

# ECOLOGIA DEL MAR NEGRO

## INVESTIGACION DE LA CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE MARINO DE TURQUIA

POR SAYHAN TOPCUOGLU

La investigación científica se traduce en la obtención de respuestas que pueden ayudar a proteger el medio ambiente marino del Mar Negro. En el marco de proyectos apoyados por el OIEA y otros canales de cooperación, los países de la región del Mar Negro aplican sus conocimientos técnicos y capacidades para ampliar los conocimientos científicos sobre la contaminación química y radiactiva.

Turquía se encuentra entre los países que están realizando estudios del Mar Negro, por diversas razones que están relacionadas con el medio ambiente, la economía y la salud. La costa del Mar Negro tiene más de 4000 kilómetros de longitud, de los cuales 1400 pertenecen a Turquía. La producción pesquera del país en el Mar Negro es de unas 454 000 a 500 000 toneladas anuales. Más del 80 por ciento de la captura es de anchoa, y el resto es principalmente de jurel, faneca, bonito, pez azul y otras especies. La producción de caracoles de mar y mejillones es de casi 20 000 toneladas anuales.

En toda la región del Mar Negro, el consumo anual de pescado por adulto es de unos 20 kilogramos. Por consiguiente, la protección de la salud humana tiene la máxima prioridad en la investigación científica de la contaminación de peces y otros organismos marinos comestibles. El proceso de la investigación científica no es una cuestión sencilla, ya que la contaminación ambiental y los efectos conexos relacionados con la salud dependen de diversos mecanismos. Ejemplo de ello es

que algunos resultados de las pruebas realizadas en Turquía con organismos marinos han indicado bajos niveles de un contaminante determinado, sin embargo, ese resultado no significa que el organismo sea ecológicamente inocuo, ni tampoco puede decirse que sea un producto idóneo para el consumo humano, si no se realiza otro análisis detallado para determinar cada tipo de contaminante.

Cabe esperar que nuestros conocimientos científicos sobre los problemas de la contaminación en el medio ambiente marino se amplíen en los años venideros. Los adelantos registrados en la integración de la biocinética, la ecotoxicología y los análisis de riesgos en los estudios sobre la vigilancia ambiental podrían permitir que, con el tiempo, sea posible determinar la sensibilidad de las poblaciones humanas y de los organismos marinos a los contaminantes. El Laboratorio de Radioecología del Centro de Capacitación e Investigaciones Nucleares de Çekmece (ÇNAEM), en Turquía, realiza esos estudios integrados. El Laboratorio ha acumulado gran experiencia a lo largo de los años, por ejemplo, mediante su colaboración, desde 1970, con el Laboratorio del OIEA para el Medio Ambiente Marino (MEL), en Mónaco. Además, el Laboratorio se ha beneficiado de los proyectos de cooperación técnica y los programas de investigaciones del Organismo. En el presente artículo se destacan determinados estudios del Mar Negro realizados en Turquía en relación con la contaminación radiactiva y química.

### Contaminación radiactiva.

A raíz del accidente de Chernóbil, en 1986, se determinaron, semanal y mensualmente durante tres años, los radionucleidos procedentes de la precipitación en muestras de peces del Mar Negro. Se seleccionaron las muestras de peces de especies tanto pelágicas como bentónicas, que pueden convertirse en productos para el consumo humano. En mayo de 1986, se observaron niveles elevados de actividad gamma total (yodo 131, rutenio 106, cesio 134 y cesio 137) en muestras de peces, en la escala de 37 a 65 Bq/kg. Los niveles totales de radiactividad observados en las muestras de peces disminuyeron gradualmente durante los tres primeros meses. En lo sucesivo, salvo el cesio 137, no se detectaron radionucleidos que se atribuyeran al accidente de Chernóbil.

Después del accidente, los radionucleidos de Chernóbil también se investigaron en mejillones, caracoles de mar y especies de macroalgas. Las actividades más elevadas observadas en el caso del cesio 134 y el cesio 137 fueron de 142 Bq/kg y 289 Bq/kg de peso seco en tejidos blandos de mejillones durante mayo y junio de 1986, respectivamente. El radionucleido de plata 110m se detectó en bajos niveles en

---

*El Sr. Topcuoglu forma parte del personal del Laboratorio de Radioecología del Centro de Capacitación e Investigaciones Nucleares de Çekmece (ÇNAEM), en Turquía. Correo electrónico: stopcuoglu@superonline.com*

caracoles de mar durante 1986 y 1987. Se descubrió que la actividad del estroncio 90 estaba por debajo de 0,1 Bq/kg del peso seco en todas las muestras. Los resultados indicaron que la parte occidental turca del Mar Negro estaba menos contaminada que la oriental.

