

1
Nº 58
2E1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**"CUANTIFICACION DE ARSENICO, CADMIO,
MERCURIO Y PLOMO EN PESCADOS Y
MARISCOS POR ESPECTROFOTOMETRIA
DE ABSORCION ATOMICA"**

TESIS MANCOMUNADA

**Que para obtener el Título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

presentan

**SILVIA GONZALEZ JIMENEZ
LILIA BEATRIZ MARTINEZ DURAN**

México, D. F.

1992.

FALLA DE COPIA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Páginas
Introducción.....	1
Objetivo y justificación.....	1
Capítulo I. Parte teórica.....	2
1. Antecedentes.....	3
1.1. Plomo.....	3
1.1.2. Mercurio.....	5
1.1.3. Cadmio.....	13
1.1.4. Arsénico.....	15
1.2. Fundamentos de absorción atómica.....	16
1.2.1. Relación entre absorción atómica y concentración atómica.....	17
1.2.2. Sensitividad y límites de detección.....	18
1.2.3. Instrumentación de absorción atómica.....	19
1.2.4. Control de interferencias analíticas.....	21
1.2.5. Sistema de generación de hidruros.....	22
1.2.6. Atomización en la flama.....	22
Capítulo II. Desarrollo experimental.....	23
2.1. Presentación experimental.....	24
2.2. Materiales.....	25
2.2.1. Descripción de muestras.....	25
2.2.2. Material de laboratorio.....	26
2.2.3. Reactivos.....	26
2.2.4. Aparatos.....	26
2.3. Métodos.....	26
2.3.1. Lavado de material.....	26
2.3.2. Preparación de muestras.....	27
2.3.3. Método de mineralización ácida.....	29
2.3.4. Método de mineralización ácida para aceite vegetal.....	29
2.3.5. Calibración del aparato.....	29
2.3.5.1. Condiciones de trabajo.....	29
2.3.5.2. Estandarización del aparato.....	30
2.3.5.3. Preparación de soluciones patron.....	30
2.3.5.4. Preparación de curva patron.....	31
2.3.5.5. Lecturas.....	32
2.3.6. Validación de la metodología de la recuperación del método de análisis.....	32

Capítulo III. Resultados.....	33
3.1.Humedad.....	34
3.2.Curvas de calibración.....	34
3.3.Sensitividad ajustada y cantidad no detectable por el espectrofotómetro (N.S.D.).....	41
3.4.Cuadro de valores promedio de concentración.....	42
3.5.Valores de concentración obtenidos de un promedio total.....	47
3.6.Tendencias de consumo a partir de encuestas.....	48
3.7.Valores encontrados en aceite.....	54
3.8.Estimación de la exposición de metales en la ingesta.....	54
3.9.Valores obtenidos del método de validación metodología de la recuperación del método de análisis.....	56
Capítulo IV. Discusión.....	58
Capítulo V. Conclusiones.....	64
Anexos.....	66
Bibliografía.....	74

INTRODUCCION.

Los pescados y mariscos, constituyen una fuente básica en la alimentación del pueblo de México, debido a que la situación geográfica del país es pródiga para la fácil adquisición de este producto.

Sin embargo la contaminación en mares y ríos, causado por desechos industriales, que de manera voluntaria e involuntaria se vierten en ellos, ha traído consigo que en la actualidad exista una alta incidencia de metales tóxicos en pescados y mariscos de mayor consumo en México; por lo que es necesario contar con investigaciones que tiendan al monitoreo de estos tóxicos potenciales y valorar el riesgo al que pudiese estar expuesta la población.

OBJETIVO Y JUSTIFICACION.

El objetivo de este estudio, es realizar un análisis cuantitativo para determinar metales como son arsénico, cadmio, mercurio y plomo, en pescados (bagre, mojarra, atún y sardina) y mariscos (almeja y ostión) por medio de la espectrofotometría de absorción atómica.

Este estudio es un aporte preliminar para evaluar los valores de ingesta de metal vía pescados y mariscos en la Ciudad de México. Extrapolándose los datos obtenidos se valorarán el riesgo de exposición de los consumidores.

Este estudio se tratará de orientar a las clases económicamente más desprotegidas por medio de la selección de especies de bajo costo.

