

MUNIBE

Sociedad de Ciencias ARANZADI

San Sebastián

Año 31 - Número 1-2 1979 - Páginas 171-180

Contenido en mercurio de los mejillones (*Mytilus edulis*) silvestres de la costa vasca

J. L. HERNANDO*

M. IBAÑEZ*

L. CONTRERAS**

INTRODUCCION

A principios de 1975, bajo el patrocinio de la O. M. S., comenzó en San Sebastián un programa piloto de estudios para la lucha contra la polución de los ríos y aguas costeras de Guipúzcoa.

Dentro de este programa piloto, realizado en la Jefatura Provincial de Sanidad de Guipúzcoa, uno de los aspectos a considerar es el estudio del contenido en metales pesados del agua, sedimento y seres vivos, como señalan diversos consultores de la O. M. S. (11, 21, 24).

El primer elemento analizado ha sido el mercurio y se ha elegido como especie indicadora el mejillón (*Mytilus edulis*) silvestre.

El análisis de metales pesados en el agua de mar, como indica MARIÑO, sirve únicamente como índice de contaminación en los primeros momentos en que ésta ocurra y circunscrita a las proximidades del foco emisor (26).

Por otra parte los constituyentes inorgánicos de los sedimentos, tienen una gran afinidad por el mercurio inorgánico y por el metilmercurio. El mercurio inorgánico poco soluble, en condiciones anaerobias y bajo la acción de los iones sulfuro, precipita en forma de sulfuro mercúrico acumulándose en el sedimento, de donde para ser eliminado han de pasar de diez a cien años (29).

La escasa bibliografía existente en España sobre análisis de sedimentos marinos, así como las dificultades de la toma de muestras, nos hicieron desistir por el momento de realizar este tipo de estudios. Por otro

lado, la bibliografía recogida sobre el contenido de mercurio en mejillones (1, 12, 13, 19, 22...) en otras zonas costeras y el hecho de que este molusco filtrador se ha extendido mucho a lo largo de la costa guipuzcoana en los últimos años, nos hizo considerar a *Mytilus edulis* como la especie más idónea para un estudio de la contaminación por mercurio, ya que además nos permite establecer comparaciones con los valores observados por otros autores en diferentes zonas del Atlántico y Mediterráneo.

En 1935, FISCHER-PIETTE realizó observaciones sobre esta especie a lo largo de la Costa Vasca (15), y encontró pequeños núcleos de mejillón en Biarritz y en el puerto donostiarra, sin embargo lo consideró para el resto de la costa como especie rara.

Hasta hace pocos años no existían mejillones en la zona costera de San Sebastián, debido a que los aportes industriales que bajaban por el Urumea (lejías básicas de papeles) producían un fulminante efecto bactericida, suprimiendo la flora bacteriana a la vez que destruían las delicadas larvas pelágicas del mejillón que pudieran llegar a estas zonas. A partir de la eliminación de los vertidos industriales directos en el Urumea, aumentó extraordinariamente la flora bacteriana, colonizándose las rocas costeras por densas poblaciones de *Mytilus*.

Si bien la instalación en Fuenterrabía de una planta depuradora, puede haber favorecido la dispersión de esta especie, es evidente que el principal factor que ha condicionado su desarrollo exponencial en los últimos años, ha sido la abundancia de materia orgánica que le sirve de alimento.

Esta materia orgánica tiene dos orígenes,

* Jefatura Provincial de Sanidad de Guipúzcoa.

** Jefe Provincial de Sanidad.

uno natural que constituye el fitoplancton, cuyo desarrollo a su vez está potenciado por los residuos urbanos ricos en nitratos y fosfatos, y otro artificial atribuido al continuo aporte de bacterias y materia orgánica en suspensión procedente de ríos y colectores.

En la actualidad existen densas poblaciones de *Mytilus* desde Fuenterrabía hasta Vizcaya, sobre todo en zonas próximas a vertidos urbanos.

En algunos lugares como en Mompás, hemos detectado densidades de *M. edulis* de más de 3.000 ejemplares por metro cuadrado, valores superados en algunos puntos de la desembocadura del Oria, Urumea y Bidasoa. En cualquier caso son valores inferiores a los encontrados por BELLANSANTINI, de 17.500 ejemplares de *M. galloprovincialis* por metro cuadrado en las cercanías de Marsella (5).

Mytilus edulis es la especie típica de mejillón atlántico, mientras que la especie *M. galloprovincialis* lo es del Mediterráneo. No obstante en la ría de Orio y de Zumaya hemos encontrado algunas piñas de ésta última especie, aunque en general predomina la especie atlántica (foto 1).

Cabe destacar por su abundancia un pequeño mejillón de unos pocos milímetros de longitud, *Mytilaster minimus*, común en ciertas zonas como Mompás, donde alcanza densidades medias en el nivel mediolitoral infe-

rior, de 150.000 especímenes por metro cuadrado, alcanzando en algunos puntos los 300.000 ejemplares/m.² (foto 2).

La biología del mejillón ha sido estudiada por numerosos autores, dada la importancia económica que tiene el cultivo de esta especie (3, 4, 8, 9, 10, 16, 17, 20, 31, 38).

