1968. Determination of sub-microgram Quantities of Mercury by Atomic Absorption Spectrophotometry. *Anal. Chem.*, 40 (14): 2085-2087.
- HORNUNG, H.; L. ZISMANN y O. H. OREN, 1980: Mercury in Twelve Mediterranean Trawl Fishes of Israel. *Environ. International* (3): 243-248.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS, MAGALLANES Y ANTARTICA CHILENA, 1977: Informativo Estadístico Regional. *Inst. Nac. de Estadísticas*, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, (4): 82-83.
- JIMENEZ, J., 1977: El Mercurio en el Medio Ambiente. *Rev. Chil. Educ. Química*, 2 (6): 325.
- LA VILLA, F. e Y. PEAN, 1977. Dosage du Mercure dans le Gaz Naturel par Absorption Atomique sans Flame. *Revue de l'Institute Français du Petrole*, 32 (1): 89-101.
- LECAROS, O. P., 1980: "Contaminación Mercurial, Comportamiento Químico del Mercurio y Metilmercurio, sus efectos Tóxicos y Métodos de Análisis para su Detención". Monografía. Universidad Técnica del Estado. Sede Punta Arenas, Chile, 1 (2): 1-27.
- MENASVETA, P. y R. SIRIYONG, 1977. Mercury Content of Several Predacious Fish in the Andaman Sea. *Mar. Poll. Bull.*, 8 (19): 200-204.
- NUÑEZ, E., 1980: Contribución al Estudio de la Contaminación Mercurial en la Población de Talcahuano. Actividades Científicas de la Universidad de Concepción, 4 (2): 12-13.
- UTHE, J. F.; A. J. ARMSTRONG y M. P. STAIN-TON, 1970. Mercury Determination in Fish Samples by Wet Digestion and Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 27 (4): 803-811.