PARTE TEORICA

CAPITULO I

1. ANTECEDENTES.

En los últimos años se viene prestando una atención especial a la presencia de metales tóxicos en el medio y en los sustratos, tanto orgánicos como inorgánicos, debido a que superan los niveles naturales permitidos.

Reilly (1980) menciona que los elementos metálicos se encuentran ampliamente distribuidos en toda la corteza terrestre, así como en los océanos, lo que hace inevitable su presencia en todos los seres vivos. Por otro lado, hay que mencionar que los tejidos corporales humano y animal contienen elementos metálicos en mayor o menor proporción.

Un metal tóxico es aquel que pertenece al grupo de elementos que no son necesarios para el organismo humano o animal y, que son capaces de provocar efectos indeseables en el metabolismo, aún a bajas concentraciones.

Catalá et. al. (1983) reportaron que algunos de estos metales como el mercurio, el cadmio, el arsénico y el plomo, son totalmente ajenos a la vida, y pueden considerarse como tóxicos sistémicos, es decir; su presencia crea serias alteraciones en la fisiología humana. Ya que estos tienden a acumularse en determinados órganos. La fuente de contaminación es generalmente por vía oral al consumir alimentos. La ingestión a bajas concentraciones, durante largos periodos de tiempo pueden originar su acumulación a niveles suficientes para ocasionar efectos tóxicos.

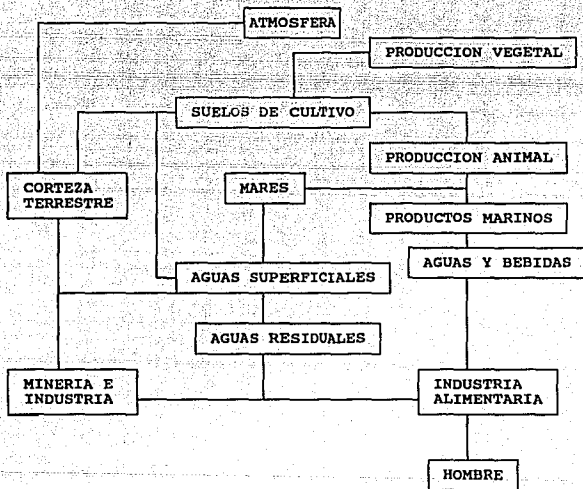
La figura 1 muestra una clasificación de las principales fuentes de contaminación de metales al organismo humano. Por otro lado; los efectos tóxicos de los metales han llevado al Comité Mixto FAO/OMS sobre Aditivos Alimenticios al establecimiento de límites de tolerancia al aporte diario de estos elementos al organismo humano.

1.1. Plomo.

Desde hace tiempo, se ha sabido que los metales pesados, como el plomo presentan una fuente de contaminación en alimentos.

Valle (1982) reportó que el plomo ha sido uno de los metales que se les ha considerado desde la antigüedad como nocivo o pestilente; incluso se piensa que fue una de las causas de la caída del Imperio de Roma.

Figura No. 1. Fuentes de ingreso de los metales al organismo humano



Sus principales efectos tóxicos fueron caracterizados desde hace unos 2000 años en la cultura grecoromana, llamándose Saturnismo o Plumbismo la enfermedad causada por la ingestión de este metal, en la cuál se presenta: pigmentación de glóbulos rojos, un retraso en la maduración de los glóbulos rojos en la médula o sea inhibición de síntesis de hemoglobina.

Algunos de estos síntomas eran conocidos en la antigüedad e incluso asociados al plomo, según los describen Hipócrates y Plinio. Posteriormente los mismos síntomas se pueden apreciar en algunas pinturas de Ramazzini, donde se observan los efectos de intoxicación por este metal.

Hamon y Beliles (1980) informan que el plomo es un elemento metálico que ha recibido mayor atención por los numerosos problemas que plantea, tanto por lo que respecta a la multiplicidad de vías de acceso al organismo - figura 1 - como su elevada toxicidad y amplio espectro de órganos, y sistemas afectados en el hombre y animales domésticos. Es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza y se encuentra invariablemente en la atmósfera y en los alimentos, como componente o como contaminante de los mismos, de forma que la alimentación humana contiene siempre plomo (trazas) en mayor o menor proporción.