Parece ser que el mejillón se reproduce durante todo el año, si bien las dos épocas óptimas para la fijación de las larvas se producen en primavera y otoño. Los nacidos en primavera pueden alcanzar en condiciones óptimas un tamaño comercial en 16-18 meses. En cualquier caso, el desarrollo de esta especie sobre la costa, depende de numerosos factores aún desconocidos. Se sabe que la agitación y sobre todo la presencia de gran cantidad de materia orgánica, favorecen el desarrollo espontáneo de esta especie, pero como ha demostrado recientemente THEISEN en 1977, la turbidez excesiva hace que los ejemplares crezcan mucho más despacio (35).

En nuestro litoral, muy batido constantemente por el oleaje, el mejillón se fija en principio sobre el alga *Corallina*, pero no puede desarrollarse, ya que es arrancado periódicamente por los temporales. Solamente sobreviven los que crecen en grietas protegidas. Este problema no se presenta en los estuarios como el del Bidasoa o el del Oria.

En la zona piloto de Mompás, encontra-



Foto 1. Ejemplares de *M. edulis* (a la izquierda) y *M. galloprovincialis* (a la derecha) de la desembocadura del Urola en Zumaya.

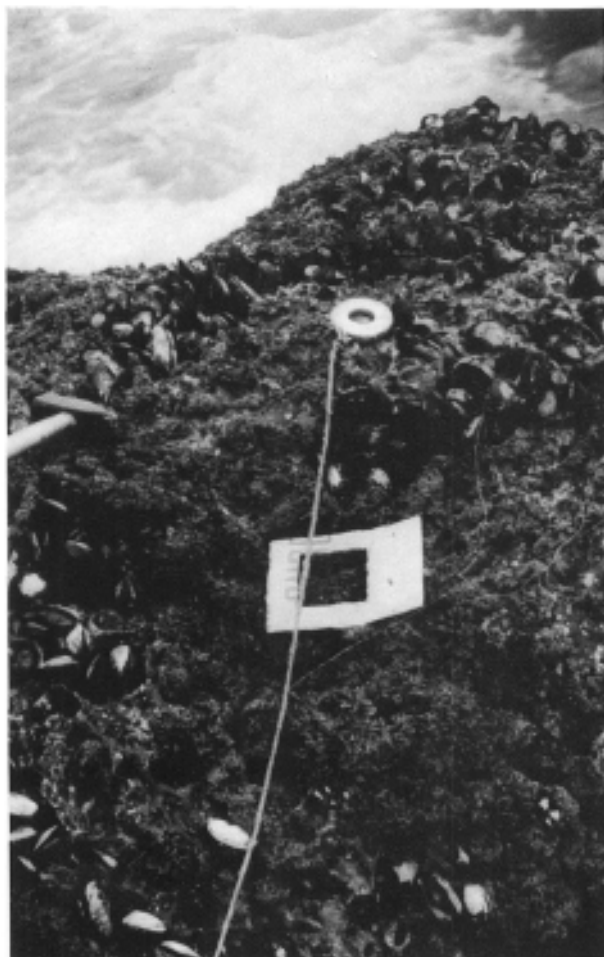


Foto 2. Población de *M. edulis* en Mompás, en el cuadrado de 25 cm.² aparecieron numerosísimos ejemplares de *M. minimus*.

mos en la zona infralitoral superior densas poblaciones de *M. minimus* + *M. edulis* de tamaño muy pequeño, que no llegan a desarrollarse probablemente debido a una intensa competencia con otras especies de crecimiento rápido. La zona mediolitoral inferior parece ser la más apta para el desarrollo de este molusco filtrador en nuestra costa, apareciendo densas poblaciones que corresponden a la categoría «6» de CROTHERS (7). Más arriba esta especie es sustituida por el cirripedo *Chthamallus stellatus* (categoría «7») que resiste muy bien los violentos embates del mar (foto 3).

Es curioso observar cómo las poblaciones de *Mytilus* que en bajamar quedan al descubierto, están cubiertas por el alga *Caulacantus ustulatus*, mientras que los que apa-

recen en zonas encharcadas o en la zona mediolitoral más inferior, van asociadas a *Coralina officinalis* (foto 4).

MATERIAL Y METODOS.

TOMA DE MUESTRAS

El tamaño de los mejillones va condicionado por dos factores, uno es la violencia del oleaje o el grado de exposición y el segundo y más importante, la concentración de materia orgánica que constituye el alimento del mejillón. Así, por ejemplo, tenemos una zona como Mompás, que aunque bastante expuesta, presenta densas poblaciones de *Mytilus edulis* que alcanzan un tamaño relativamente grande. Esto puede estar correlacionado con el grado de contaminación microbiana de estas aguas (CONTRERAS 1977).

En otras zonas como la rasa de Aigorri, *M. edulis* es bastante raro y se encuentra refugiado en pequeñas grietas que limitan su crecimiento.

