

ESTUDIOS BASICOS DE CONTAMINACION MARINA

RADIOACTIVIDAD EN ORGANISMOS MARINOS DE LA COSTA NOROCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA.

por:

Katsuo Nishikawa K.* **Ingvar L. Larsen****

Ciencias Marinas Vol. 2 NÚM. 1

- * Becario de CONACYT de la UABC, Unidad de Ciencias Marinas. Ensenada, B. C., México.
- ** Investigador asociado, School of Oceanography, OSU.

RESUMEN

Como contribución al establecimiento de valores de la contaminación marina en la costa de México, se han realizado estudios sobre el contenido de radionúclidos en mejillones (*Mytilus californianus*) y percebes (*Pollicipes polymerus*) de la costa noroccidental de Baja California.

Estos organismos han sido seleccionados como indicadores biológicos por tener una amplia distribución, ser abundantes, sésiles, fácilmente colectables y además ser concentradores conocidos de radionúclidos.

Los resultados de las muestras recientemente analizadas son comparados con valores previamente publicados; durante la última década los niveles de radioactividad han decrecido considerablemente. Se presentan comparaciones con otras áreas geográficas.

ABSTRACT

As a contribution to the establishment of baseline values for marine pollution along the coast of Mexico, studies have been made regarding the radionuclides content in mussels (*Mytilus californianus*) and barnacles (*Pollicipes polymerus*) of the North-western coast of Baja California.

These organisms have been selected as biological monitors because they are widely distributed, abundant, sessile, easily collected, and are known concentrators of radionuclides.

Results of recently analyzed samples are compared with previously reported values. Levels of radioactivity have decreased considerably over the past decade. Comparisons with other geographical areas are presented.

INTRODUCCION

La introducción activa a nuestro medio ambiente de energía y sustancias ajenas al mismo, ha tenido como consecuencia el paulatino deterioro de nuestra biósfera. La magnitud y el alcance de la contaminación, son por desgracia poco conocidos, ya que sus efectos combinados y asociados a los cambios cíclicos y no cíclicos a nivel de ecósfera, son en su mayoría detectables únicamente a largo plazo. Es por esto que las observaciones realizadas ahora sobre nuestro medio, serán de utilidad en los futuros estudios ambientales.

El presente artículo es una contribución al establecimiento de valores básicos de la contaminación en las costas mexicanas. El contaminante en cuestión, es la radioactividad asociada a organismos marinos de la franja litoral, en la costa noroccidental de México.

Las fuentes de los radioisótopos artificialmente creados, están generalmente coligados al uso de los diferentes tipos de reactores y a las detonaciones de artefactos nucleares. Su presencia en organismos de la costa refleja algunas características de la lluvia radioactiva regional, la cual a su vez deriva de las

ESTUDIOS BASICOS EN CONTAMINACION MARINA

explosiones en la atmósfera, de armas atómicas en los campos de prueba existentes en diferentes regiones del planeta.

En este informe, se consideran dos organismos sedentarios: un molusco, el mejillón (*Mytilus californianus*) y un crustáceo, el percebe (*Pollicipes polymerus*), como indicadores biológicos de las variaciones en los niveles de radioactividad ambiental. La selección de dichos organismos se debe a que éstos poseen ciertas características deseables para este tipo de estudios, tales como: tener amplia distribución, ser organismos sedentarios fácilmente colectables y finalmente ser concentradores conocidos de radionúclidos.

La presencia de radionúclidos fue investigada en cuatro muestras integradas de tejido blando. Cada una de ellas compuesta de varios organismos de la misma especie y características, como se muestra en la Tabla No. 1.

Los valores obtenidos en Punta Banda, Baja California, se comparan con los de otras regiones en los Estados Unidos.

II. MATERIALES Y METODOS

Las muestras de mejillones y percebes, fueron colectadas el 13 de Junio de 1974, en la zona intermareal de Punta

Banda, Baja California (Fig. 1). Se congelaron en hielo seco para su transporte al laboratorio. Previo a la preparación de las muestras para su análisis, éstas fueron seleccionadas ya sea por tamaños (mejillones) o por órganos (percebes) como se muestra en la Tabla No. 1.

Una vez realizada la selección, los mejillones fueron abiertos y se separó las partes blandas con espátula de plástico. Los percebes se disectaron y se obtuvieron sus diferentes partes en formas separadas, de las cuales únicamente se analizaron el músculo peduncular y la masa visceral. Con excepción de la concha del mejillón, el resto fue secado a 110°C durante 72 hs. Se usaron vasos de precipitados descontaminados. Posteriormente las muestras fueron calcinadas en la mufla a 450°C durante 72 hs.

