

Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero

Nº 6 - Diciembre 1986

Director: Dr. Antonio Malaret

DISTRIBUCION DEL MERCURIO TOTAL EN PESCADOS Y MARISCOS DEL MAR ARGENTINO

por

A. PÉREZ¹, V. J. MORENO¹, J. E. A. DE MORENO¹ y A. M. MALASPINA²

Palabras claves: Mercurio metálico - monitoreo de contaminación - productos pesqueros - exportación - Argentina

Key words: mercury analysis - pollution monitoring - fish products - exportation - Argentine

SUMMARY

Total mercury distribution in fish and shellfish from the Argentine sea.

Fish and shellfish samples for total mercury analysis were provided by the local fish export industry. Data collected through the years 1981-83 are processed and information was obtained on actual total mercury values in edible muscle of sampled species. On the basis of these results, future trends in mercury concentration values are hoped to be predicted.

A general increase in mercury levels with weight was observed in all studied species. However, shellfish and most fish species were below the maximum permissible level recommended by international organisms (0.5 - 0.7 ppm); an exception to this were the shark species known as "cazón" and "gatuzo", which presented high values. The studied species were classified in three groups: those with a high probability of containing mercury in excess of 0.7 ppm, those with a low probability and finally, those with an almost null probability of reaching the value.

The authors suggest a revision of standards in force at present and the proposal of new ones, taking into account species involved and size of specimens.

INTRODUCCION

Uno de los problemas de contaminación de mayor interés, es el originado por la presencia de mercurio en los productos pesqueros. El mercurio es utilizado ampliamente en la formulación de fungicidas y tiene además importantes y variadas aplicaciones industriales. El uso indiscriminado de compuestos mercuriales, así como la fal-

ta de control en efluentes altamente contaminados con este metal, ocasionaron serios daños en animales tanto terrestres como acuáticos (Ackefors, 1971). Los efectos de la ingestión por el hombre de pescado con elevada concentración de mercurio fueron observados en Japón entre los años 1953 y 1960, donde un centenar de personas resultaron intoxicadas (Clarkson, 1977). Otra de las consecuencias serias de la contaminación por mercurio del medio acuático se comprobó en Sue-

¹ Investigador del INIDEP.

² Técnico del INIDEP.

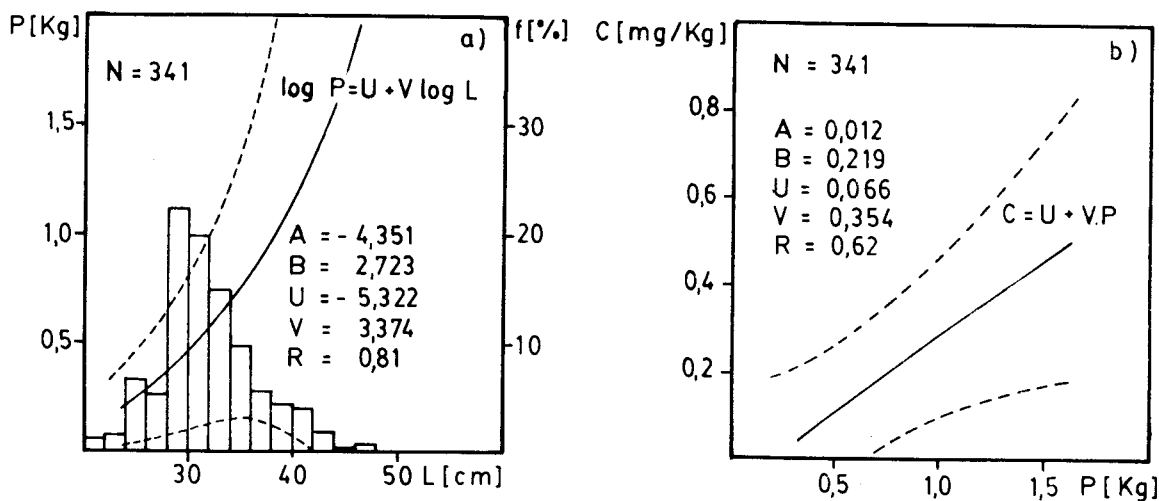


FIG 1: Besugo entero: A = Ordenada en el origen (regresión predictiva). B = Coeficiente de regresión (regresión predictiva). U y V = Idem A y B pero para regresión funcional. R = Coeficiente de correlación. a) Variación del peso (P) con el largo (L). Curva de ajuste e intervalo de confianza de 95 %. Histograma correspondiente a la distribución de tamaños en la muestra analizada. N = Número de individuos. b) Variación de la concentración de mercurio total (C) en músculo húmedo con el peso (P). Curva de ajuste e intervalo de confianza de 95 %.