Recientemente, se está dedicando cada vez más atención al estudio de los radionucleidos naturales en el medio ambiente marino, debido a que se han encontrado niveles más elevados de algunos radionucleidos naturales provenientes de la industria de los combustibles fósiles, la industria del fosfato, la industria petrolera y el uso de fertilizantes. El ÇNAEM participa en un proyecto de investigación del OIEA en esta esfera. Los especialistas turcos han venido trabajando desde 1997 en la determinación de radionucleidos antropógenos --polonio 210, plomo 210, uranio 238, torio 232 y potasio 40-- en muestras de biota y sedimentos de siete estaciones en el Mar Negro. Asimismo, se han realizado estudios del cesio 137 antropógeno.

Los resultados preliminares demostraron que las concentraciones de uranio 238 y polonio 210 en las anchoas se situaban en valores de 38 a 101 Bq/kg y de 94 a 112 Bq/kg de peso seco, respectivamente. Esos resultados confirman que la principal contribución a la contaminación radiactiva de los peces se debe a los radionucleidos naturales, y que la contribución del cesio 137 antropógeno (procedente de los ensayos de armas nucleares en la atmósfera y del accidente de Chernóbil) es insignificante. (Véase el cuadro de esta página.)

También se investigó la biocinética del americio 241, de la plata 110m y del cesio 137 en mejillones, la lapa, el caracol de mar y especies de macroalgas de las aguas del Mar Negro

**CONCENTRACIONES DE METALES EN MUESTRAS DE BIOTA Y SEDIMENTOS DEL MAR NEGRO, 1997-1998**

Metal	Macroalgas	Mejillón de mar	Caracol	Anchoa peces	Otros	Sedimento
Cadmio	0,5-2,7	1,8-6,4	0,4-2,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,6-0,9
Cobalto	<0,05-6,5	1,8-2,9	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,4	5,2-17,2
Cromo	<0,05	2,2-7,6	0,5-0,6	0,3-0,8	0,2-0,3	22-122
Níquel	2,3-83,8	4,0-4,1	<0,01	<0,01	<0,01	2,2-69,1
Zinc	59-96	256-512	41-45	30-40	26-30	57-127
Hierro	106-1095	355-597	27-98	37-44	30-32	2,6-4,9
Manganeso	23-296	10,1-22,8	1,9-3,5	1,8-2,5	0,5-0,7	354-902
Plomo	<0,1-10,8	0,3-2,6	<0,01	<0,01	0,3-1,4	11-30
Cobre	3,5-16,5	7,3-8,0	17-35	2,2-2,8	1,0-1,3	23-75

Notas: Las concentraciones se expresan en microgramos por gramo de peso seco. Las muestras de macroalgas se tomaron durante 1994-1995.

**CONCENTRACIONES DE RADIONUCLEIDOS EN LAS MUESTRAS DE BIOTA Y SEDIMENTO TOMADAS EN EL SECTOR TURCO DEL MAR NEGRO, 1997-1998**  
(EN BECQUERELIOS POR KILOGRAMO DE PESO SECO)

	Polonio 210	Uranio 238	Torio 232	Cesio 137
Macroalgas	9-55	<13-744	<7-305	<3-25
Mejillón (parte blanda)	100-162	140-240	<7	<3-20
Caracol de mar (parte blanda)	76-141	31-179	<7	<3-22
Anchoa	94-112	38-101	<7	<3-10
Otras especies de peces	2-7	<13-198	<7	<3-25
Sedimento	5-216	<13-63	12-36	<3-138

en condiciones de laboratorio. Además, se investigó el cesio 137 en mejillones y especies de macroalgas en las condiciones del Mar Negro contaminado después del accidente de Chernóbil. Se observó que los períodos de semidesintegración biológica del cesio 137 en los mejillones y las macroalgas eran de 63 días y de 19 a 29 meses, respectivamente.

Esas conclusiones se derivan de los resultados obtenidos en un programa coordinado de investigaciones del Organismo, ejecutado de 1993 a 1996, sobre la aplicación de las técnicas de trazadores en estudios de los procesos y de la contaminación en el Mar Negro. El programa demostró que las concentraciones de radionucleidos antropógenos en el medio ambiente del Mar Negro, aunque son mucho más altas que en otras partes del océano mundial, son tales que no se puede esperar que traigan consecuencias radiológicas significativas para el público.\*

Turquía también ha participado activamente en los proyectos de cooperación técnica del OIEA, regionales y nacionales. Un proyecto regional, iniciado en 1995 y titulado "Evaluación del medio ambiente marino en la región del Mar Negro", incluye laboratorios ubicados en Turquía y en otros cinco países de la región. Este proyecto ayuda a los países que bordean el Mar Negro a elaborar programas de vigilancia de radionucleidos en el medio marino y de respuesta a emergencias, coordinados a nivel regional, y a evaluar los procesos clave que determinan el destino final de los contaminantes en el Mar Negro, utilizando trazadores radiactivos.

\*Véase "Un mar de cambiante fortuna, desarrollo sostenido en la región del Mar Negro", Boletín del OIEA, Vol. 40, No. 3 (1998).

