

Contenido en mercurio, cobre y zinc en moluscos de diferentes zonas del golfo de Cádiz y estrecho de Gibraltar durante el período 1976-1977*

Por

RAFAEL ESTABLIER **

De 1966 a 1968 realizamos estudios encaminados a determinar las concentraciones de cobre, hierro, manganeso y cinc existentes en los ostiones (*Crassostrea angulata*) de distintas localidades de las costas de Cádiz (ESTABLIER, 1969, 1969a y ESTABLIER y GUTIÉRREZ, 1970) y entre los años 1968 y 1970 se estudió también la acumulación de cobre por los ostiones procedentes de distintas zonas de las costas de Huelva (ESTABLIER, 1972). En estos estudios se puso de manifiesto que los ostiones procedentes de la zona Rota-Sanlúcar de Barrameda en la provincia de Cádiz y ría de Huelva-Río Piedras en la de Huelva, alcanzaban concentraciones de cobre muy superiores a los máximos de este metal generalmente admitidos, destacando las concentraciones de cobre encontradas en los ostiones procedentes de la ría de Huelva ya que el valor medio encontrado era de 1.448,90 ppm de Cu referido a peso húmedo.

Asimismo durante el período 1971-1972 hicimos estudios con objeto de determinar los niveles de mercurio existentes en especies comerciales de peces, moluscos y crustáceos procedentes de diversos puntos de las costas del golfo de Cádiz (ESTABLIER, 1972a y 1973). Con respecto a los moluscos, las muestras estudiadas procedentes de diversas localidades del golfo de Cádiz dieron concentraciones de mercurio bastante bajas, generalmente valores inferiores a los 0,10 ppm sobre peso húmedo.

Al objeto de poder comprobar los niveles actuales de mercurio, cobre y cinc en los moluscos de la costa sudatlántica española y poder ver si han

* Recibido el 2 de agosto de 1977.

** Instituto de Investigaciones Pesqueras en Cádiz. Muelle Pesquero, s/n. Cádiz.

habido variaciones en los últimos 5-7 años en los contenidos en estos metales hemos realizado el presente estudio, tomando muestras mensuales de ostiones (*Crassostrea angulata*), almejas (*Tapes decussatus*), lapas (*Patella* sp.), chirlas (*Venus gallina*), berberechos o verdigón (*Cardium edule*), chocos (*Sepia officinalis*) y cañaila o caracol (*Murex trunculus*), según la abundancia de algunas de estas especies en las estaciones estudiadas.

Parte de estos estudios se han realizado con la ayuda económica del Plan de Explotación Marisquera y de Cultivos Marinos de la Región Sudatlántica (P.E.M.A.R.E.S.).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras de moluscos fueron recolectadas en estaciones situadas en Tarifa, Barbate, Sancti-Petri, Río San Pedro (bahía de Cádiz), Sanlúcar de Barrameda, Ría de Huelva, Río Piedras, Isla Cristina y Ayamonte. Estas localidades se encuentran situadas en el mapa correspondiente a la figura 1.

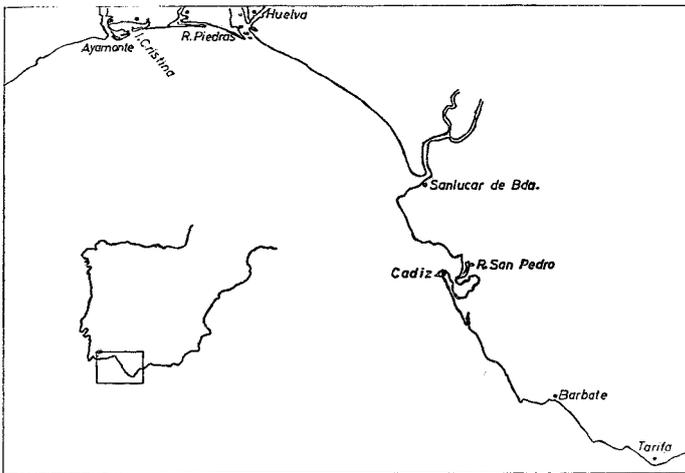


Fig. 1. — Situación de las localidades donde se han tomado las muestras.

Las muestras de bivalvos se prepararon cortándoles los músculos aductores y dejando escurrir el agua intervalvar durante 10 minutos, después se separó la parte comestible de las valvas y se molieron los tejidos en un triturador homogenizador hasta obtener una pasta finamente molida. En las muestras de lapas y cañailas, se separó la parte comestible de las

conchas y se molió. De las muestras de chocos se analizó únicamente el manto de los mismos.

Para la preparación de las muestras de almejas, chirlas y berberechos se utilizaron de 30-40 ejemplares; para las de lapas 40-50; para las de ostión y cañaila de 4 a 8 y para las de chocos de 3 a 5 individuos.

Los análisis de cobre y cinc se han realizado por espectrofotometría de absorción atómica de la forma descrita en un trabajo anterior (ESTABLIER, 1969). Los análisis de mercurio se han efectuado por espectrofotometría de absorción atómica sin llama (Técnica del vapor frío), efectuando previamente la digestión de las muestras por vía húmeda y temperatura controlada (ESTABLIER, 1972a).

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el cuadro 1 se dan los resultados obtenidos en los análisis de mercurio, cobre y cinc realizados en muestras de moluscos procedentes de las estaciones situadas en Tarifa, Barbate, Sancti-Petri, Río San Pedro (bahía de Cádiz) y Sanlúcar de Barrameda. En el cuadro 2 están especificados los resultados correspondientes a las muestras de Río Piedras (I El Terrón y II el Rompido), Isla Cristina y Ayamonte y en el cuadro 3 los obtenidos en muestras de chirlas procedentes de la ría de Huelva (A, Caladero Torre de la Vieja Guardia; B, Caladero Muelle del Vigía). Asimismo, en estos cuadros se dan las fechas en que fueron tomadas las muestras y las tallas de los moluscos utilizados en las mismas.

En los cuadros 4, 5 y 6 están especificados los valores máximos, mínimos y medios de Hg, Cu y Zn referidos a peso húmedo y seco encontrados para las almejas, ostiones, lapas, chirlas y berberechos procedentes de todas aquellas estaciones en que el muestreo de estos moluscos se pudo realizar más o menos regularmente.