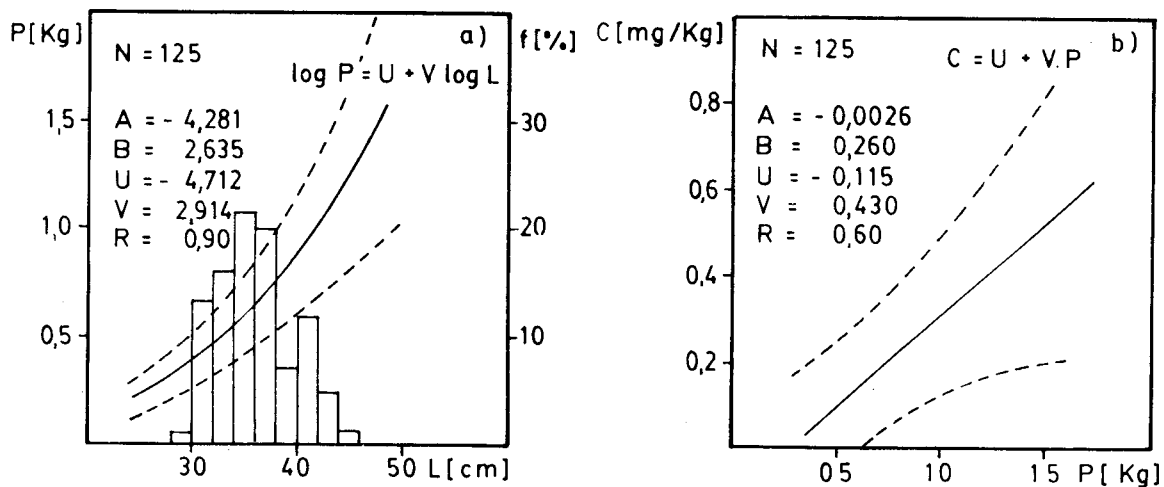


FIG. 2: Besugo eviscerado: Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

cia (Ackefors, 1971) donde rigen severas restricciones para el consumo de los peces de algunos lagos y extensas áreas costeras debido a su alto contenido de mercurio.

Existe hoy una gran cantidad de publicaciones que se ocupan del análisis del contenido de mercurio en los productos de la pesca. El contenido de mercurio ha sido relacionado con distintas características biológicas de las especies (edad, sexo, talla, etc.) y a su hábitat, especialmente cuando se sospecha o confirma la presencia de este contaminante como ocurrió en Suecia (Topping *et al.*, 1975, 1977 y 1978). La distribución de mercurio no es uniforme en los diferentes tejidos y órganos de un animal mostrando diferencias importantes que tendrían que ver con la función detoxificante de algunos órganos y también con el distinto grado de evolución de las especies. Ha sido observada en mamíferos marinos una concentración elevada en hígado (Heppleston y French, 1973), (van de Ven *et al.*, 1979), (Drescher *et al.*, 1977), (Moreno *et al.*, 1984), mientras que en los peces se observa con frecuencia que el tejido muscular (parte comestible) presenta una concentración de mercurio mayor (Topping *et al.*, 1975), (Kureishy *et al.*, 1979).

Al generalizarse el problema del mercurio en los productos pesqueros, fueron adoptadas normas de protección por los distintos países; así se fijaron concentraciones máximas permitidas que van desde 5 mg a 1,0 mg de mercurio total por kg de carne húmeda. Los límites adoptados son motivo de serias controversias por su implicancia económica al dificultarse la fluida comercialización de aquellas especies que contienen concentraciones supuestamente naturales que exceden los límites impuestos; éste es el caso de nuestras especies cazón y gatuzo. La falta de claridad en este punto origina dificultades en la exportación de nuestros productos. En última instancia, los límites adoptados se fundamentan en la ingestión de contaminante que el hombre tolera sin desmedro de su salud. Al respecto, la ingestión semanal tolerable provisional para el hombre fue fijada en 0,005 mg de mercurio total por kg de peso corporal, del cual no más de 0,0033 mg deberían ser compuestos de metil de mercurio (expresados como mercurio). La evaluación anterior está basada en la ingestión de pescado, en el que, el contenido de mercurio total se encuentra en el tejido comestible (músculo) predominantemente como metil mercurio (FAO, 1973).

LA SITUACION EN LA ARGENTINA

En el litoral marítimo argentino es muy limitada la actividad industrial que puede conducir a una contaminación por mercurio de los organismos marinos. Por consiguiente, son de esperar concentraciones muy bajas en los resultados de análisis de mercurio total en nuestros organismos. La biota marina tiene naturalmente un contenido "normal" de mercurio que varía, según las especies, el tejido, la edad, etc. Por efecto de la contaminación este contenido puede llegar a incrementarse y constituir un riesgo para la salud del consumidor de productos del mar.

En consecuencia, es de sumo interés conocer la concentración de mercurio que tienen actualmente los organismos del Mar Argentino, la cual además de constituir un punto de referencia para la evaluación del estado de contaminación y su evolución con el tiempo, permitirá la comparación con organismos de pesquerías de otros lugares del mundo.

La variación del contenido de mercurio con la talla y el nivel trófico de cada especie constituye un elemento fundamental que debe ser tenido en cuenta ya que, en general, las especificaciones internacionales no hacen distinciones al respecto. Por lo anterior, resulta necesario conocer las relaciones existentes entre el contenido de mercurio de cada especie y su edad (talla o peso). De esta forma se dispondrá de datos útiles que permitirán un manejo más ágil y económico de las transacciones comerciales que implican un control del contenido de mercurio. Actualmente el número de piezas muestreadas depende del peso de los ejemplares y del tamaño del lote a exportar, no interesando la especie en cuestión. Por ejemplo, para exportar a Italia un lote de 100 a 200 tn se realiza un muestreo de 40 piezas si los ejemplares son de menos de 1 kg; de 30 piezas si son de 1 a 10 kg y de 20 piezas si los ejemplares que componen el lote son de más de 10 kg (Mena Segura (SENASA), com. pers.). Este muestreo es un tanto arbitrario y no guarda relación con los riesgos de aceptación y rechazo que realmente presentan los lotes a exportar.