Se eligieron para la recogida de muestras los siguientes puntos:

- Ría de Guernica.
- Rasa de Aigorri en Zumaya.
- Desembocadura del Urola.
- Ría de Orio.
- Desembocadura del Urumea.
- Mompás.
- Pasajes.
- Punta del Fraile en Fuenterrabía.
- Desembocadura del Bidasoa en Fuenterrabía.

La distribución y tamaño de los mejillones varía mucho de una estación a otra, en todos los casos se procuró tomar una muestra representativa entre los mejillones de mayor tamaño. Así las tallas medias y su desviación típica quedan expresadas en la tabla I.

PARTE EXPERIMENTAL

Todos los mejillones fueron analizados después de ser eliminado el biso y el fluido de la cavidad palial. Las muestras fueron preparadas de acuerdo con las recomendaciones de la F. A. O. (14).

Las determinaciones de mercurio se han realizado por espectrofotometría de absorción atómica sin llama, habiéndose utilizado

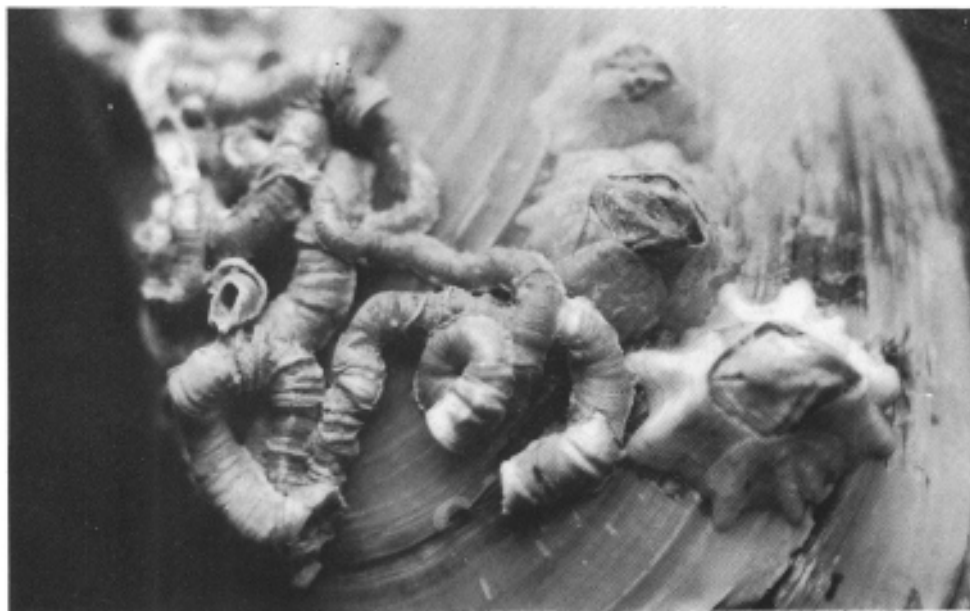


Foto 3. Sobre el mejillón en zonas de desembocadura se asientan el cirripedo de origen australiano *Elminius modestus* y el poliqueto de origen indo-pacífico *Mercierella enigmatica* que compiten a veces fuertemente con el mejillón. Ejemplar procedente de la desembocadura del Urola.

un analizador de mercurio Perkin-Elmer 303-0830. Siguiendo el manual de instrucciones (30), cuyo procedimiento está basado en el de HATCH y OTT (18), se analizaron las muestras una vez digeridas con un espectrofotómetro Perkin-Elmer, modelo 400 G.

Para el proceso de digestión se siguió básicamente los métodos de UTHE y ARMSTRONG con ligeras modificaciones (2 y 37).

En líneas generales la marcha seguida fue la siguiente; una vez preparada la muestra, se colocó en un matraz de Kjeldahl de 50 ml., añadiéndose 1 ml. de nítrico concentrado y 2 ml. de sulfúrico concentrado, efectuándose la digestión a temperatura controlada sin rebasar en ningún caso los 60°C., hasta obtener una solución clara. Una vez frío el matraz, se le añadió solución de permanganato potásico al 5% gota a gota, hasta color rosa persistente, añadiendo en ese momento 0,5 ml. en exceso, dejando los matraces a la temperatura ambiente durante un tiempo de aproximadamente 24 horas, al objeto de oxidar todo el mercurio presente a la forma iónica Hg^{++} . El exceso de permanganato se redujo por adición de 4 ml. de una solución de clorhidrato de hidroxilamina al 1,50/o. La muestra así tratada se colocó en un frasco aereador, donde fue diluida con agua destilada-desmineralizada a 150 ml. Se añadieron a con-

tinuación 4 ml. de una solución de cloruro estano al 10% haciendo burbujear sin demora una corriente de aire para evaporar el mercurio producido y llevar los vapores a la célula de absorción, medir así la absorción de la radiación emitida por una lámpara de cátodo hueco de mercurio a una longitud de onda de 253,7 nm., y detectando la máxima altura de pico (*peak height*) obtenida durante un tiempo de aereación de un minuto.

La prueba en blanco y la curva patrón se realizó siguiendo el proceso completo de digestión, siendo analizadas todas las muestras por duplicado.