1. Tarifa

En la estación situada en Tarifa sólo ha sido posible analizar muestras de lapas (*Patella sp.*) ya que otro tipo de molusco, principalmente bivalvo, no se encuentra en la zona. En el cuadro 1 se dan los resultados obtenidos en los análisis de mercurio, cobre y cinc efectuados en todas las muestras y en los cuadros 4, 5 y 6 están especificados los valores máximos, mínimos y medios de estos metales hallados para todos los análisis. De los resultados obtenidos se deduce que no existe una contaminación acusada por estos metales en dicha zona ya que estos moluscos, en zonas contaminadas, son capaces de acumular altas concentraciones de estos metales (NICKLES y col., 1972 y PEDEN y col., 1973).

CUADRO 1

Resultados de los análisis de Hg, Cu y Zn expresados en partes por millón (peso húmedo y peso seco) efectuados sobre muestras de moluscos procedentes de las estaciones situadas en la provincia de Cádiz

Fecha	Estación	Organismo	Talla mm	Hg (ppm)		Cu (ppm)		Zn (ppm)	
				p. húmedo	p. seco	p. húmedo	p. seco	p. húmedo	p. seco
21- 4-76	Tarifa	Lapa	25-33	0,08	0,32	3,19	12,99	17,84	72,25
17- 5-76	»	»	21-29	0,09	0,34	2,05	7,82	21,77	83,06
16- 6-76	»	»	21-27	0,04	0,14	1,92	6,96	19,24	69,74
1- 7-76	»	»	23-31	0,10	0,37	4,08	14,90	29,80	108,80
26- 8-76	»	»	20-30	0,09	0,33	2,45	9,03	23,43	86,36
27- 9-76	»	»	22-30	0,08	0,31	1,50	5,90	24,46	96,26
18-10-76	»	»	23-35	0,07	0,29	3,15	12,87	17,37	70,96
10-11-76	»	»	26-36	0,07	0,30	4,42	18,80	23,22	98,77
9-12-76	»	»	22-30	0,05	0,20	1,30	5,23	20,21	81,26
12- 1-77	»	»	25-29	0,07	0,31	1,90	8,49	—	—
21- 2-77	»	»	21-30	0,06	0,25	3,08	12,83	18,09	75,38
22- 3-77	»	»	22-35	0,04	0,14	1,85	6,68	19,11	68,99
21- 4-76	Barbate	Almeja	26-35	0,05	0,19	1,64	10,06	14,38	88,22
21- 4-76	»	Ostión	75-90	0,05	0,20	43,20	281,43	329,20	2.144,60
17- 5-76	»	Almeja	27-33	0,04	0,21	2,59	13,59	17,02	89,30
17- 5-76	»	Ostión	79-88	0,04	0,24	35,00	213,54	366,60	2.236,70
16- 6-76	»	Almeja	32-40	0,04	0,23	2,83	16,41	17,15	99,48
16- 6-76	»	Ostión	70-105	0,04	0,24	38,80	228,24	417,40	2.455,29
1- 7-76	»	Almeja	28-36	0,07	0,36	3,61	18,92	15,27	80,03
1- 7-76	»	Ostión	95-105	0,08	0,43	34,80	187,90	508,20	2.744,06
26- 8-76	»	Almeja	21-31	0,05	0,27	2,98	16,27	19,72	107,70
26- 8-76	»	Lapa	25-31	0,08	0,35	3,99	17,34	25,46	110,69
27- 9-76	»	Almeja	23-30	0,04	0,27	1,91	12,87	14,03	94,54
27- 9-76	»	Ostión	95-110	0,06	0,39	44,00	292,55	500,00	3.324,47
18-10-76	»	Almeja	30-37	0,08	0,55	1,25	8,53	15,45	105,46
18-10-76	»	Ostión	85-95	0,05	0,32	67,00	427,02	590,20	3.761,63
10-11-76	»	Almeja	29-38	0,10	0,64	1,28	8,16	14,67	93,56
10-11-76	»	Ostión	95-105	0,09	0,73	36,70	277,82	441,30	3.340,65
9-12-76	»	Almeja	26-31	0,07	0,44	1,08	6,75	15,64	97,75
12- 1-77	»	»	29-33	0,05	0,32	3,88	24,98	18,01	115,97
12- 1-77	»	Ostión	90-110	0,07	0,47	65,10	436,03	510,06	3.419,96
21- 2-77	»	Almeja	27-34	0,05	0,30	1,82	10,77	16,32	96,57
22- 3-77	»	Lapa	25-35	0,05	0,17	2,54	8,67	17,72	60,46

2- 4-76	Sancti-Petri	Almeja	24-32	0,03	0,16	1,62	9,04	14,61	81,55
2- 4-76	»	Berberecho	25-33	0,04	0,26	1,92	12,32	12,54	80,49
28- 5-76	»	Almeja	32-41	0,04	0,23	5,20	29,60	16,90	96,19
15- 6-76	»	»	28-39	0,05	0,30	1,97	11,65	16,11	95,27
15- 6-76	»	Ostión	55-65	0,05	0,26	28,00	147,21	437,60	2.300,73
9- 7-76	»	Almeja	26-34	0,08	0,49	3,93	23,96	17,84	108,78
23- 8-76	»	Almeja	15-31	0,05	0,32	1,46	9,38	15,09	96,98
22- 9-76	»	»	22-30	0,05	0,31	1,92	11,76	14,49	90,01
25-10-76	»	»	21-28	0,07	0,44	3,10	19,53	14,25	89,79
24-11-76	»	»	22-28	0,10	0,64	3,10	19,92	15,34	98,59
7-12-76	»	»	23-28	0,07	0,42	1,66	10,06	14,72	89,21
21- 2-77	»	Lapa	25-35	0,09	0,40	4,44	19,77	24,02	106,95
22- 3-77	»	»	24-35	0,05	0,22	2,37	10,50	28,58	126,57
28- 4-76	Río San Pedro	Almeja	23-32	0,04	0,26	4,23	27,92	18,45	121,78
28- 4-76	»	Ostión	76-87	0,05	0,25	82,00	411,20	1.054,20	5.286,90
12- 5-76	»	Almeja	27-36	0,06	0,34	4,56	26,07	18,80	107,49
14- 6-76	»	»	25-32	0,06	0,32	3,00	15,82	23,33	123,05
12- 7-76	»	»	26-33	0,11	0,70	3,19	20,41	18,64	119,25
25- 8-76	»	»	25-31	0,06	0,40	4,68	30,99	15,10	100,00
8- 9-76	»	»	23-30	0,10	0,71	2,20	15,54	11,80	83,33
11-10-76	»	»	25-32	0,09	0,68	1,72	12,91	13,00	97,60
11-11-76	»	»	29-36	0,08	0,56	2,22	15,60	14,21	99,86
6-12-76	»	Ostiones	105-115	0,13	0,83	56,80	363,87	571,40	3.660,47
25- 1-77	»	Almeja	29-31	0,06	0,38	1,24	7,80	16,90	106,48
22- 2-77	»	»	24-28	0,06	0,36	2,32	13,77	16,57	98,34
23- 3-77	»	»	25-29	0,05	0,33	1,83	12,20	16,70	111,33
28- 4-76	Sanlúcar de Bda.	Ostión	75-90	0,07	0,35	266,20	1.327,70	1.479,20	7.377,60
12- 5-76	»	Almeja	26-32	0,06	0,33	7,14	39,23	21,80	119,78
12- 5-76	»	Ostión	80-85	0,05	0,30	264,70	1.579,40	2.064,00	12.315,00
14- 6-76	»	»	65-90	0,08	0,40	293,34	1.482,26	1.663,80	8.407,28
12- 7-76	»	Almeja	24-33	0,05	0,27	4,96	27,10	22,60	123,50
12- 7-76	»	Ostión	85-105	0,08	0,54	211,00	1.436,35	1.120,00	7.624,23
25- 8-76	»	»	85-100	0,08	0,39	329,40	1.617,88	1.523,00	7.480,35
8- 9-76	»	»	75-84	0,05	0,31	335,20	2.083,28	1.241,00	7.712,87
11-10-76	»	»	85-95	0,07	0,38	210,00	1.151,32	1.176,40	6.449,56
11-11-76	»	»	80-90	0,08	0,50	280,00	1.750,00	1.664,40	10.402,50
6-12-76	»	»	80-90	0,13	0,70	220,00	1.192,41	1.526,80	8.275,34
25- 1-77	»	»	65-80	0,07	0,39	357,00	2.006,75	—	—
22- 2-77	»	»	75-82	0,07	0,35	275,20	1.376,00	1.510,70	7.553,50
23- 3-77	»	Almeja	25-32	0,04	0,23	3,12	17,94	22,10	127,08
23- 3-77	»	Ostión	70-90	0,05	0,27	341,00	1.849,24	1.860,00	10.086,77