El conocimiento del mercurio total en el tejido comestible (músculo) del pescado ya procesado para exportar, atendiendo a su talla y a la especie en cuestión, será fundamental para el diseño de planes de muestreo racionales. El costo no

sólo de la ejecución del control sino también de los riesgos implicados, justifican ampliamente un esfuerzo en este sentido.

En el presente trabajo fueron procesados resultados obtenidos en los análisis practicados durante los años 1981/83 en muestras de pescados y mariscos por solicitud de exportadores locales. Hasta la fecha, no se disponía de un estudio sistemático que permitiera conocer el contenido de mercurio en los organismos del Mar Argentino. Por las implicancias que tiene esta información,

mente y también descabezado y eviscerado, al igual que el resto de las especies de peces, excepto el pez palo, que en una ocasión se exportó salado. Los langostinos, se exportan congelados enteros, sin cabeza y pelados. Los calamares enteros y, en forma separada, "tubos", "tentáculos" y "aletas". En cada caso, el muestreo fue realizado por el profesional veterinario de la empresa pesquera de acuerdo con la planilla de muestreo del Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) de la Secretaría de Agricultura y Gana-

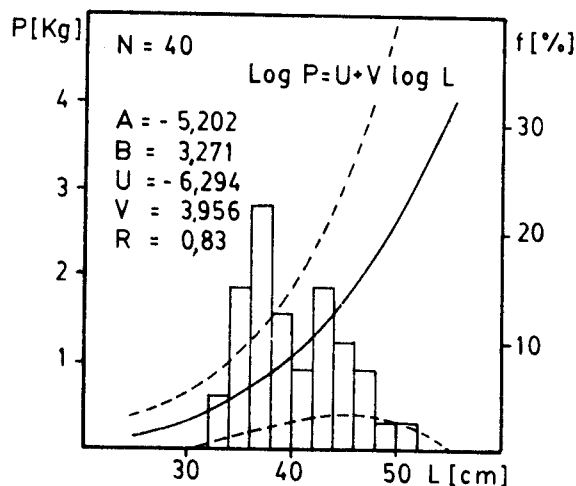


FIG. 3: Mero entero: Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

fundamentalmente en lo relacionado con la exportación de productos pesqueros a países con diversas reglamentaciones, se evalúan en este trabajo resultados de análisis realizados sobre pescado destinado a la exportación por empresas locales.

MATERIALES Y METODOS

1. ESPECIES UTILIZADAS

Los ejemplares analizados corresponden en todos los casos a muestras de partidas de exportación. Algunas especies, como la merluza, se exportan como filet, con y sin piel, troncos enteros (descabezada y eviscerada) y desmenuzada (minced); el besugo suele exportarse enfriado (no congelado), entero congelado o eviscerado sola-

dería; en esta misma planilla generalmente se informa el largo y peso de cada pieza.

Las especies analizadas fueron:

Besugo entero	<i>Sparus pagrus</i>
Besugo eviscerado	
Mero entero	<i>Acanthistius brasilianus</i>
Mero eviscerado	
Mero filet	
Merluza eviscerada	<i>Merluccius hubbsi</i>
Merluza filet	
Cazón eviscerado	<i>Galeorhinus vitaminicus</i>
Gatuzo eviscerado	<i>Mustelus schmitti</i>
Gatuzo filet	
Atún entero	<i>Sarda sarda/Katsuwonus pelamis</i>
Corvina entera	<i>Micropogonias furnieri</i>
Corvina eviscerada	
Langostino entero	<i>Pleoticus muelleri</i>
Pez palo salado	<i>Percophis brasiliensis</i>
Salmón entero	<i>Pinguipes fasciatus</i>