RESULTADOS

De los resultados se puede deducir en líneas generales que se acumula mayor cantidad de mercurio en los especímenes de mayor tamaño, si bien esto puede tener excepciones a nivel local. ESTABLIER, 1972, observa mayor contenido en Hg de mejillones silvestres, que de otros cultivados de mayor tamaño (12), lo que puede ser debido a que los ejemplares que viven en estado silvestre tienen un crecimiento más lento.

En esta idea, al comparar el contenido en mercurio de los mejillones recogidos en la rasa de Aigorri en función de su tamaño, nos encontramos sorprendentemente con una relación inversa, es decir, a mayor talla menor

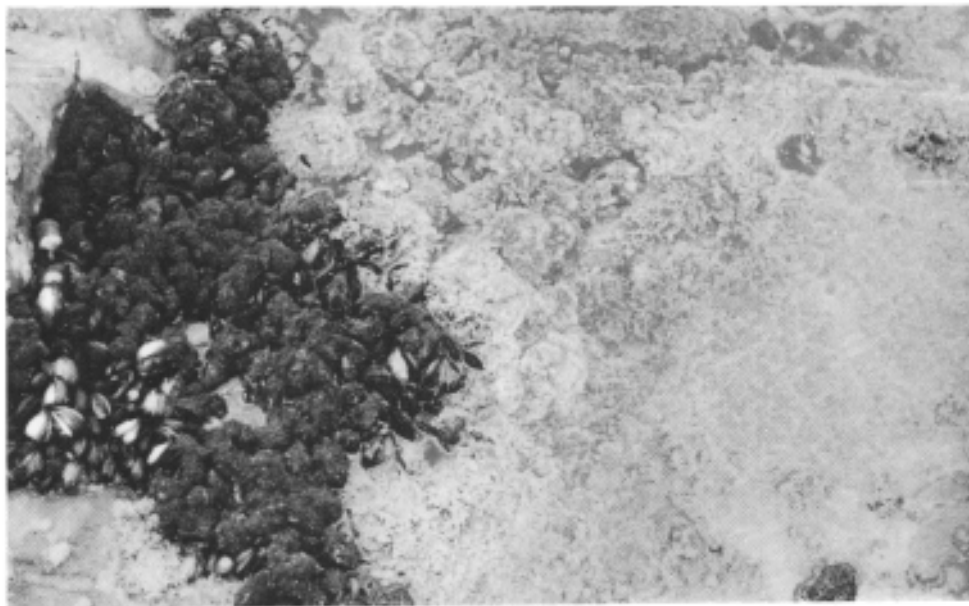


Foto 4. En el área de Mompás se establece una asociación *Mytilus-Caulacantus* en zonas emergidas durante la bajamar (a la izquierda) y *Mytilus-Corallina* en la zona sumergida de charcos y nivel mediolitoral inferior e infralitoral superior (a la derecha de la foto).

concentración de mercurio. Esta relación era del tipo:

$$y = \frac{A}{x^{1/3}}$$

siendo «x» la talla del mejillón, e «y» la concentración de mercurio, expresada en p.p.m. sobre peso fresco.

Aplicando el método de los mínimos cuadrados a la nube de puntos, obtuvimos la ecuación:

$$y = \frac{16,1647}{X^{0,3203}}$$

con un coeficiente de correlación $r = 0,7087$, sobre un total de 23 ejemplares.

La explicación a este singular fenómeno puede ser lógica, ya que como describimos anteriormente, los mejillones en esta localidad se encuentran restringidos en grietas muy angostas, quedando su crecimiento limitado por este factor. Si suponemos, como parece probable, que todos estos mejillones tienen la misma edad, unos habrán crecido menos debido a que están «encerrados» en hendiduras, estrechas, pero la filtración puede ser similar a la de los de mayor tamaño y entonces, lógicamente, los ejemplares más pequeños acumularán más cantidad de mercurio en función a su peso.

Referente a la concentración de Hg en valores medios (Fig. 1), podemos señalar

como interesante, que en zonas aparentemente polucionadas como Pasajes o la desembocadura del Oria, el contenido en mercurio es del orden de 0,20 p.p.m. sobre peso fresco, mientras que en zonas aparentemente más limpias como la desembocadura del Bidasoa y del Urumea, estos valores se duplican.

Esto podría ser debido a que algunos metales pesados son en cierta forma quelatados por residuos de la madera vertidos por la industria papelera y sedimentan en el fondo, mientras que en donde se ha producido una depuración de ligninas, estos metales son más fácilmente incorporados a la cadena trófica del mejillón.

Recientemente (32, 33, 34) los autores japoneses TATSUYAMA & EGAWA han observado este fenómeno de eliminación de metales pesados, Cd, Cu y Pb, por productos derivados de la industria papelera e incluso en ciertos casos se empieza a pensar en contrarrestar la polución debida a metales pesados utilizando este tipo de sustancias.