CUADRO 2

Resultados de los análisis de Hg, Cu y Zn expresados en partes por millón (peso húmedo y peso seco) efectuados sobre muestras de moluscos procedentes de las estaciones situadas en la provincia de Huelva

Fecha	Estación	Organismo	Talla mm	Hg (ppm)		Cu (ppm)		Zn (ppm)	
				p. húmedo	p. seco	p. húmedo	p. seco	p. húmedo	p. seco
6- 4-76	Ayamonte	Ostión	72-99	0,04	0,20	120,10	612,70	1.027,30	5.241,30
3- 5-76	»	Almeja	30-38	0,03	0,14	2,06	9,65	20,80	97,47
5- 7-76	»	»	29-32	0,08	0,43	2,60	14,06	19,69	106,55
17- 8-76	»	Ostión	80-105	0,06	0,31	107,00	553,25	1.236,00	6.390,90
13- 9-76	»	Almeja	23-28	0,06	0,31	3,20	16,49	20,22	104,17
20-10-76	»	»	29-35	0,04	0,27	1,72	11,47	13,89	92,60
8-11-76	»	»	30-37	0,10	0,71	2,23	15,93	18,14	129,57
13-12-76	»	»	29-34	0,04	0,22	2,99	16,71	25,76	143,99
17- 1-77	»	»	27-30	0,04	0,25	2,48	15,45	17,90	111,53
15- 2-77	»	»	26-30	0,05	0,25	2,43	12,33	18,70	94,88
1- 3-77	»	»	25-32	0,09	0,62	2,02	13,93	17,15	118,28
6- 4-76	Isla Cristina	Almeja	23-33	0,03	0,16	3,07	16,12	24,32	127,66
3- 5-76	»	»	22-28	0,03	0,15	2,45	12,08	25,18	124,16
5- 7-76	»	»	23-28	0,04	0,21	3,06	16,15	19,35	102,11
17- 8-76	»	»	22-32	0,10	0,62	2,12	13,05	16,33	100,55
13- 9-76	»	»	25-30	0,04	0,21	2,46	13,11	20,52	109,32
20-10-76	»	»	27-35	0,07	0,48	1,88	12,82	16,82	114,66
8-11-76	»	»	27-35	0,06	0,39	2,40	15,71	17,38	113,74
13-12-76	»	»	28-32	0,03	0,19	2,11	13,19	17,03	106,44
17- 1-77	»	»	27-37	0,05	0,31	2,84	17,75	23,40	146,25
15- 2-77	»	»	27-31	0,04	0,23	2,56	14,88	18,97	110,29
1- 3-77	»	»	25-28	0,07	0,49	2,29	15,92	18,16	126,29

6- 4-76	Río Piedras	Ostión (I)	65-81	0,07	0,36	206,80	1.067,60	1.339,70	6.916,40
6- 4-76	»	Almeja (II)	26-34	0,04	0,22	3,00	16,16	25,47	137,23
4- 5-76	»	Chirla (I)	26-31	0,04	0,20	4,32	21,80	37,14	187,39
4- 5-76	»	Almeja (II)	21-32	0,04	0,20	2,50	12,89	12,23	63,66
12- 5-76	»	Berberecho (II)	25-36	0,06	0,38	3,17	20,06	14,92	94,43
7- 6-76	»	Ostión (I)	72-94	0,03	0,13	200,30	856,72	1.101,80	4.712,57
7- 6-76	»	Almeja (II)	29-36	0,04	0,21	10,76	55,18	27,08	138,87
8- 6-76	»	Berberecho (II)	26-31	0,04	0,26	6,53	43,05	21,30	140,41
6- 7-76	»	Almeja (I)	28-33	0,05	0,25	3,52	17,33	20,00	98,47
6- 7-76	»	Choco (II)	181-210 g.	0,14	0,46	2,41	7,84	16,76	54,50
8- 7-76	»	Berberecho (II)	29-34	0,09	0,69	1,93	14,70	19,34	147,30
17- 8-76	»	Almeja (I)	22-33	0,08	0,48	2,45	14,79	24,50	147,85
17- 8-76	»	Berberecho (II)	26-36	0,06	0,38	1,93	12,06	19,34	120,88
2- 9-76	»	»	28-33	0,11	0,76	1,62	11,25	12,92	89,72
14- 9-76	»	Almeja (II)	23-32	0,05	0,30	2,15	12,71	23,51	138,95
8-10-76	»	Berberecho (II)	24-34	0,08	0,56	2,59	18,24	14,91	105,00
21-10-76	»	Chocos (I)	170-225 g.	0,16	0,64	1,01	4,04	14,37	57,48
9-11-76	»	Ostión (II)	80-90	0,03	0,15	243,00	1.231,00	1.770,20	8.966,57
2-12-76	»	Berberecho (II)	23-32	0,12	0,74	—	—	—	—
14-12-76	»	Choco (I)	157-192 g.	0,13	0,51	1,58	6,15	15,01	58,40
14-12-76	»	Almeja (II)	26-33	0,03	0,17	2,72	15,46	17,70	100,63
18- 1-77	»	»	27-36	0,05	0,32	3,07	19,76	18,15	116,80
6- 2-77	»	Almeja (I)	21-30	0,05	0,26	3,40	17,97	22,05	116,54
2- 3-77	»	Cañailla (I)	—	0,29	1,13	66,45	257,95	—	—
2- 3-77	»	Almeja (II)	23-30	0,09	0,68	6,63	49,96	24,12	181,76