Una vez reducidas a cenizas, las muestras fueron transferidas a tubos de conteo, en los cuales se obtuvo el peso y volumen de la muestra. El análisis fue llevado a cabo por medio del espectrómetro de rayos gama con detector de peso de NaI(Tl) de 12.7 x 12.7 cm. El tiempo de conteo fue de 800 minutos.

Después de terminar el conteo de cada muestra, la contribución de la radioactividad ambiental natural y del

TABLA 1

Características de las muestras

Muestra No.	Organismo	No. de Ejemplares	Talla		Peso Promedio (g)	Tamano de la muestra (g)	Materia	
			Promedio	Rango			seca (%)	Ceniza (%)
35	Mejillon ¹	16	11.96 cm	13.75- 9.50	35.6275	570.04	16.688	2.244
36	Mejillon ²	19	7.64 cm	8.80- 6.00	13.8663	263.46	18.204	2.359
37	Percebe-M ³	124	25.83 cm	32.00-20.00	2.6238	325.35	21.408	2.294
38	Percebe-V ⁴				1.9061	236.36	19.733	2.483

Nota:

¹*Mytilus californianus*, grupo de ejemplares grandes.

²*Mytilus californianus*, grupo de ejemplares chicos.

³*Pollicipes polymerus*, muestra de tejido musculoso peduncular.

⁴*Pollicipes polymerus*, muestra de la masa visceral localizada dentro de las placas calcareas.

TABLA 2 I

Nivel de K-40 encontradas en las muestras

Muestra No. pCi K-40/kg (materia humeda)

35	1643
36	2074
37	1819
38	1786

equipo durante el conteo, fue electrónicamente substraído. Los resultados del análisis se obtuvieron simultáneamente en un graficador X-Y, en un impresor digital y en cinta de papel perforado.

Los datos obtenidos se transfirieron a una computadora CDC-3300 de la Universidad Estatal de Oregon, EUA. La reducción de los datos se llevó a cabo con un programa de mínimos cuadrados no lineal.

Con el propósito de comparar el espectro de energía de la muestra, el programa de la computadora fue alimentado con un estándar de valores conocidos de radiactividad. Finalmente los valores de radioactividad fueron corregidos a la fecha de muestreo y expresados en pCi/g de ceniza.

La conversión de los valores a peso seco y húmedo se llevó a cabo con los siguientes factores:

Muestra No.	Factor cenizas a seco	Factor seco a húmedo
35	7.436	5.992
36	7.716	5.493
37	9.332	4.671
38	7.948	5.608

III. RESULTADOS

El examen de las muestras, dio como resultados espectros de energía en los cuales el único fotopico bien definido, fue el correspondiente al canal potasio-40. Los resultados se muestran en las Tablas 2 y 3.

Este isótopo se encuentra ampliamente distribuido en forma natural en la Ecósfera, tiene una vida media de 1.3×10^9 años. Decae por emisión beta a calcio-40, y por captura K a argón-40. Este último por emisión gama, forma el Ar-40 estable (Eisenbud, 1963).

Ningún otro radioelemento se logró detectar, ya sea por su ausencia, o porque su concentración fue menor o igual al límite de detección del instrumento, con respecto a las condiciones de la muestra usada.

IV. DISCUSION

A partir de 1963, varios autores han publicado artículos sobre el contenido de radionúclidos en mejillones (*M. californianus*) de Punta Banda, Baja California. La Tabla No. 3 resume dichos informes. Con respecto al percebe (*P. polymerus*) únicamente existe una publicación previa a la presente por Young y Folson (1972), ambos valores se encuentran citados en la Tabla No. 3.

Las Tablas No. 4 y 5, corresponden a valores obtenidos en La Jolla, California, EUA, y Yaquina Head, Oregon, EUA. Ambos se citan con fines comparativos.

En la discusión se consideran 5 radioisótopos: zinc-65, manganeso-54, potasio-40, cesio-137 y cobalto-60. Esto es debido a que ellos son los más importantes ya que poseen una vida media larga, y/o se encuentran en la lluvia radioactiva atmosférica o bien son productos de activación.