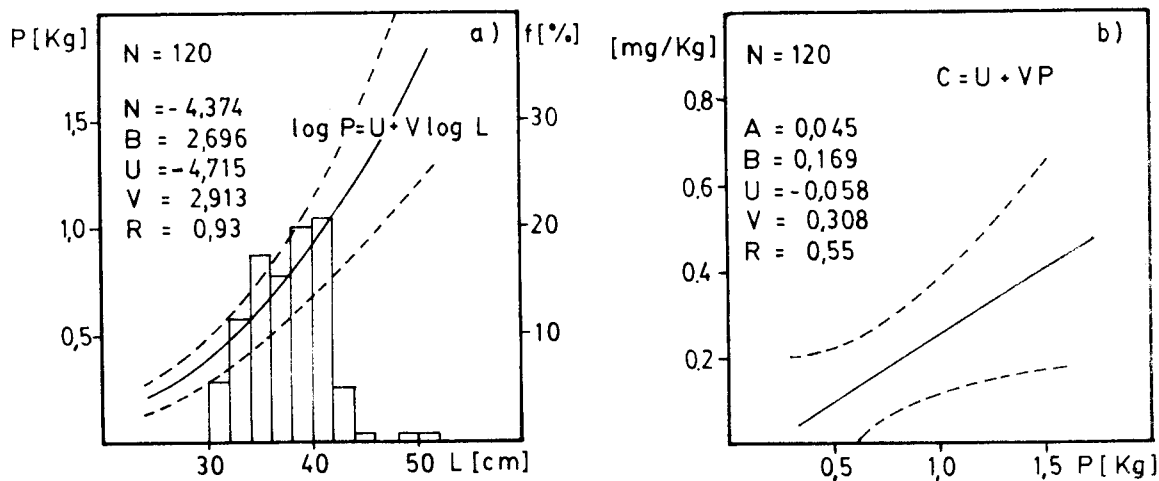


FIG. 4: Mero eviscerado: Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

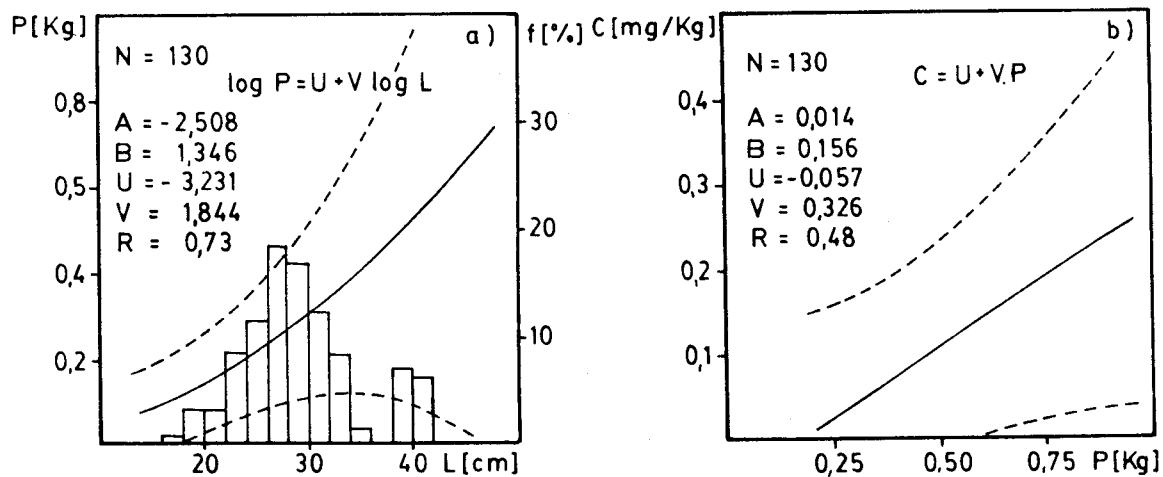


FIG. 5: Merluza eviscerada: Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

Salmón eviscerado	
Abadejo eviscerado	<i>Genypterus blacodes</i>
Trilla entera	<i>Mullus argentinae</i>
Anchoita en salmurea	<i>Engraulis anchoita</i>
Calamar entero	<i>Illex argentinus</i>
Lenguado entero	<i>Oncopterus darwini</i>
Pescadilla entera	<i>Cynoscion striatus</i>

2. METODOS

El contenido de mercurio total en las muestras fue determinado por espectrometría de absorción

3.3.4. Límites de confianza: La recta de regresión funcional fue acotada para un intervalo de confianza $(1 - \alpha) = 95 \%$

3.3.5. Porcentaje de rechazo:

La frecuencia con que se obtendrían resultados analíticos por encima de las especificaciones internacionales, está expresada por el rechazo por ciento calculado en la siguiente forma:

1) Se fija un peso determinado para cada especie en base a las tallas exportables.

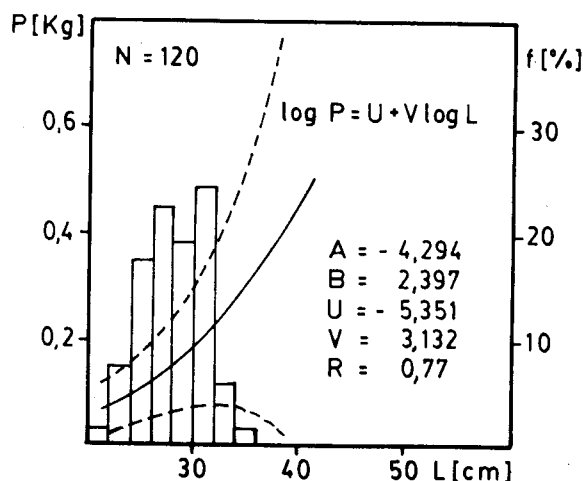


FIG. 6: Merluza filet: Indicaciones y abreviaturas como en la Fts. 1.

atómica. El método ha sido descrito previamente en detalle (Moreno *et al.*, 1984).

3. TRATAMIENTO ESTADISTICO

De cada especie y para tipo de procesamiento, cuando lo hubo, se analizaron las relaciones largo-peso húmedo vs. concentración de mercurio total en músculo (peso húmedo) mediante análisis de regresión (Ricker, 1973).

Los parámetros estimados fueron:

3.3.1. Regresión predictiva de Y sobre X:

$$Y = a + BX$$

3.3.2. Coeficiente de correlación lineal, R

3.3.3. Regresión funcional de Y sobre X:

$$Y = U + VX$$

2) Se obtiene la concentración de mercurio y la desviación estándar correspondientes al peso fijado, a partir de los datos muestrales o de las curvas de ajuste, si la correlación es aceptable.

3) Se estima el rechazo (%) considerando que la magnitud observada se distribuye normalmente.