CUADRO 3

Resultados de los análisis de Hg, Cu y Zn expresados en partes por millón (peso húmedo y peso seco) efectuados sobre muestras de chirla (*Venus gallina*) procedentes de las estaciones situadas en la ría de Huelva

Fecha	Estación	Organismo	Talla mm	Hg (ppm)		Cu (ppm)		Zn (ppm)	
				p. húmedo	p. seco	p. húmedo	p. seco	p. húmedo	p. seco
12- 5-76	Ría de Huelva	Chirla (A)	20-30	0,12	0,41	13,75	63,10	24,42	112,07
8- 6-76	»	»	21-30	0,11	0,59	19,60	105,49	26,97	145,16
8- 7-76	»	»	25-31	0,14	0,84	14,88	89,21	27,25	163,37
2- 9-76	»	»	24-31	0,17	1,16	17,36	118,74	16,36	111,90
8-10-76	»	»	23-29	—	—	15,60	78,00	17,53	87,65
2-12-76	»	»	23-33	0,25	1,25	28,40	141,58	33,69	167,95
12- 5-76	Ría de Huelva	Chirla (B)	22-32	0,18	0,63	14,38	69,54	33,73	163,10
8- 6-76	»	»	23-30	0,20	0,99	24,60	121,60	43,31	214,08
8- 6-76	»	»	21-29	0,24	1,48	12,30	75,93	17,01	105,00
2- 9-76	»	»	25-32	0,19	1,13	19,76	117,62	17,28	102,86
8-10-76	»	»	23-28	0,16	0,80	16,18	80,90	17,66	88,30
2-12-76	»	»	24-28	0,31	1,70	28,69	156,95	37,11	203,01
18- 1-76	»	»	20-26	0,28	1,52	23,83	129,72	29,10	158,41

CUADRO 4

Valores máximos, mínimos y medios de Hg, referidos a peso húmedo y seco encontrados en almejas, ostiones, lapas y berberechos en algunas de las estaciones estudiadas

Estación	Organismo	Hg (ppm)					
		Peso húmedo			Peso seco		
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.
Barbate	Almeja	0,10	0,04	0,06	0,64	0,19	0,38
Sancti-Petri	»	0,10	0,03	0,06	0,64	0,16	0,37
Río San Pedro	»	0,11	0,04	0,07	0,71	0,26	0,46
Sanlúcar de Bda.	»	0,06	0,04	0,05	0,33	0,23	0,28
Río Piedras	»	0,09	0,03	0,05	0,68	0,17	0,31
Isla Cristina	»	0,10	0,03	0,05	0,62	0,15	0,31
Ayamonte	»	0,09	0,03	0,06	0,71	0,14	0,36
Barbate	Ostión	0,09	0,04	0,06	0,73	0,20	0,38
Sancti-Petri	»	0,05	0,05	0,05	0,26	0,26	0,26
Río San Pedro	»	0,13	0,05	0,09	0,83	0,25	0,54
Sanlúcar de Bda.	»	0,13	0,05	0,07	0,70	0,27	0,41
Río Piedras	»	0,07	0,03	0,04	0,36	0,13	0,21
Ayamonte	»	0,06	0,04	0,05	0,31	0,20	0,26
Tarifa	Lapas	0,10	0,04	0,07	0,37	0,14	0,28
Barbate	»	0,08	0,05	0,07	0,35	0,17	0,26
Sancti-Petri	»	0,09	0,05	0,07	0,40	0,22	0,31
Huelva	Chirla (A)	0,25	0,11	0,16	1,25	0,41	0,85
Huelva	Chirla (B)	0,31	0,16	0,22	1,70	0,63	1,18
Río Piedras	Berberecho	0,11	0,04	0,08	0,76	0,26	0,54

CUADRO 5

Valores máximos, mínimos y medios de Cu, referidos a peso húmedo y seco encontrados en almejas, ostiones, lapas y berberechos en algunas de las estaciones estudiadas

Estación	Organismo	Cu (ppm)					
		Peso húmedo			Peso seco		
		Máx.	Min.	Med.	Máx.	Min.	Med.
Barbate	Almeja	3,88	1,08	2,26	24,98	6,75	13,39
Sancti-Petri	»	5,20	1,46	2,66	29,60	9,04	16,10
Río San Pedro	»	4,68	1,24	2,84	30,99	7,80	18,09
Sanlúcar de Bda.	»	7,14	3,12	5,07	39,23	17,94	28,09
Río Piedras	»	10,76	2,15	4,02	55,18	12,71	23,22
Isla Cristina	»	3,07	2,11	2,48	17,75	12,08	14,62
Ayamonte	»	2,99	1,72	2,41	16,71	9,65	13,94
Barbate	Ostión	67,00	34,80	45,58	436,03	187,90	293,06
Sancti-Petri	»	28,00	28,00	28,00	147,21	147,21	147,21
Río San Pedro	»	82,00	56,80	69,40	411,20	363,87	387,53
Sanlúcar de Bda.	»	341,00	210,00	281,92	2.083,28	1.192,41	1.571,05
Río Piedras	»	243,00	200,30	216,70	1.231,00	856,72	1.051,77
Ayamonte	»	120,10	107,00	113,55	612,70	553,25	582,98
Tarifa	Lapa	4,42	1,30	2,57	18,80	5,23	10,21
Barbate	»	3,99	2,54	3,27	17,34	8,67	13,01
Sancti-Petri	»	4,44	2,37	3,41	19,77	10,50	15,14
Huelva	Chirla (A)	28,40	13,75	18,27	118,74	63,10	99,35
Huelva	Chirla (B)	28,69	12,30	25,53	156,95	69,54	107,47
Río Piedras	Berberecho	6,53	1,62	2,96	43,05	11,25	19,89