En líneas generales, como se puede apreciar en la Fig. 1, en nuestro litoral, y prescindiendo del tamaño de los especímenes, podemos observar dos tipos de poblaciones: el primero, bastante generalizado a lo largo de toda la costa, estaría en unos niveles de concentración de mercurio del orden de 0,1 - 0,2 p.p.m. Estos son los valores característi-

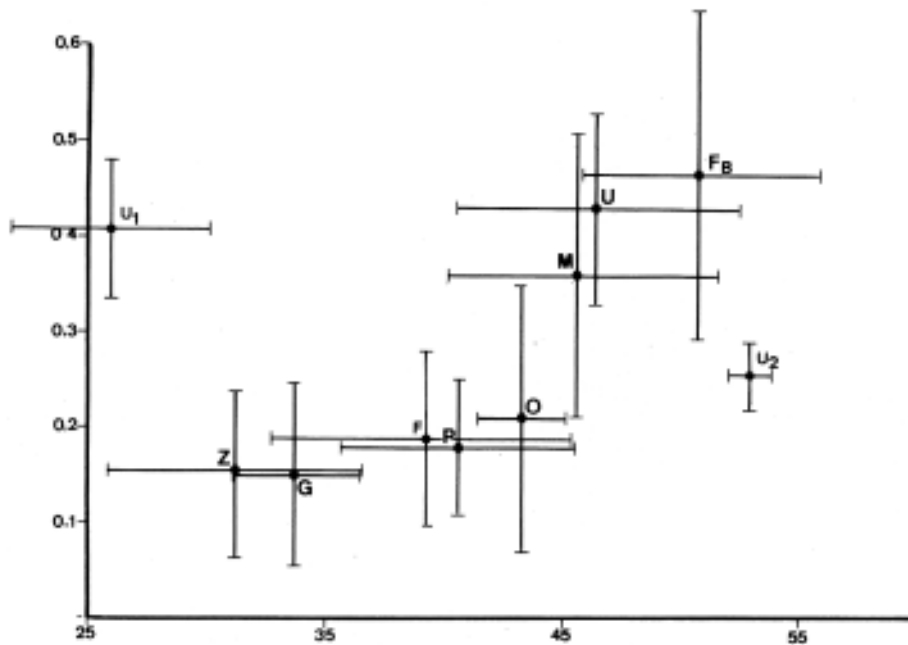


Fig. 1. En abscisas talla de *M. edulis* en mm. y en ordenadas concentración de Hg total expresado en ppm.

- G: Ejemplares de la ría de Guernica.
 Z: Ejemplares de Zumaya (rasa de Aigorri)
 U₁: Lote de ejemplares pequeños de la desembocadura del Urola en Zumaya.
 U₂: Id., de ejemplares grandes.
 M: Ejemplares de Mompás.
 P: Ejemplares de Pasajes.
 F: Ejemplares de Fuenterrabía, Punta del Fraile.
 F_B: Ejemplares de Fuenterrabía en la desembocadura del río Bidasoa.

cos para la costa noreste española, y se aproximan mucho a los observados por ESTABLIER en la costa noroeste de la península (13).

El segundo grupo de valores, 0,4-0,5 p.p.m., tiene una distribución geográfica más restringida y se localiza en el área San Sebastián - Mompás y Bahía de Higeru.

Como señalábamos anteriormente, en estas zonas desembocan los ríos aparentemente más limpios de la provincia, Bidasoa y Urumea. Pero no hay que perder de vista que, por ejemplo, la playa de Gros, influenciada por el colector de Mompás, es como señala CONTRERAS, sin duda la de mayor densidad bacteriana de la costa guipuzcoana (6).

En las muestras analizadas de las desembocaduras del Urola y Oria, hemos encontrado en los especímenes de *M. galloprovincialis*, valores de concentración de mercurio algo superiores a los que presenta *M. edulis* de la misma talla. Este hecho, no reflejado

en las tablas, necesita una comprobación estadística posterior, ya que en el presente trabajo nos centramos en el estudio de *M. edulis*.

No obstante, puede resultar interesante el estudio del mecanismo de acumulación en ambas especies, probablemente distinto. Así, por ejemplo, el período de semieliminación de *M. edulis* es según MARIÑO y col., de 45 días (26), mientras que el mismo período para la especie mediterránea *M. galloprovincialis* es de 1.000 días (27), si bien en este último caso, los datos se refieren a metil-mercurio.

A la luz de los últimos descubrimientos realizados en 1978 por NOEL & LAMBOT y col., sobre el papel de las metalotioneínas en el mecanismo de acumulación del mercurio en animales marinos, podemos preveer que la especie mediterránea *M. galloprovincialis* ha podido desarrollar genéticamente en el pro-

ceso evolutivo, un mecanismo de producción de metalotioneínas mucho más activo que el desarrollado por la especie atlántica *M. edulis*. Así resulta que, si bien los valores totales de mercurio en mejillón mediterráneo (*M. galloprovincialis*) son altos, de 2,58 p.p.m., solamente 0,06 p.p.m. son metilmercurio (36). Cabe pensar que, aunque los valores del mercurio para la especie atlántica *M. edulis* son mucho más bajos, el porcentaje de metilmercurio respecto al mercurio total sea mucho mayor, de donde se podría derivar una mayor toxicidad para esta especie, aun con contenidos más bajos de mercurio. Esta desventaja puede ser compensada al ser el período de semieliminación mucho más rápido, como ya hemos apuntado.