TABLA 3

Punta Banda, B.C., México, 31° N

Referencia	Fecha de Muestreo	Organismo	Radionuclidos (pCi/xg-Tejido Húmedo)*				
			Zn-65	Mn-54	K-40	Cs-137	Co-60
Nagaya y Folson, 1964	5/63	Mejillón	111±6.0	28.5±1.6	-	0±1.4	-
Young y Folson, 1972	2/64	Mejillón	95±13.0	46±6.6	-	-	15±1.2
Folson et al., 1973	10/70	Mejillón	9.0±1.7	-	1280±30	52±0.6	12.7±0.4
Young y Folson, 1972	11/71	Mejillón	6.9	3.1	-	-	3.3
Young y Folson, 1972	11/71	Percebe	6.9	5.4	-	-	5.0
Nishikawa y Larsen, 1974	6/74	Mejillón	< 5	< 3	1643	< 3	< 5
Nishikawa y Larsen, 1974	6/74	Percebe	< 5	< 3	1786	< 3	< 5

* ± indica una desviación estandar

ESTUDIOS BASICOS EN CONTAMINACION MARINA

TABLA 4

La Jolla, California, EUA, 33° N

<u>Referencia</u>	<u>Fecha de Muestreo</u>	<u>Organismo</u>	<u>Radionuclidos (pCi/kg-Tejido Humedo)*</u>			
			<u>Zn-65</u>	<u>Mn-54</u>	<u>K-40</u>	<u>Cs-137</u>
Young y Folsom, 1963	8/63	Mejillón	50	50	-	-
Young y Folsom, 1963	8/63	Percebe	100	100	-	-
Alexander y Rowland, 1966	8/64	Mejillón	8.08	-	-	-
Alexander y Rowland, 1966	8/64	Percebe	27.8	73.4	-	-
Hodge V., 1973	1/73	Mejillón	2.0	-	1490±30	3.7±0.4
Hodge V., 1974	6/74	Mejillón	1.5	-	-	-

* ± indica una desviacion estandar

TABLA 5

Yaquina Head, Oregon, EUA, 44° N

<u>Referencia</u>	<u>Fecha de Muestreo</u>	<u>Organismo</u>	<u>pCi/kg-Tejido Humedo</u>	
			<u>Zn-65</u>	<u>K-40</u>
Seymour y Lewis, 1964	7/61	Mejillón	9.4x10 ³	2.5x10 ³
Seymour y Lewis, 1964	6/62	Mejillón	1.1x10 ⁴	2.6x10 ³
Seymour y Lewis, 1964	10/63	Mejillón	6.9x10 ³	1.9x10 ³
Larsen, 1971	3/64	Mejillón	2.6x10 ³	-
Larsen, 1971	10/65	Mejillón	8.3x10 ³	-
Mellinger, 1966	6/66	Mejillón	3.7x10 ³	-
Larsen, 1971	7/67	Mejillón	2.4x10 ³	-
Toombs, 1969	8/69	Mejillón	2.2x10 ³	-
Toombs, 1972	7/70	Mejillón	1.0x10 ³	-
Larsen, 1974	6/71	Mejillón	3.9x10 ²	1.4x10 ³
Larsen, 1974	6/72	Mejillón	1.2x10 ²	1.8x10 ³
Larsen, 1974	6/73	Mejillón	3.1x10 ¹	1.4x10 ³
Larsen, 1974	6/74	Mejillón	1.9x10 ¹	1.3x10 ³