CUADRO 6

Valores máximos, mínimos y medios de Zn, referidos a peso húmedo y seco encontrados en almejas, ostiones, lapas y berberechos en algunas de las estaciones estudiadas

Estación	Organismo	Zn (ppm)					
		Peso húmedo			Peso seco		
		Máxi.	Mín.	Med.	Máxi.	Mín.	Med.
Barbate	Almeja	19,72	14,03	16,15	115,97	80,03	97,14
Sancti-Petri	»	17,84	14,25	15,48	108,78	81,55	94,04
Río San Pedro	»	23,33	11,80	16,68	123,05	83,33	106,23
Sanlúcar de Bda.	»	22,60	21,80	22,17	127,08	119,78	123,45
Río Piedras	»	27,08	12,23	21,48	181,76	63,66	124,08
Isla Cristina	»	25,18	16,33	19,77	146,25	100,55	116,50
Ayamonte	»	25,76	13,89	19,14	143,99	92,60	111,00
Barbate	Ostión	510,06	329,20	457,87	3.761,63	2.144,60	2.928,42
Sancti-Petri	»	437,60	437,60	437,60	2.300,73	2.300,73	2.300,73
Río San Pedro	»	1.054,20	571,40	812,80	5.286,90	3.660,47	4.473,68
Sanlúcar de Bda.	»	2.064,00	1.120,00	1.529,94	12.315,00	6.449,56	8.516,81
Río Piedras	»	1.770,20	1.101,80	1.403,90	8.966,57	4.712,57	6.865,18
Ayamonte	»	1.236,00	1.027,30	1.131,65	6.390,90	5.241,30	5.816,10
Tarifa	Lapa	29,80	17,37	21,32	108,80	68,99	82,89
Barbate	»	25,46	17,72	21,59	110,69	60,46	85,58
Sancti-Petri	»	28,58	24,02	26,30	126,57	106,95	116,76
Huelva	Chirla (A)	33,69	16,36	24,37	167,95	87,65	131,35
Huelva	Chirla (B)	43,31	17,66	27,89	214,08	88,30	147,62
Río Piedras	Berbercho	21,30	12,92	17,12	147,30	89,72	116,29

En la figura 2 se ha representado gráficamente la variación estacional del contenido en mercurio, cobre y cinc de las lapas desde abril de 1976 a marzo de 1977. En esta figura se observa que existe una correlación muy acusada entre las gráficas correspondientes a los valores referidos a peso húmedo y peso seco, viéndose también que al parecer no existe una variación estacional bien definida. No obstante los valores máximos de mercurio y cinc se dan en el mes de julio y el cobre en el de noviembre, apreciándose también en estos dos meses máximos de los tres metales.

2. Barbate

De la estación situada en Barbate se han analizado a lo largo del período estudiado, principalmente muestras de almejas y ostiones recolectados en el fondo del río Barbate. Las concentraciones medias de mercurio, cobre y cinc encontradas en las almejas de esta estación han sido de 0,06, 2,26 y 16,15 ppm sobre peso húmedo respectivamente, valores que indican que la contaminación por estos metales no es muy acusada ya que al ob-

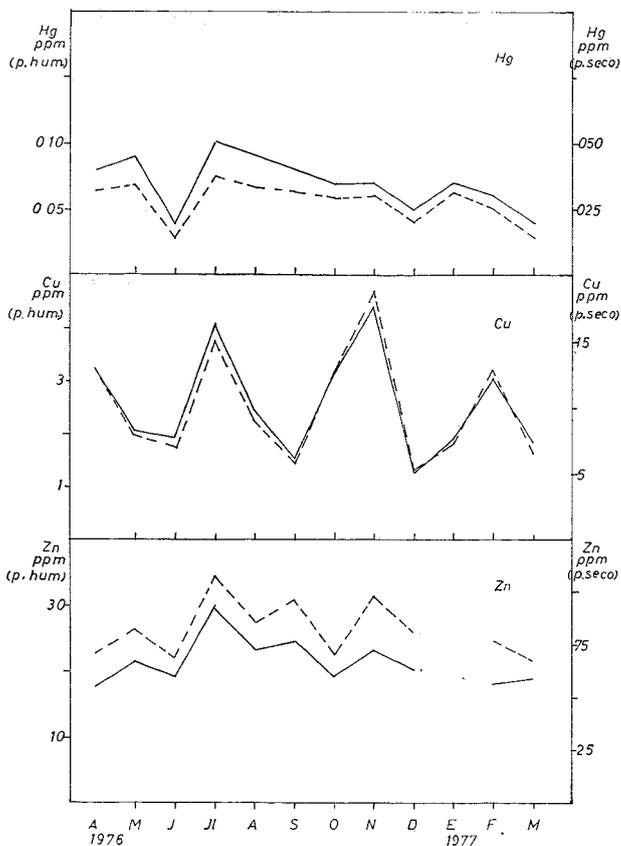


Fig. 2.—Variación estacional del contenido en mercurio, cobre y cinc en las lapas (*Patella* sp.) de Tarifa. Las líneas continuas representan concentraciones referidas a peso húmedo y las de trazos a peso seco.

servar los valores medios de estos metales hallados en las muestras de almejas de las distintas estaciones estudiadas (cuadros 4, 5 y 6), se observa que los correspondientes a esta estación son de los más bajos que se han encontrado.

Con respecto a las muestras de ostión, los valores medios encontrados de mercurio, cobre y cinc referidos a peso húmedo han sido de 0,06, 45,58 y 457,87 ppm respectivamente, siendo estos resultados también bajos, confirmando lo indicado anteriormente para las almejas de la misma zona. Muestras de ostiones de la misma zona se analizaron de cobre en los años 1966 y 1968 (ESTABLIER, 1969 y 1969a) encontrándose concentraciones de este metal de 37,40 y 36,50 ppm sobre peso húmedo respectivamente. Estos valores son ligeramente inferiores a los obtenidos en el presente es-

tudio, pero hemos de hacer constar que las muestras de los años 1966 y 1968 fueron tomadas, en la zona de mareas, de las piedras de la escollera de la desembocadura del río Barbate. Ésta podría ser la causa de tener concentraciones más bajas de cobre ya que en un trabajo anterior (ESTABLIER, 1969a) pusimos de manifiesto que, en una misma zona, los ostiones procedentes de bancos sumergidos tenían concentraciones más elevadas de este metal que los procedentes de bancos situados en la zona de mareas.