Referente a los valores medios observados para la especie *M. edulis* en nuestra península, en el N. O. Establier encuentra valores medios comprendidos entre 0,06 y 0,14 p.p.m., si bien en las proximidades de la zona de Marín aumenta a valores de 0,24 a 0,28 p.p.m., (13), que concuerdan con los valores normales encontrados por MARIÑO y col. en Oza y Villagarcía de Arosa (26).

Para la Bahía de Cádiz, S. O. de la Península, no hemos encontrado datos concretos referentes al mejillón, pero los valores obtenidos en otras especies de moluscos lamelibranchios oscilan entre 0,05 y 0,12 p.p.m. (12).

En otras zonas atlánticas, como el estuario del Támesis, los valores encontrados son de 0,02 a 0,65 p.p.m. (1) y en Escocia, concretamente en Clyde Sea de 0,02 a 0,70 p.p.m. (19).

Referente a la especie mediterránea los valores hallados sufren grandes oscilaciones según la localidad. UI encuentra 2,58 p.p.m. en Niza, mientras que Majori y col. dan un valor máximo de 0,227 p.p.m. en el golfo de Trieste (36 y 23).

Se ha estudiado también el contenido de mercurio en los mejillones de la ría de la Coruña, con motivo del hundimiento del barco Erkowik, que transportaba gran cantidad de cloruro mercúrico, alcanzando valores límites de hasta 5 p.p.m., si bien los valores medios máximos oscilaban entre 1,3 y 1,4 p.p.m. (26).

Al ser el período de semieliminación del mercurio en el mejillón atlántico relativamen-

te corto, es evidente que los datos aportados en la tabla I, deben ser considerados como provisionales. Será conveniente realizar en algunas estaciones, un estudio continuo a lo largo del tiempo, no obstante, estos datos nos pueden servir como una primera aproximación y muestran claramente cómo la acumulación del mercurio en nuestra costa tiene un carácter local para valores altos, y un carácter general para los valores bajos. De todas formas, estos valores oscilan entre 0,10 y 0,20 p.p.m. mientras que en ciertas zonas del Mediterráneo los valores son del orden de 0,03 a 0,05 p.p.m. Según MAJORI y col., los valores máximos encontrados en la zona más polucionada del golfo de TRIESTE, son del orden de 0,227 p.p.m., como ya hemos indicado, valores que entrarían dentro de lo que nosotros calificamos como valor normal.

Hay algunos resultados un tanto extraños, como son los valores de 0,40 p.p.m. encontrados en los mejillones pequeños de la desembocadura del Urola, y de 0,25 p.p.m. en los adultos encontrados en el mismo lugar.

Es pronto aún para sacar conclusiones definitivas, por lo que conviene estudiar mejor el mecanismo de la acumulación de metales pesados como Hg, Cd, Pb, etc... en organismos de la biota bentónica litoral, a fin de poder establecer los niveles actuales, futuros y su posible evolución con el tiempo. Cuando mediante tratamientos primarios y secundarios las industrias que producen una contaminación muy aparente y de gran repercusión ecológica, vayan eliminando este tipo de vertidos, aparecerá el problema invisible de la polución por otros agentes como los metales pesados, de menor repercusión ecológica, o al menos espectacular, pero de mayor trascendencia desde el punto de vista sanitario.

La base inicial de actuación «pasteuriana» se ha extendido a la química. La sanidad no se encierra ahora entre las placas de Petri, sino que habiendo dado entrada a biólogos y químicos, el campo de estudio se ha agrandado en beneficio del propio clínico que ha de encontrar, por causa de nuevos hallazgos, muchas más razones etiopatológicas en sus enfermos.

TABLA I

	Guernica (ría)	Zumaya	Urola 1	Urola 2	Orio	Urumea	Mompás	Pasajes	Fuenterrabía (Pt ^o Fraile)	Fuenterrabía (Bidasoa)
Talla media	33,8	31,13	26	53	43,24	46,41	45,69	40,65	39,1	50,71
Desviación típica	2,61	5,32	5,51	0,96	1,92	6	5,9	4,9	6,33	5,01
Hg en ppm sobre peso fresco	0,15	0,15	0,41	0,25	0,21	0,43	0,36	0,18	0,19	0,44
Desviación típica	0,094	0,058	0,078	0,041	0,14	0,10	0,15	0,07	0,089	0,20
N.º de ejemplares analizados	16	23	6	4	17	17	16	20	10	28

Descripción y localización de estaciones muestreadas:

Guernica (ría): En el extremo N. de la isla de Chacharramendi, una gran masa compacta de mejillón y ostra: encima un nivel de *Pelvetia canaliculata*.

Zumaya: Rasa de Aigorri; el mejillón es muy raro y se encuentra en el nivel mediolitoral superior entre pequeñas grietas del flysch.

Urola 1 y 2: En la desembocadura del Urola aparecen grandes masas de ostra (*ostrea edulis*) y el poliqueto sedentario de origen Indo-pacífico *Mercierella enigmatica*. Sobre estas masas aparecen algunos mejillones más o menos aislados.

Orio: En la desembocadura del Oria aparecen numerosas piñas de mejillón y más esporádicamente *Mercierella enigmatica*.