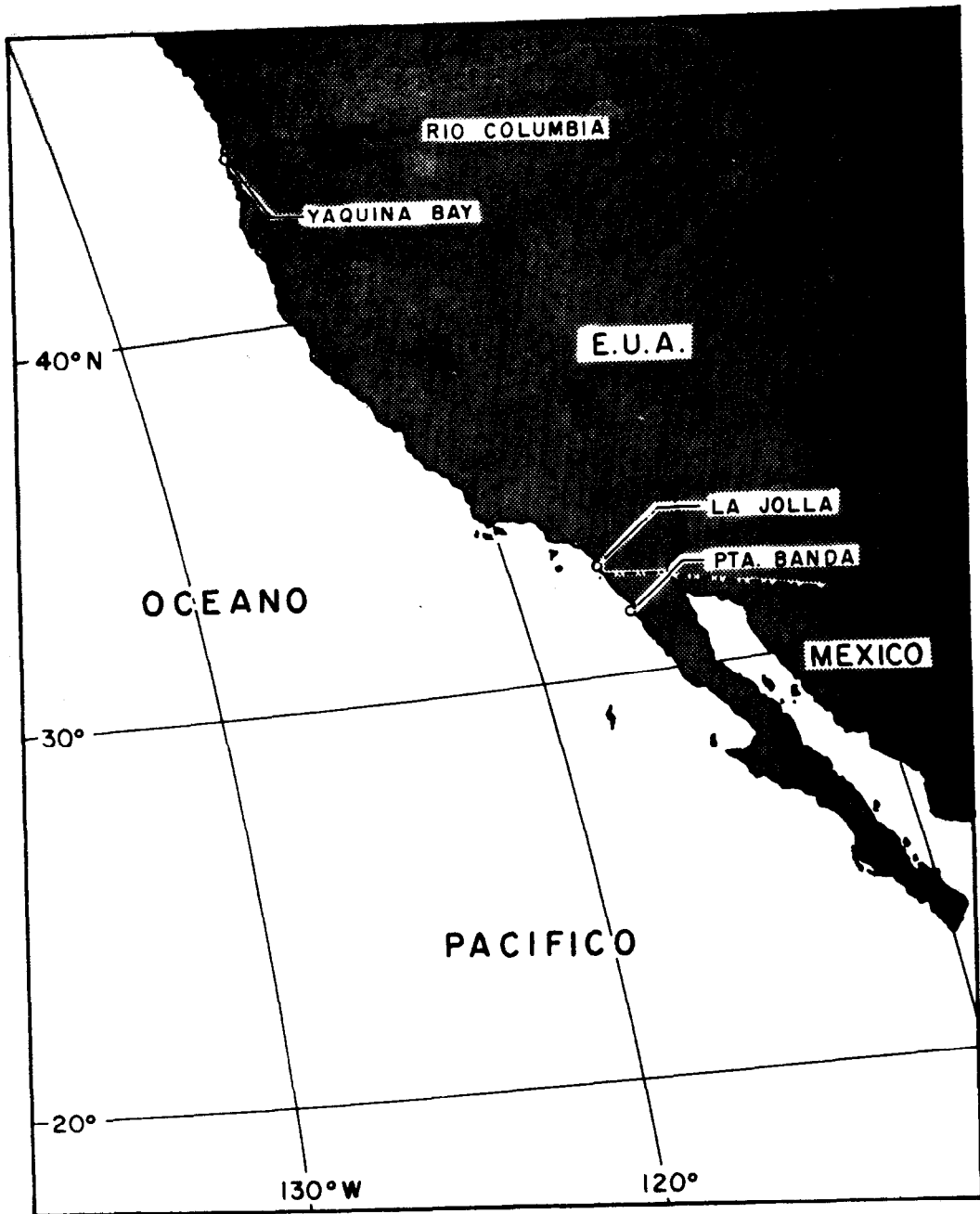


Figura 1.- Localizacion de las estaciones de muestreo.

Como puede apreciarse en las Tablas 3, 4 y 5, la máxima actividad fue registrada a principios de la década del 60. Con excepción del radionúclido natural K-40, los demás isótopos muestran una marcada disminución hasta obtenerse, como en el caso de Punta Banda, registros en los que no se han detectado.

Para Punta Banda y La Jolla, estos valores altos son posiblemente el reflejo de la lluvia radioactiva ocasionada por las pruebas de armas nucleares previo a su limitación. Cabe señalar que en esa época se llegó al máximo de detonaciones por año de dichos artefactos, declinando abruptamente su uso, sobre todo las detonaciones atmosféricas.

Sin embargo, en los últimos años, países como la República Popular de China y Francia, que no firmaron el acuerdo de la limitación de armas atómicas, han continuado sus experimentos atmosféricos.

A pesar de lo anteriormente señalado, según los últimos análisis, no ha existido incremento alguna en el contenido de radionúclidos en los organismos que se han analizado de esta zona.

Los valores altos de Zn-65 que se muestran en la Tabla No. 5, correspondiente a Yaquina Head, Oregon, EUA, fueron ocasionados por los reactores de la planta de Plutonio en Hanford, Washington. Dicha planta se encuentra sobre el río Columbia que desemboca en el Océano Pacífico (Fig. No. 1). Estos reactores estuvieron trabajando desde mediados de la década del cuarenta hasta Enero de 1971. Su contribución a la radioactividad de los organismos de Yaquina Head a 173 km al sur de la desembocadura; como puede apreciarse, ha sido considerable. Esta localidad es un ejemplo típico de la evolución de una zona que estuvo expuesta a la contaminación radioactiva.