RESULTADOS

Para cada especie y tipo de procesamiento se adjunta una figura que muestra los parámetros estadísticos obtenidos (Fig. 1 a 11) y representa:

a) Variación del peso (P) con el (L). Curva de ajuste e intervalo de confianza de 95 %.

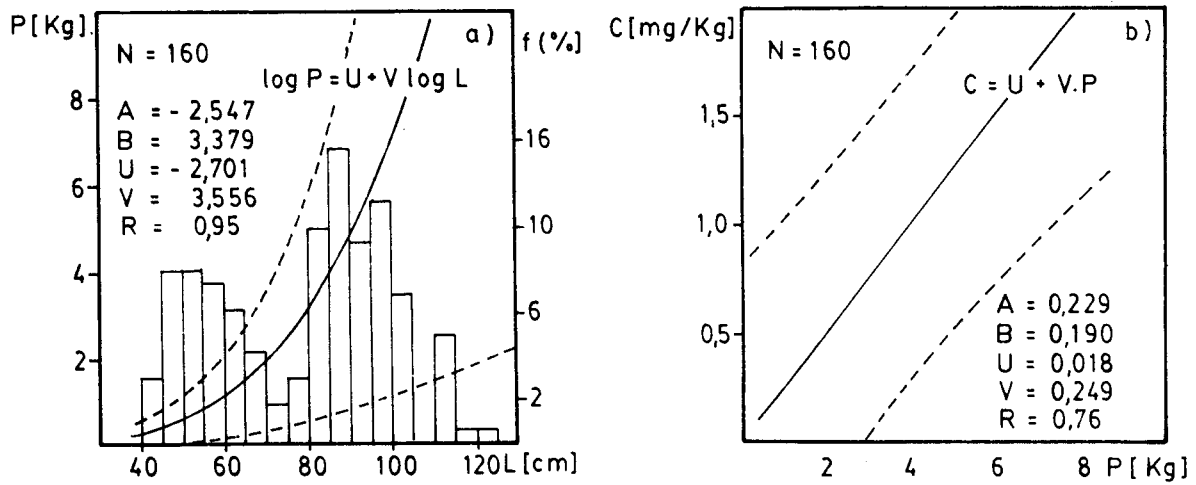


FIG. 7: Cazón eviscerado. Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

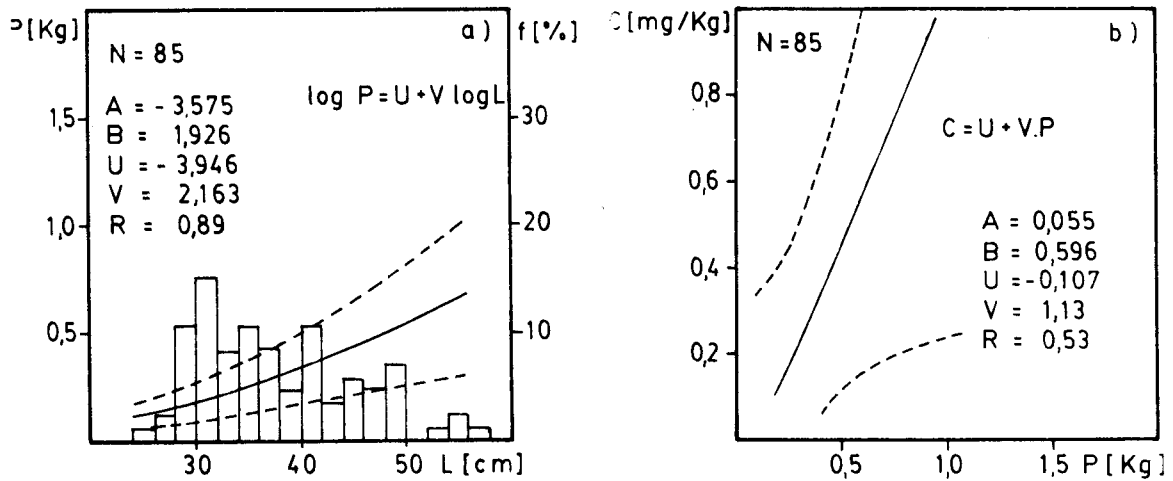


FIG. 8: Gatuzo eviscerado. Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

TABLA 1. Concentración de mercurio en distintas especies del Mar Argentino. (Valores medios y rangos.)

ESPECIE	Concentración (mg/kg)		Peso (g)		Largo (mm)		Nº de ejemplares analizados			
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo				
Mero entero	0,23	0,34	0,09	780	2800	520	—	100		
Mero filet	0,23	0,41	0,07	140	190	90	200	220	170	30
Merluza filet	0,07	0,23	< 0,05	150	260	50	—	—	—	120
Gatuzo filet	0,43	1,77	0,06	130	390	60	—	—	—	110
Atún entero (Bonito barrilete)	0,16	0,38	0,08	2300	3800	950	—	—	—	90
Corvina entera	0,12	0,25	< 0,05	1754	2245	1430	487	540	440	10
Corvina eviscerada	0,14	0,22	0,05	749	1150	500	414	480	365	15
Langostino entero crudo	< 0,05	0,17	< 0,05	25	45	10	12	16	9	240
Pez palo salado	0,16	0,57	< 0,05	350	520	180	—	—	—	40
Salmón entero	0,17	0,58	0,05	4503	5345	3610	734	810	640	10
Salmón eviscerado	0,10	0,13	0,06	1465	1600	1200	445	490	420	10
Abadejo eviscerado	0,25	0,67	< 0,05	2000	2500	1500	—	—	—	30
Trilla entera	0,07	0,20	< 0,05	100	110	90	19	20	18	15
Anchoíta en salmuera	0,06	0,17	< 0,05	35	—	—	13	—	—	20
Calamar entero	0,10	0,41	< 0,05	198	250	90	—	—	—	80
Lenguado entero	0,18	0,28	0,06	1858	2125	1450	546	620	490	10
Pescadilla entera	0,30	0,42	0,23	1670	2050	1045	555	570	520	10

Histograma correspondiente a la distribución de tamaños en la muestra analizada.