Un proyecto nacional de cooperación técnica de Turquía, aprobado en 1997, está dirigido a aplicar técnicas nucleares en los estudios de la contaminación lacustre y marina. Los estudios investigaron la contaminación de la región del lago Küçükçekmece. Los científicos estudian la tasa de sedimentación en el medio ambiente del lago salobre. Se proyecta aplicar el estudio de la retención de sedimentos en el análisis de la radiactividad del material sedimentado en el medio ambiente costero de la región turca del Mar Negro.

**Contaminación química.** Los metales se introducen a través de los ríos o la descarga directa de desechos industriales en el Mar Negro. Además, la contaminación por hidrocarburos y los contaminantes transportados por el aire aumentan los niveles de los metales pesados en el Mar Negro. Por otra parte, la región occidental del Mar Negro se ha contaminado debido a los desechos químicos contenidos en barriles vertidos irresponsablemente en el pasado por barcos extranjeros.

En un estudio, se observó que las concentraciones de muchos elementos en partículas suspendidas en el aire eran un factor dos veces mayor en la parte occidental del Mar Negro, en comparación con las concentraciones correspondientes en la parte oriental. Ese estudio también demostró que Europa es la principal fuente de metales antropógenos en la atmósfera del Mar Negro.

Pese a las crecientes preocupaciones respecto de la contaminación del Mar Negro con metales, no se dispone de datos sistemáticos de la región para realizar evaluaciones o establecer una base de datos. Para poner fin a esta deficiencia, el ÇNAEM y el Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de Estambul iniciaron, en 1988, un estudio de

colaboración sobre los niveles de los metales en el medio ambiente marino del Mar Negro. El objetivo del proyecto es determinar sistemáticamente la concentración de metales en macroalgas y las muestras de sedimentos, y estudiar la variabilidad estacional y del lugar de toma de muestras.

Al mismo tiempo, con los estudios se han determinado las concentraciones de los metales en diversas especies de peces de este mar durante el período comprendido entre 1987 y 1989. Los resultados demostraron que las concentraciones de metales en macroalgas aumentaron gradualmente en las aguas costeras turcas del Mar Negro durante los años investigados. Por otra parte, los niveles de los metales en los peces no cambiaron en los últimos diez años. En el medio ambiente acuático, muchos metales suelen estar ligados a partículas de materiales y las tasas de deposición son relativamente rápidas. Por esa razón, los análisis del sedimento tienen gran valor como indicadores de los niveles de contaminación. (*Véase el cuadro de la página 13.*)

Los contaminantes más importantes del medio ambiente marino de la región turca del Mar Negro son los hidrocarburos de petróleo. La contaminación por hidrocarburos fue la causa principal de la degradación ecológica observada durante el período comprendido entre 1970 y 1995, en la parte occidental de este mar. Fracciones de petróleo o de crudos entraron en el Mar Negro debido a derrames y descargas relacionadas con el transporte marino, las descargas urbanas, la escorrentía de los ríos y el lastre de petroleros. Como resultado, murieron muchas gaviotas y otras especies de aves.

Al mismo tiempo, se sabe muy bien que los hidrocarburos de petróleo pueden afectar negativamente a los organismos

marinos. En concreto, los productos del petróleo a baja concentración pueden inhibir el crecimiento y la división celular de las algas fitoplanctónicas. A concentraciones elevadas, pueden ocasionar la disminución de la división celular, la velocidad de la fotosíntesis y la muerte de las algas. Por esas razones, en 1995, se había degradado gravemente una cadena alimentaria (fitoplancton-zooplancton-anchoa) en el Mar Negro. Sin embargo, esta cadena alimentaria se ha recuperado gradualmente después que los guardacostas de Turquía aplicaron medidas preventivas en relación con la descarga del lastre y de las aguas de sentina de los buques.

Las concentraciones de plaguicidas suelen ser más elevadas en la parte oriental del Mar Negro que en la occidental, lo que se atribuye a las aplicaciones de plaguicidas en hábitats muy diversos, incluidas las tierras agrícolas y las plantaciones de té y avellanas. En un estudio, se determinaron los residuos de plaguicida en diversos peces del Mar Negro durante 1974 y 1975. Ahora se realizarán análisis de plaguicidas en especies de peces, caracoles de mar y mejillones, capturadas en diferentes estaciones ubicadas en el Mar Negro durante el período 1997-1999.

Las concentraciones de nitrógeno de amoníaco, ortofosfato y detergente aniónico se determinaron en diferentes estaciones del Mar Negro en 1997 y 1998. Por lo general, los resultados indican que la costa turca del Mar Negro no es eutrófica. Por otra parte, la tasa de eutroficación aumenta gradualmente en focos críticos industriales cercanos a las descargas de aguas residuales. Los estudios muestran, además, que la contaminación microbiana se relaciona con las descargas de aguas residuales de zonas urbanas. □