El contenido de Zn-65 en mejillones de Punta Banda a principios de la década del 60, fue más alta que las encontradas en La Jolla, California. Sin embargo, en el caso del Mn-54, los valores altos correspondieron a La Jolla.

El Cs-137 en Punta Banda, B. C., subió de 1.4 en 1963 a 52 pCi/kg-Tejido Húmedo (TH) en 1970, sin embargo en 1974 no se logró detectarlo. En el caso

del Co-60 disminuyó de 15 pCi/kg-TH en 1964 a valores no detectables diez años después.

En las Tablas No. 3 y 4 puede apreciarse que los percebes por lo general contienen más radionúclidos que los mejillones por kg de tejido húmedo.

V. CONCLUSIONES

El análisis de espectrometría de rayos gama de radionúclidos en las muestras de mejillón, *M. californianus* y percebe, *P. polymerus*, colectados en Punta Banda, Baja California, el 13 de Junio de 1974, revelaron únicamente la presencia del radionúclido natural K-40. Los valores obtenidos en pCi/kg-TH fueron los siguientes:

1. Mejillón (7.64 cm. de longitud total:	2074
2. Mejillón (11.96 cm. de longitud total):	1643
3. Tejido muscular peduncular de percebes:	1819
4. Masa visceral de los percebes:	1786

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue subvencionado por la Comisión de Energía Atómica de los EUA. USAEC Contract AT(45-1)-2227 Task Agreement 12 (RLO-2227-T12-53).

El autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México, por la oportunidad que le ha brindado a través de la beca para estudios de postgrado que disfruta; gracias a lo cual se ha logrado desarrollar este trabajo.

Agradecemos al Sr. Marcos Geffroy por su valiosa ayuda en la colección de los ejemplares y la preparación de las muestras.

Nuestra gratitud la Dr. Norman Cuthshall por la revisión y discusión del presente artículo.

El manuscrito fue realizado por la Ocean. Amelia Chávez de Nishikawa a quien agradecemos sus observaciones y diligente trabajo.

Finalmente hacemos patente nuestra gratitud a la Sra. Karla McMechan por su valiosa crítica a este artículo.

Este trabajo fue presentado en el V Congreso Nacional de Oceanografía celebrado en Guaymas, Son., en octubre de 1974.

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, G. V. and R. H. Rowland. Estimation of Zn-65 background levels for marine coastal waters. *Nature* 210 (5032): 155-157, April 9, 1966.
- Eisenbud, M. Environmental radioactivity. McGraw-Hill Book Co. New York, USA, 1963.
- Hodge, V. Comunicación personal. Químico, asistente de investigación, SIO, Mt. Soledad Lab. for Marine radioactivity studies La Jolla, California, USA, 1973.
- Larsen, I. L. Determination of Zn-65 specific activity in various tissues of the California sea mussel, *Mytilus californianus*, Tesis de Maestría en Ciencia, School of Oceanography, Oregon State University, 1971.
- Larsen, I. L. Estudios presentes. Marine pollution ecology group. School of Oceanography, Oregon State University, 1974.
- Mellinger, P. J. The concentration of Zn-65 in *Mytilus californianus* as a function of distance from the Columbia river. in: Ecological studies of radioactivity in the Columbia river stuary and adjacent Pacific Ocean, ed. por James E. McCauley. Oregon State University, Dept. of Oceanography, Progress Report to the U. S. Atomic Energy Commission on contract At (45-1)-1750. 1966.
- Nagaya, Y. y T. R. Folsom. Zn-65 and other fallout nuclides in marine organisms of the California coast. *Journal of Radiation Research* 5 (1): 82-89. 1964.
- Seymour, A. H. y G. B. Lewis. Radionuclides of Columbia river origin in marine organisms, sediments, and water collected from the coastal and offshore waters of Oregon and Washington, 1961-1963. Seattle University of Washington, Laboratory of Radiation Biology. 1964.
- Toombs, G. L. Chief Radiochemist, Oregon State Board of Health, Division of Sanitation and Engineering Comunicación Personal 1969 y 1972.
- Young, D. R. y T. R. Folsom. Concentration of Zn-65 and Co-60, observed recently in marine organisms of the East Pacific. International Symposium on radioactive contamination of the human environment. Hiroshima, Japan. Nov. 11-13. 1963.
- Young, D. R. y T. R. Folsom. Mussels and barnacles as indicators of the variation of Mn-54, Co-60 and Zn-65 in the marine environment. LAEA Symposium, Seattle, Washington. 10-14 of July 1972. (STI-PUB-313), pp. 633-650. 1973.