- b) Variación de la concentración de mercurio total (C) en músculo húmedo con el peso (P). Curva de ajuste e intervalo de confianza de 95 %.

En aquellos casos en la que la correlación obtenida fue pobre o la cantidad de datos disponibles fue insuficiente, sólo se informan valores medios con sus rangos. (Tabla 1).

DISCUSION

1. COMPARACION CON OTRAS ESPECIES

El aumento de la concentración de mercurio con la talla en todos los organismos analizados en este trabajo, señala que cuando éstos son predadores, y de larga vida, son de esperar concentraciones de mercurio mayores. Esta magnificación biológica ha sido reiteradamente confirmada en otras especies como: *Hippoglossus hippoglossus*,

Molva molva y *Squalus acanthias*, organismos en los cuales al aumentar la talla se excedió el límite máximo permitido por varios países, de 0,50 mg/kg (Topping *et al.*, 1975). Algo semejante se observa en el músculo comestible de peces espada (*Xiphias gladius*) alcanzando valores de 1 mg/kg en individuos de 112 cm (Freeman y Horne, 1973). También en distintas especies de tiburones comestibles se hallaron relaciones de concentración de mercurio-talla que nos permiten realizar comparaciones con nuestros datos de cazón y gatuzo (Caputi *et al.*, 1979). Las mismas se muestran en la Tabla 2.

2. RESULTADOS ANALITICOS POR ENCIMA DE LAS ESPECIFICACIONES INTERNACIONALES

En la discusión de resultados que veremos a continuación, se utilizó el límite máximo de concentración de mercurio admisible en Italia de 0,7 mg/kg (ppm) (aunque debe considerarse que para otros países este valor es de 0,5 mg/kg). En la Tabla 3 presentamos los resultados obtenidos utilizando un peso determinado de ejemplares, para un tipo de procesamiento definido para las distintas especies.

TABLA 2. Comparación de las concentraciones de mercurio en distintas especies de tiburones del sudeste de Australia con las de gatuzo y cazón del Mar Argentino.

ESPECIES	Largo (cm) s/cabeza, s/cola	Concentración (mg/kg)
Thickskin (<i>Carcharhinus dorsalis</i>) *	50	0,66
Thickskin (<i>Carcharhinus dorsalis</i>)	70	0,90
Carpet (<i>Orectolobus</i> sp.) *	50	1,13
Carpet (<i>Orectolobus</i> sp.)	70	1,65
Hammerhead (<i>Sphyrna lewini</i>) *	50	0,75
Hammerhead (<i>Sphyrna lewini</i>)	70	1,19
Grey Nurse (<i>Odentaspis taurus</i>) *	50	0,28
Grey Nurse (<i>Odentaspis taurus</i>)	70	0,98
Cazón (<i>Galeorhinus vitaminicus</i>)	50	0,17
Cazón (<i>Galeorhinus vitaminicus</i>)	70	0,63
Gatuzo (<i>Mustelus schmitti</i>)	50	0,50

* Caputi *et al.*, 1979.

TABLA 3. Porcentaje de rechazo obtenido para un límite máximo de mercurio total de 0,7 mg/kg en distintas especies del Mar Argentino.

Especies	Peso (g) (fijado)	Concentración de mercurio (mg/kg)		Rechazo %
		Media	Desviación STD	
Besugo entero	1000	0,29	0,10	$1,3 \times 10^{-3}$
Besugo eviscerado	1000	0,32	0,09	$2,4 \times 10^{-3}$
Mero entero	1000	0,20	0,06	$4,0 \times 10^{-15}$
Mero eviscerado	1000	0,25	0,07	$1,0 \times 10^{-8}$
Mero filet	140	0,23	0,09	$8,9 \times 10^{-6}$
Merluza eviscerada	500	0,11	0,06	$4,1 \times 10^{-21}$
Merluza filet	200	0,11	0,05	$2,0 \times 10^{-30}$
Cazón eviscerado	2000	0,52	0,4	33
Cazón eviscerado	5000	1,3	0,4	92
Gatuza filet	130	0,46	0,17	7,9
Gatuza eviscerado	500	0,43	0,4	25
Atún entero	2000	0,16	0,06	$1,1 \times 10^{-17}$
Pez palo salado	350	0,16	0,12	$3,4 \times 10^{-4}$
Corvina entera	1754	0,12	0,07	$5,9 \times 10^{-15}$
Corvina eviscerada	749	0,14	0,08	$1,3 \times 10^{-10}$
Langostino entero crudo	25	< 0,05		—
Salmón entero	4503	0,17	0,15	$2,1 \times 10^{-2}$
Salmón eviscerado	1465	0,10	0,03	$5,4 \times 10^{-50}$
Abadejo eviscerado	2000	0,25	0,2	1,2
Trilla entera	100	0,07	0,06	$4,4 \times 10^{-24}$
Anchoíta en salmuera	35	0,06	0,04	$6,6 \times 10^{-50}$
Calamar entero	198	0,10	0,08	$3,2 \times 10^{-12}$
Lenguado entero	1858	0,18	0,09	$3,8 \times 10^{-7}$
Pescadilla entera	1670	0,30	0,05	$6,3 \times 10^{-14}$