En el cuadro 1 se muestran los niveles medios de plomo encontrados en la dieta actual humana siendo los productos lácteos, las bebidas y los huevos los menos contaminados; las carnes y los pescados los que tienen valores medios, y los invertebrados marinos y las especias los que presentan niveles más elevados. El cuadro 2 muestra la contaminación de plomo y mercurio.

En ausencia de reglamentación específica, diversos autores han analizado la presencia de plomo en productos cárnicos y en las carnes en general; en el cuadro 3 se resumen los resultados publicados.

1.1.2. Mercurio.

En 1976 una fuente anónima menciona que el valor medio de contenido de mercurio en la corteza terrestre es de 50 mg/Kg. Los valores máximos se encuentran localizados en las áreas mercuríferas de la superficie terrestre, coinciden con zonas calurosas, con la presencia de géiseres o terrenos volcánicos.

**CUADRO 1 NIVELES REPORCIADOS DE PLOMO EN ALIMENTOS
(Catala et. al., 1983)**

MUESTRA/PROCEDECENCIA	PLOMO (µg/g)	MUESTRA/PROCEDECENCIA	PLOMO (µg/g)
Harina y pastas/Bélgica	0.147	Hígado(vaca)/Alemania	0.120
Harina soya/U.S.A	0.006-0.010	Buey/Bélgica	0.430
Harina soya/Brasil	0.003-0.005	Vaca/Bélgica	0.250
Pan/Italia	0.700-1.700	Cerdo/Bélgica	0.390
Biscuit/Italia	0.400	Cordero/Bélgica	0.240
Pasta/Italia	0.700	Berberechos/España	0.860
Papas/Bélgica	0.240	Mejillones/España	0.950
Legumbres/Bélgica	0.220	Almejas/España	0.980
Tomates en lata/U.S.A	0.340	Pescados/Bélgica	0.420
Verduras(mezcla)/U.S.A	0.080	Moluscos/Australia	2.09-3.49
Peraas/Italia	0.350	Invertebrados/Bélgica	0.980
Peraas en lata/U.S.A	0.270	Leche/Italia	0.26-1.10
Jugo de frutas/Bélgica	0.150	Leche/Bélgica	0.10-0.35
Frutas variadas/Bélgica	0.200	Huevos/Bélgica	0.077
Uvas/Italia	0.350	Mantequilla/Bélgica	0.029
Mortadela/España	0.250	Café/Bélgica	0.004
Salchicha/España	0.380	Espicias/Bélgica	1.770
Pat de hígado/España	0.460	Agua, cerveza/Bélgica	0.019
Vaca(musculol)/Alemania	0.016	Vino/Italia	0.10-0.35

CUADRO 2 NIVELES DE CONTAMINACION POR PLOMO Y MERCURIO
(Consumidor, 1989)

PRODUCTO	MARCA	PROCEDENCIA	TAMAÑO MUESTRA	ANALISIS FISICOQUIMICO	
				PLOMO a	MERCURIO b
Sardina enlatada: Aceite de oliva	Ybarra	Nacional	10	0,033	0,00
	Vigilante	Nacional	10	0,000	0,07
en salsa de tomate	Pescador	Nacional	10	0,000	0,00
	Portola	Nacional	10	0,000	0,00
en aceite vegetal	Ybarra	Nacional	10	0,000	0,04
	Calvo	Importada	10	0,480	0,04
Atún en aceite vegetal	La Torre	Nacional	10	0,000	0,08
	Calmax	Nacional	10	0,000	0,00
	Dolores	Nacional	10	1,250	0,03
	Ybarra	Nacional	10	0,000	0,00
	Gigante	Nacional	10	1,250	0,37
	Calvo	Importado (España)	10	0,000	0,00
	Vigilante	Importado (España)	10	0,070	0,00
Chiles jalapeños en rajas	Clemente				
	Jaques	Nacional		0,13	
	Herdez	Nacional		0,13	
	La Gloria	Nacional		2,35	
	La Costeña	Nacional		1,11	
Chiles chipotles	Clemente				
	Jaques	Nacional		1,24	
	Herdez	Nacional		1,66	
	La Gloria	Nacional		1,10	

a = Se reporta como límite máximo 1 µg/g

b = Se reporta como límite máximo 0.2 µg/g

CUADRO 2 NIVELES DE CONTAMINACION POR PLOMO Y MERCURIO
(Consumidor, 1989)