3. Sancti-Petri y Río San Pedro

De las estaciones situadas en el caño de Sancti-Petri y Río San Pedro se han estudiado preferentemente muestras de almejas, habiéndose analizado también algunas muestras de lapas y ostión (cuadro 1). De los valores medios obtenidos en los distintos análisis de mercurio, cobre y cinc efectuados en muestras de estos organismos (cuadros 4, 5 y 6), se deduce que la concentración de estos metales en almejas, ostión y lapas son relativamente bajas por lo que no se aprecia una contaminación acusada de cobre, mercurio y cinc en estas zonas.

4. Sanlúcar de Barrameda

En las muestras de ostión y almeja analizadas de la zona de Montijo en Sanlúcar de Barrameda se encontró una concentración media de mercurio total referido a peso húmedo de 0,07 y 0,05 ppm, lo cual indica que no existe una contaminación acusada de este metal en la zona. Los valores medios de cobre hallados en almejas y ostiones han sido de 5,07 y 281,92 ppm sobre peso húmedo, que son las concentraciones más elevadas de este metal encontradas en dichos moluscos en las muestras estudiadas en todas las estaciones. Es de resaltar que en distintas muestras de ostiones analizadas en los años 1966-67 en la zona de Montijo se encontró una concentración media de cobre de 283,6 ppm sobre peso húmedo (ESTABLIER, 1969) y en otro estudio posterior realizado entre los años 1967-68 (ESTABLIER, 1969a) se halló un valor medio de 276,8 ppm sobre peso húmedo, esto indica que en 10 años no ha habido variaciones apreciables en la zona con respecto al cobre. En relación al cinc los valores medios encontrados, referidos a peso húmedo, para las muestras de almeja y ostión han sido de 22,17 y 1.529,94 ppm.

En la figura 3 se ha representado gráficamente la variación estacional del contenido en mercurio, cobre y cinc de los ostiones procedentes de Sanlúcar de Barrameda. En esta figura se ve que para el mercurio se aprecia un máximo para el mes de diciembre.

Con respecto al cobre y cinc, al igual que ya vimos en trabajos ante-

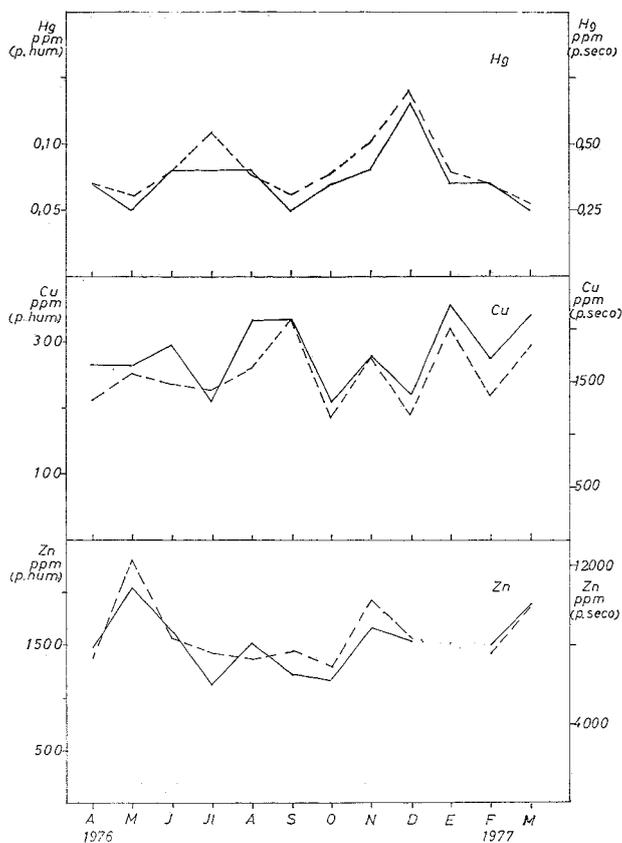


Fig. 3.— Variación estacional del contenido en mercurio, cobre y cinc en ostiones (*Crassostrea angulata*) de Sanlúcar de Barrameda. Las líneas continuas representan concentraciones referidas a peso húmedo y las de trazos a peso seco.

riores (ESTABLIER, 1969 y ESTABLIER y PASCUAL, 1974), se observa que no existe una variación estacional de estos metales bien definida pudiendo ser debido esto a los aportes del río Guadalquivir y a los temporales que se produzcan en la zona que remueven los fondos y dejan gran número de partículas en suspensión. Apuntamos esta posibilidad ya que en estudios anteriores pudimos comprobar que la concentración de cobre disuelto en agua de mar de la zona de Montijo en Sanlúcar de Barrameda era muy similar a la encontrada en las aguas de la bahía de Cádiz mientras que los ostiones procedentes de Sanlúcar tenían concentraciones de cobre unas 5 veces más elevadas que los de la bahía de Cádiz por lo que es probable que esta mayor acumulación de cobre proceda de la materia particulada.

5. Río Piedras

En el Río Piedras se han tomado muestras procedentes de los alrededores del muelle del Terrón y del Rompido. En el cuadro 2, las muestras procedentes del Terrón están marcadas con (I) y las del Rompido con (II). En los cuadros 4, 5 y 6 y figura 4 se aprecia que la concentración media de mercurio encontrada en las tres especies de moluscos bivalvos estudiadas (almeja, ostión y berberecho) está comprendida entre 0,04-0,08 ppm sobre peso húmedo, mientras que la concentración de este metal en la muestra de cañailas estudiada alcanzaba una concentración de 0,29 ppm.

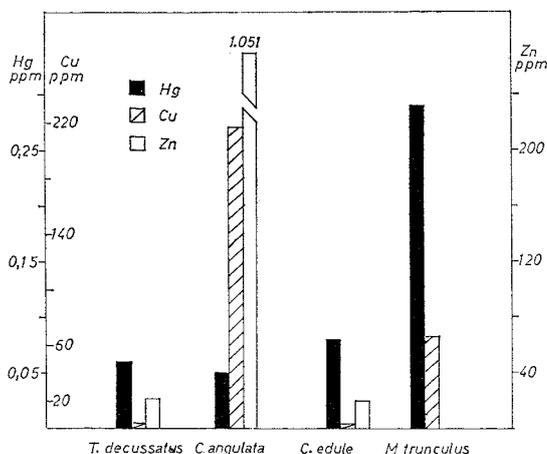


Fig. 4. — Representación gráfica de los contenidos en mercurio, cobre y cinc (peso húmedo) de las almejas (*Tapes decussatus*), ostiones (*Crassostrea angulata*), berberechos (*Cardium edule*) y cañaila o caracol (*Murex trunculus*) procedentes del Río Piedras.