Los resultados obtenidos permiten agrupar las especies procesadas en tres categorías sensiblemente diferenciadas:

- Especies con alta probabilidad de rechazo
- Especies con baja probabilidad de rechazo
- Especies con probabilidad de rechazo prácticamente nula

a) Especies con alta probabilidad de rechazo

De todas las especies comestibles del Mar Argentino analizadas hasta ahora, únicamente las

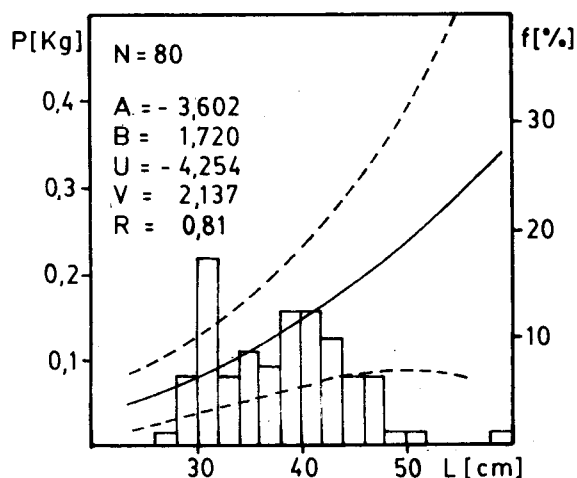


FIG. 9: Gatuza filete: Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

especies cazón y gatuza presentaron altas probabilidades de rechazo (Tabla 3). En general, piezas de cazón eviscerado de 5 kg de peso presentarían resultados de concentración de mercurio fuera del límite especificado, de 0,7 mg/kg, en 92 oportunidades de cada 100 análisis. Este porcentaje de rechazo sería de 33 % en piezas de 2 kg.

El gatuza mostró alta probabilidad de rechazo aun en tallas menores (500 g para eviscerado y 130 g para filete).

Si bien el abadejo presentó, comparativamente, una probabilidad de rechazo sensiblemente menor, el valor obtenido de 1,2 % para tallas de 2 kg es importante ya que esta especie se comercializa frecuentemente en tallas con pesos mucho mayores. Esto significa que es una especie que será necesario tener bajo control en lo que concierne a contenido de mercurio.

b) Especies con baja probabilidad de rechazo

En esta categoría se incluyeron especies tales como: salmón, besugo y pez palo, las cuales en tallas mayores a las consideradas en el presente trabajo podrían presentar probabilidades de rechazo significativas.

c) Especies con probabilidad de rechazo prácticamente nula

El resto de las especies evaluadas, en las tallas máximas que normalmente se comercializan,

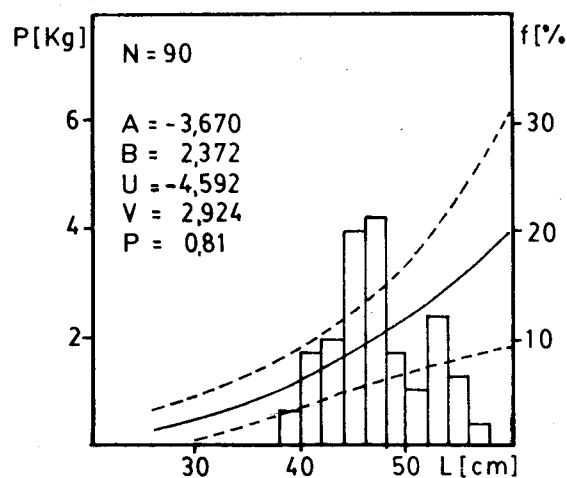


FIG. 10: Atún entero: Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

presentaron concentraciones de mercurio en su tejido comestible muy por debajo del límite tolerable especificado. El porcentaje de rechazo indicó en estos casos que la aparición de un valor fuera de los límites máximos en un análisis aislado es prácticamente imposible.

CONCLUSIONES

a) Excepto las especies cazón y gatuza, las otras especies analizadas no sobrepasaron en ningún caso la concentración límite especificada de 0,7 mg de mercurio total por kg de músculo comestible húmedo.

b) A pesar de las modificaciones introducidas por los diferentes tipos de procesamiento, las re-

laciones Peso-Largo se ajustan bastante bien al modelo logarítmico ensayado; en todos los casos se obtuvieron coeficientes de correlación mayores a 0,7. En el caso de las relaciones Concentración-Peso, el modelo lineal mostró mejor correlación que el logarítmico.

c) Considerando despreciable la presencia de contaminantes en las costas próximas a las áreas de pesca, las concentraciones de mercurio halladas en las diferentes especies podrían atribuirse a una concentración natural o de "fondo".

d) Las reglamentaciones de los distintos países especificando concentraciones máximas de