Urumea: Grandes acúmulos de *Mytilus edulis* en la desembocadura.

Mompás: Zona mediolitoral media e inferior cubierta por *M. edulis*.

Pasajes: En la bocana exterior del puerto, algunos ejemplares más o menos aislados en lugares protegidos.

Fuenterrabía (Pta. del Fraile): Grandes masas de mejillones pequeños.

Fuenterrabía (desembocadura del Bidasoa): Grandes masas en el espigón, debajo del nivel de *Enteromorpha*, de tamaño relativamente grande.

RESUMEN

CONTENIDO EN MERCURIO DE LOS MEJILLONES (*Mytilus edulis*) SILVESTRES DE LA COSTA VASCA

En el presente trabajo, se estudia el contenido en mercurio en diez muestras procedentes de distintos puntos del litoral de la costa de Guipúzcoa y Vizcaya.

Los valores normales de contenido de mercurio expresados en p.p.m. sobre peso fresco total, están comprendidos entre 0,1 y 0,2 p.p.m., con la excepción de las muestras recogidas entre San Sebastián y Mompás así como en la desembocadura del Bidasoa, donde los valores son de 0,4-0,5 p.p.m.

La tabla 1, resume los resultados de los análisis de Mercurio por espectrofotometría de absorción atómica y se discuten las variaciones geográficas de los valores observados.

SUMMARY

MERCURY CONTENT OF THE MUSSELS (*Mytilus edulis*) GROWING FREE IN THE BASQUE COAST.

In the present work, we study the content of Hg in 10 samples obtained in different places of the Guipuzcoa and Vizcaya coast.

In the mussels, mercury content in p.p.m. wet weight, ranges between 0,1-0,2 are generalized, with the exception of the samples of San Sebastián - Mompas and the Bidasoa debouchure with a content of 0,4-0,5 p.p.m.

TABLE I summarizes the result of analysis of Hg (atomic absorption spectrophotometry) and their geographical variations are discussed.

BIBLIOGRAFIA

1. ANONIMO (1971).—Survey of mercury in food. First report working party on the monitoring of food-stuffs for mercury and other heavy metals. MATT. HMSO London 33 p.
2. ARMSTRONG F. A. J. & J. F. UTHE (1971).—Semiautomated determination of mercury in animal tissue. AT. ABSORPT. NEWSL. 10: 101-103.
3. BAYNE B. L. (1972).—Some effects of stress in the adult on the larval development of *Mytilus edulis*. NATURE 237: 459.
4. BAYNE. B. L. (1973).—Physiological changes in *Mytilus edulis* L. induced by temperature and nutritive stress J. MAR. BIOL. ASS. U. K. 53: 39-58.
5. BELLAN-SANTINI, D. (1966).—Influence des eaux polluées sur la flore et la faune marines benthiques dans la région marseillaise. TECH. SCI. MUNIC. 7: 285-292.
6. CONTRERAS. L. (1977).—Estudios sanitarios en la costa guipuzcoana. San Sebastián, 1977. 174 pp.
7. CROTHERS J. H. (1976).—On the distribution of some common animals and plants along the rocky shores of west Somerset. FIELD STUD. 4(3): 369-389.
8. DAVIDS C. (1964).—The influence of suspensions of micro-organisms of different concentrations on the pumping and retention of food by the Mussel (*M. edulis*). NETH. J. SEA RES. 2: 233-249.
9. DREGOL'SKAYA. I. N. (1972).—The cell heat resistance of the mollusc *Mytilus galloprovincialis* from the Adriatic and Black Seas. TSITOLOGIYA 14(10) 1.239-1.244 (en ruso).
10. DREGOL'SKAYA. I. N. (1963).—Heat resistance of ciliated epithelium of gills of *Mytilus galloprovincialis* L. from the Black Sea. PROBL. TSITOEKOL. ZHIVOT. 6: 43-50 (en ruso).
11. EICHENBERGER. E. (1976).—Rapport sur une mission en Espagne. 20 Avril - 7 May 1976. OMS.
12. ESTABLIER, R. (1972).—Concentración de mercurio en los tejidos de algunos peces, moluscos y crustáceos del Golfo de Cádiz y Caladeros del Noroeste Africano. INV. PESQ. 36(2): 355-364.
13. ESTABLIER, R. (1973).—Contenido en mercurio de los mejillones (*Mytilus edulis*) silvestres y cultivados de la zona Noroeste Española. INV. PESQ. 37(1): 101-106.
14. FAO (1976).—Manual of methods in aquatic environment research. Part 3: Sampling and Analyses of Biological Material. FAO FISH. TECH. PAPER n. 158.
15. FISCHER-PIETTE, E. (1935).—Quelques remarques bionomiques sur la côte basque française et espagnole. BULL. LAB. MARIT. DINARD 14: 1-14.
16. GABBOTT, P. A. & B. L. BAYNE (1973).—Biochemical effects of temperature and nutritive stress on *Mytilus edulis* L. J. MAR. BIOL. ASS. U. K. 53: 269-286.
17. HARGER, J. R. E. & D. STRAUGHAN (1972).—Biology of sea mussels *Mytilus edulis* and *M. californianus* before and after the «Santa Barbara» oil spill (1969). WATER, AIR AND SOILPOLLUT. 1:381-388.
18. HATCH, W. R. & W. L. OTT (1968).—Determination of Sub-Microgram quantities of mercury by Atomic Absorption Spectrophotometry. ANAL. CHEM. 40: 2.085-2.087.
19. HOLDEN, A. V. (1972).—Mercury in fish from Scottish coastal waters. BASELINE STUD. POLLUT. MAR. ENVIRON. BROOKHAVEN INTERN. LAB. May 1972: 24-26.
20. LEE, Ch., Y. S. KO & J. K. LEE (1972).—A study on the growth of the mussel *Mytilus edulis* in a salt-field reservoir. BULL. KOREAN FISH. SOC. 5(3): 71-75.
21. MACKAY, D. W. (1975).—Report on a mission to Spain 5 - 25 January 1975. OMS.
22. MAJORI, L., G. NEDOCLAN, G. B. MODONUTTI & F. DARIS (1978).—Study of the seasonal variation of some trace elements in the tissues of *Mytilus galloprovincialis* taken in the Gulf of Trieste. REV. INT. OCEAN. MED. 49: 37-40.
23. MAJORI, L., G. NEDOCLAN, G. B. MODONUTTI & F. DARIS (1978).—Methodological researches on the phenomenon of metal accumulation in the *Mytilus galloprovincialis* and on the possibility of using biological indicators as test-organisms of marine metal pollution. REV. INT. OCEAN. MED. 49: 81-87.
24. MANCY, K. H. (1975).—Report on a mission to Spain 27 February - 11 March 1975. AMS.
25. MARIÑO, M. (1972).—Determinación de mercurio en aguas mediante espectrofotometría de absorción atómica sin llama. DOC. INV. HIDROL. 12: 246-253 (Supl. AGUA).
26. MARIÑO, M., J. M. ROMERO, B. SANCHEZ. F. MURIAS, P. ANECHINA y J. de la SERNA (1974).—Estudio de la contaminación accidental de la ría de La Coruña, por compuestos mercuriales y de su evolución. REV. SAN. HIG. PUB. 48: 187-210.
27. MIETTINEN, J. K. (1972).—Mercury as a hydrospheric pollutant II: biological half-time of methylmercury in four mediterranean species: fish, a crab and two molluscs. MAR. POLLUT. AND SEA LIFE. FAO. 295-298.
28. NOEL-LAMBOT, F., J. M. BOUQUIGNEAU, F. FRANKENNE & A. DISTECHE. (1978).—Le rote des metallothioneines dans le stockage des metaux lourds chez les animaux marins. REV. INT. OCEAN. MED. 49: 13-20.
29. O.C.D.E.—Le mercure et l'environnement. París 1974.