Esta mayor acumulación de mercurio encontrada en las cañailas es probablemente debida a su régimen alimenticio ya que sus presas proceden de una cadena alimentaria más larga.

Con respecto al cobre y cinc, la concentración de estos metales encontrados en las muestras de almejas y ostiones son, después de las de Sanlúcar de Barrameda, las más elevadas (figs. 5 y 6), destacando la concentración de cobre y cinc encontrada en los ostiones que alcanza valores medios de 216,70 y 1.403,90 ppm referidos a peso húmedo, respectivamente. Que los ostiones procedentes de esta zona tenían concentraciones elevadas de cobre fue puesto de manifiesto por nosotros en un trabajo anterior en el que se detectaron concentraciones de cobre en ostiones procedentes

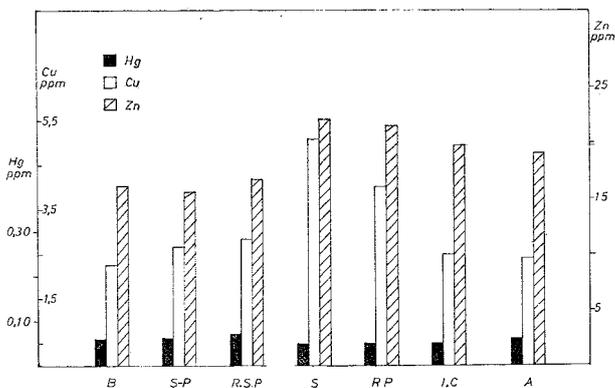


Fig. 5. — Representación gráfica del contenido en mercurio, cobre y cinc, referido a peso húmedo de las almejas (*Tapes decussatus*) de las distintas localidades del golfo de Cádiz. B = Barbate; S-P = Sancti-Petri; R.S.P. = Río San Pedro (bahía de Cádiz); S = Sanlúcar de Barrameda; R.P. = Río Piedras; I.C. = Isla Cristina y A. = Ayamonte.

del Terrón y el Rompido comprendidas entre 167,90 y 202,70 ppm sobre peso húmedo (ESTABLIER, 1972).

Las tres muestras de chocos analizadas (cuadro 2) han dado concentraciones medias de Hg, Cu y Zn de 0,14, 1,66 y 15,38 ppm sobre peso húmedo respectivamente. Observándose que estos moluscos acumulan estos metales en cantidades relativamente bajas.

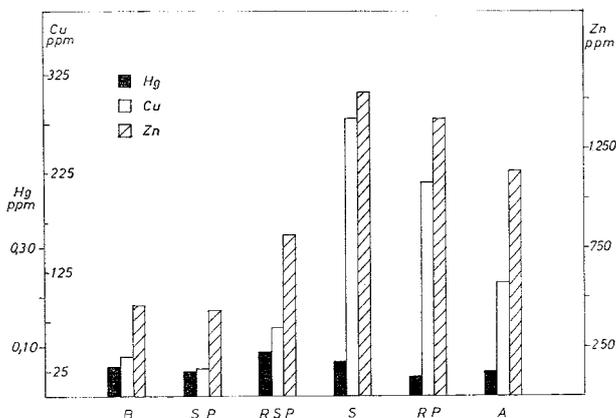


Fig. 6. — Representación gráfica del contenido en mercurio, cobre y cinc, referido a peso húmedo, de los ostiones (*Crassostrea angulata*) de distintas localidades del golfo de Cádiz. B. = Barbate; S-P = Sancti-Petri; R.S.P. = Río San Pedro; S = Sanlúcar de Barrameda; R.P. = Río Piedras y A. = Ayamonte.

6. Isla Cristina

En la estación situada en el río Carreras sólo se tomaron muestras de almejas. En los cuadros 2, 4, 5 y 6 se dan los resultados obtenidos en los distintos análisis efectuados así como los valores medios de los contenidos de mercurio, cobre y cinc. Las concentraciones medias encontradas de estos metales en las almejas son relativamente bajas (ver fig. 5) por lo que, en esta zona, no se aprecia una contaminación acusada por estos metales.

En la figura 7 está representada gráficamente la variación estacional de los contenidos de Hg, Cu y Zn en las almejas de esta zona. En esta figura

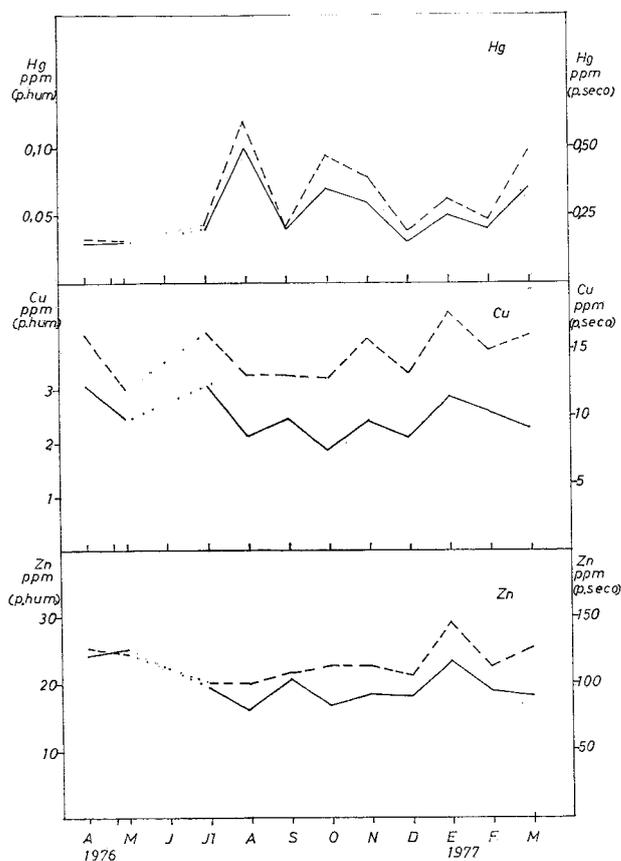


Fig. 7.— Variación estacional del contenido en mercurio, cobre y cinc en almejas (*Tapes decussatus*) de Isla Cristina. Las líneas continuas representan concentraciones referidas a peso húmedo y las de trazos a peso seco.

se ve que no existe una variación estacional bien definida del contenido de estos metales, apreciándose no obstante, valores máximos de mercurio en el mes de agosto y de cobre y cinc en los meses de enero y marzo-abril.