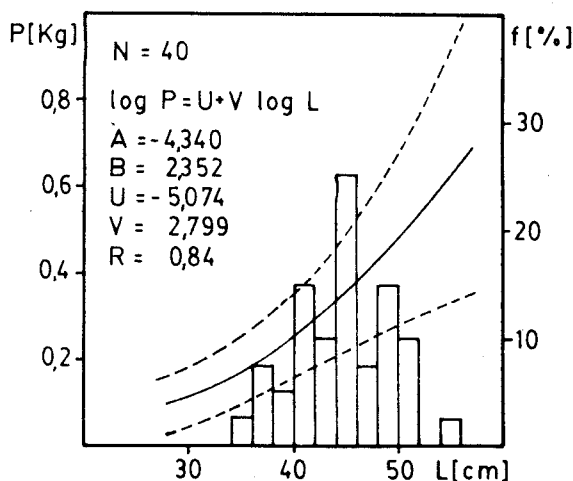


FIG. 11: Pez palo salado: Indicaciones y abreviaturas como en la FIG. 1.

mercurio, de 0,5 ó 0,7 mg/kg sin discriminar las especies y tallas, deberían revisarse a fin de agilizar o eliminar los controles analíticos.

e) La estimación realizada de resultados analíticos fuera de especificaciones para cada especie y para las distintas tallas, pone en evidencia lo arbitrario de los sistemas de muestreo que se usan actualmente. En consecuencia algunas especies reciben un control exagerado, cuando por su talla muestran una probabilidad prácticamente nula de exceder los límites establecidos. Esto es particularmente importante en especies como la merluza, actualmente con altos cupos de exportación, resultando estéril la mayor parte del esfuerzo invertido en este control.

f) Los resultados obtenidos, si bien en algunos casos por no contarse con la cantidad de datos suficiente, no pueden tomarse como definitivos,

permiten estimar riesgos en las transacciones comerciales con aquellos países que mantienen como requisito el control de mercurio en las partidas de pescado que importan.

AGRADECIMIENTOS

El señor J. J. Buono preparó los programas de archivo y cálculo para ser procesados en la calculadora programable TI 59.

Las Lics. M. I. Roldán y V. M. González colaboraron en el laboratorio y en la identificación de especies y la Lic. V. Lichtschein de Bastida, en la confección del Summary.

BIBLIOGRAFIA

- ACKEFORS, H. 1971. III. Effects of particular pollutants. Mercury pollution in Sweden with special reference to conditions in the water habitat. Proc. Roy. Soc. Lond. B. 177: 365-387.
- CAPUTI, N.; EDMONDS, J. S. y HEALD, D. 1. 1979. Mercury content of shark from south-western Australian waters. Mar Pollut. Bull. 10: 337-340.
- CLARKSON, T. W. 1977. "Mercury poisoning" in Clinical chemistry and chemical toxicology of metals. S. S. Brown (ed.) Elsevier/North Holland Biomed. Cal Press. Amsterdam, pp. 189-200.
- DRESCHER, H. E.; HARMS, U. y HUSCHENBETH, E. 1977. Organochlorines and heavy metals in the harbour seal *Phoca vitulina* from the German North Sea Coast. Mar. Biol. 41: 99-106.
- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN). 1973, 16º Informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios, OMS, Serie de Informes Técnicos, 1972, Nº 505, FAO Reuniones sobre nutrición, 1972, Nº 51.
- FREEMAN, H. C. y HORNE, D. A. 1973. Sampling the edible muscle of the swordfish (*Xiphias gladius*) for total mercury analysis. Fish. Res. Board Can. 30: 1251-1252.
- HEPPLESTON, P. B. y FRENCH, M. C. 1973. Mercury and other metals in British seals. Nature, 243: 302-304.
- KUREISHY, T. W.; GEORGE, M. D. y SEN GUPTA, R. 1979. Total mercury content in some marine fish from the Indian Ocean. Mar. Pollut. Bull. 10: 357-360.

- MORENO, V. J.; PÉREZ, A.; BASTIDA, R. O.: A. de MORENO, J. E. y MALASPINA, A. M. 1984. Distribución del mercurio total en los tejidos de un delfín nariz de botella (*Tursiops geophysus* Lahille, 1908) de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). Rev. de Invest. y Des. Pesq. N° 4: 93-102.
- RICKER, W. E. 1973. Linear regressions in fishery research. J. Fish. Res. Board Can. 30: 409-434.
- TOPPING, G.; PIRIE, J. M.; GRAHAM, W. C. y SHEPHERD, R. J. 1975. An examination of the heavy metal levels in muscle, kidney and liver of saithe in relation to year class, area of sampling and season. International Council for the Exploration of the sea (ICES), Fisheries Improvement Cttee. C. M. 1975/E: 37 (mimeo).
- TOPPING, G. y GRAHAM, W. C. 1977. Some observations on the mercury content of the North Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). International Council for the Exploration of the Sea (ICES), Fisheries Improvement Cttee. C. M. 1977/E: 39 (mimeo).
- TOPPING, G. y GRAHAM, W. C. 1978. Mercury levels in ling (*Molva molva*), dogfish (*Squalus acanthias*) and blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in relation to age, length, weight and sampling area. International Council for the Exploration of the Sea (ICES), Marine Environmental Quality Committee C. M. 1978/E: 34 (mimeo).
- Van de VEN, W. S. M.; KOEMAN, J. H. y SEVENSON, A. 1979. Mercury and selenium in wild and experimental seals. Chemosphere 8: 539-555.