30. PERKIN-ELMER (1976).—Instructions, Mercury analysis system 303-3.119. PERKIN-ELMER. Norwalk. Connecticut USA 1976.
31. SACCHI. C. F. & A. RENZONI. 1962. L'écologie de *Mytilus galloprovincialis* dans l'étang littoral du Fusaro et les rythmes annuels et nichémériaux des facteurs environnants. PUBL. STAZ. ZOOL. NAPOLI 32 (Suppl.): 255-293.
32. TATSUYAMA, K., H. EGAWA., H. SENMARU, T. GO-TO, S. JODAI & H. ONISHI (1975).—Sorption of heavy metals from the solutions on forest product waste. Sorption on Wood Flour and Bark Powder. BULL. FAC. AGRIC. SHIMANE UNIV. 9:58-62.
33. TATSUYAMA, K., H. EGAWA. H. SENMARU, T. GO-TO, S. JODAI & H. ONISHI (1975).—Removal of heavy metals from polluted water using forest product waste. Removal by Wood Flour and Bark Powder. BULL. FAG. AGRIC. SHIMANE UNIV. 9: 63-67.
34. TATSUYAMA, K., H. EGAWA, Y. TORATANI, T. GO-TO, S. JODAI & H. ONISHI (1976).—Sorption of heavy metals in polluted soil by forest product wastes. Sorption by Wood Flour, Bark and Paper Mill Waste. BULL. FAC. AGRIC. SHIMANE UNIV. 10: 86-92 (en japonés).
35. THEISEN. B. F. (1977).—Feeding rate of *Mytilus edulis* (Bivalvia) from different parts of Danish water of different turbidity. OPHELIA 16(2): 221-232.
36. UI, J. (1971).—Mercury pollution of sea and fresh water its accumulation into water biomass. REV. INT. OCEAN. MED. 22/23: 79-128.
37. UTHE, F. J., F. F. J. ARMSTRONG & M. P. STAIN-TON (1970).—Mercury determination in fish samples by wet digestion and flameless atomic absorption spectrophotometry. J. FISH. RES. BD. CAN. 27(4).
38. WIDDOWS, J. & B. L. BAYNE (1971).—Temperature acclimatation of *Mytilus edulis* with reference to its energy budget. J. MAR. BIOL. ASS. U. K. 51:827-843.