7. Ayamonte

En el período estudiado se han analizado sólo 2 muestras de ostiones y 9 de almejas procedentes del estuario del río Guadiana, estando los resultados obtenidos de mercurio, cobre y cinc reseñados en el cuadro 2 y los valores máximos, mínimos y medios en los cuadros 4, 5 y 6. Los valores medios de estos metales, encontrados en las almejas son relativamente bajos y se pueden considerar como normales (ver fig. 5).

Con respecto a los ostiones, la concentración de mercurio es de 0,05 ppm sobre producto húmedo que es muy similar a los valores obtenidos en las restantes zonas estudiadas e indica una contaminación bastante baja en la zona. La concentración media de cobre en las muestras estudiadas es de 113,55 ppm sobre peso húmedo, cantidad que es inferior a los 150 ppm de cobre que generalmente se admiten como límite máximo. Teniendo que hacer constar que estas muestras de ostiones se recolectaron del fondo del río por lo que, como ya indicamos anteriormente, es muy probable que la concentración de este metal sea más elevada que en los ejemplares recolectados en la zona de mareas. Así en muestras de ostiones recolectados en la zona de mareas y analizados por nosotros en 1970 (ESTABLER, 1972) encontramos una concentración de cobre 85,90 ppm sobre peso húmedo.

Con respecto al cinc (ver fig. 6) la concentración media de este metal encontrada es de 1.131,65 ppm sobre peso húmedo que es la más alta después de las halladas en las zonas de Sanlúcar de Barrameda y Río Piedras.

8. Huelva

De la ría de Huelva se han estudiado muestras de chirlas procedentes de dos caladeros. Uno denominado Torre de la Vieja Guardia, cuyas muestras se encuentran marcadas en los cuadros 3, 4, 5 y 6 (A) y el otro llamado del Muelle del Vigía que en los mismos cuadros están las muestras señaladas con (B).

Estos dos caladeros se encuentran situados en la salida al mar de la ría de Huelva, estando el primero próximo a la margen derecha y el segundo en la margen izquierda.

En los cuadros 4, 5 y 6 se observa que las chirlas procedentes del caladero del Muelle del Vigía alcanzan mayores concentraciones de mercurio, cobre y cinc que los procedentes del caladero de la Torre de la Vieja Guar-

dia. Esto es probablemente debido a que en la margen izquierda se encuentran situadas gran número de industrias del polo de desarrollo de Huelva y principalmente, a la altura de la Rábida, desemboca el río Tinto que puede aportar estos metales en mayor concentración a la zona del caladero del Muelle del Vigía. La gran contaminación existente por diversos metales en los sedimentos de la zona del estuario del río Tinto fue puesta de manifiesto en un trabajo reciente de STENNER y NICKLES (1975) observando también, que esta alta contaminación del estuario del río Tinto disminuía notablemente en las áreas cercanas. Asimismo en un trabajo anterior (ESTABLIER, 1972) se vio que los ostiones procedentes de esta zona (Punta Umbría) alcanzaban concentraciones de cobre elevadísimas (1.448,90 ppm sobre peso húmedo) procediendo esta contaminación de los aportes de este metal a la zona efectuados por los ríos Tinto y Odiel que desembocan en la ría de Huelva.

Es de hacer notar que las chirlas procedentes de la ría de Huelva tienen una concentración de mercurio superior a las procedentes de otras zonas de las costas de Huelva. Así en un estudio anterior (ESTABLIER, 1972a) realizado en 1971 se vio que las chirlas procedentes de Punta Umbría tenían una concentración media de mercurio total de 0,20 ppm sobre peso húmedo, mientras que las concentraciones encontradas en las chirlas recolectadas en las costas de Ayamonte e Isla Cristina eran de 0,06 y 0,05 ppm respectivamente. Asimismo en el presente estudio se obtuvo una concentración de mercurio de 0,04 ppm sobre peso húmedo en una muestra de chirlas estabuladas más de tres meses en el río Piedras, mientras que los valores medios encontrados en las procedentes de los dos caladeros de la ría de Huelva eran de 0,16 y 0,22 ppm.

SUMMARY

MERCURY, COPPER AND ZINC IN MOLLUSCS OF DIFFERENTS PLACES OF THE GULF OF CADIZ AND STRAIT OF GIBRALTAR DURING 1976-1977. The mercury, copper and zinc content of *Tapes decussatus*, *Crassostrea angulata*, *Venus gallina*, *Cardium edule*, *Murex trunculus*, *Patella sp* and *Sepia officinalis* along the Cádiz and Huelva coast during april 1976 and march of 1977 is studied.

Results are presented in tables 1, 2 and 3. Tables 4, 5 and 6 summarize the result of average concentration of Hg, Cu and Zn in the molluscs of localities studied.

BIBLIOGRAFÍA

- ESTABLIER, R. 1969. Estudios del contenido en cobre del agua de mar y ostiones (*Crassostrea angulata*) de las costas de Cádiz. *Inv. Pesq.*, 33 (1): 69-86.
- 1969a. Contenido en cobre, hierro, manganeso y cinc de los ostiones (*Crassostrea angulata*) de las costas de Cádiz. *Ibidem*, 33: 335-343.
- 1972. Nota sobre el contenido en cobre de los ostiones (*Crassostrea angulata*) de las costas de Huelva. *Ibidem*, 36 (2): 293-296.
- 1972a. Concentración de mercurio en los tejidos de algunos peces, moluscos y crustáceos del golfo de Cádiz y caladeros del noroeste africano. *Ibidem*, 36 (2): 355-364.
- 1973. Nueva aportación sobre el contenido en mercurio de peces, moluscos y crustáceos del golfo de Cádiz y caladeros de la costa oeste africana. *Ibidem*, 37 (1): 107-114.
- ESTABLIER, R. y M. GUTIÉRREZ. — 1970. Distribución anatómica de cobre, cinc, hierro y manganeso en el cuerpo del ostión, *Crassostrea angulata*, y ostra, *Ostrea edulis* L. *Ibidem*, 34 (2): 191-202.
- NICKLES, G., R. STENNER y N. TERRILLE. — 1972. Distribution of Cadmium Lead and Zinc in the Bristol Channel. *Mar. Poll. Bull.*, 3 (12): 188-190.
- PEDEN, J. D., J. H. CROTHERS, C. E. WATERFALL y J. BEASLEY. — 1973. Heavy metals in Somerset Marine Organisms. *Ibidem*, 4 (1): 7-9.
- STENNER, R. D. y G. NICKLES. — 1975. Heavy Metals in Organisms of the Atlantic Coasts of S.W. Spain and Portugal. *Ibidem*, 6 (6): 89-92.