PRODUCTO	MARCA	PROCEDENCIA	TAMAÑO MUESTRA	FISICOQUIMICO	
				PLOMO a	MERCURIO b
	La Costeña	Nacional		1,11	
	La Cumbre	Nacional		2,08	
	Del Norte	Nacional		1,27	
<hr/>					
Frijoles refritos claros enlatados	Cambell's	Nacional		0,87	
	Maggi	Nacional		0,27	
	La Sierra	Nacional		1,52	
<hr/>					
Frijoles refritos negros enlatados	Cambell's	Nacional		0,41	
	Maggi	Nacional		0,41	
	La Sierra	Nacional		0,83	
<hr/>					
Rebanadas de piña en almibar	Herdez	Nacional		0,27	
	Condal	Nacional		2,08	
	Ejidal	Nacional		0,00	
	Papancas	Nacional		1,38	
	La Torre	Nacional		0,55	
	Aurraera	Nacional		0,55	
<hr/>					
Duraznos enteros en almibar	La Torre	Nacional		1,38	
	La Costeña	Nacional		0,83	
<hr/>					
Ensalada de vegetales	Clemente				
	Jaques	Nacional		0,00	
	Herdez	Nacional		1,24	
	Del Monte	Nacional		0,27	

a = Se reporta como limite máximo 1 ug/g

b = Se reporta como limite máximo 0,2 ug/g

**Cuadro 3 Contenido de plomo en productos cárnicos
(Catala et al, 1983)**

Producto	Concentración detectada (ug/g)		Autor
	Intervalo	Media	
Vacuno, muscular	0.0100-0.500	0.230	Mushe, 1975
	0.0320-0.500	0.100	Stabel-Taucher et al, 1975
	0.0001-0.987	0.070	Bundesgesundhbl, 1978
	0.0400-0.750	0.550	Hecht et al, 1973
Vacuno, hígado	0.06 - 0.76	0.270	Stabel-Taucher et al., 1975
	0.01 - 3.31	0.278	Bundesgesundhbl, 1979
Vacuno, riñón	0.05 - 0.85	0.280	Stabel-Taucher et al., 1975
Cerdo, muscular	0.52 - 1.10	0.770	Hecht et al. 1973
	0.01 - 0.60	0.061	Bundesgesundhbl, 1979
Cerdo, hígado	0.007- 1.488	0.149	Bundesgesundhbl, 1979
Cerdo, riñón	-	0,12	Holm, 1979
Ceballo, muscular	-	0.04	Holm, 1979
	-	0,038	Holm, 1979
Ceballo, hígado	-	1,06	Holm, 1979
	-	0,58	Holm, 1979
Ceballo, riñón	-	0,40	Holm, 1979
	-	0,27	Holm, 1979
Pollo, hígado	-	1,24	Bundesgesundhbl, 1979
Pollo, riñón	-	1,51	Bundesgesundhbl, 1979
Salchichas	0.04 - 0.16	0.10	Kirkpatrick y Coffin, 1973
Mortadela	0.01 - 0.17	0.08	Kirkpatrick y Coffin, 1973
Jamon cocido	N.D. - 0.16	0.05	Kirkpatrick y Coffin, 1973
Jamon curado	N.D. - 0.42	0.06	Kirkpatrick y Coffin, 1973
Salami	N.D. - 0.30	0.06	Kirkpatrick y Coffin, 1973
Carne en gelatina	0.05 - 5.70	0.79	Maggi et al., 1974
Pastel de carne	0.05 - 2.20	0.36	Maggi et al., 1974

Jones (1971) reporta el contenido de contaminación de mercurio en la hidrósfera (Cuadro 4). El mercurio no es un bioelemento, sino que, por el contrario constituye un tóxico para los seres vivientes y que por efecto de la contaminación puede llegar a una acumulación peligrosa.

En 1976 una fuente anónima informa que cuando hay contaminación con mercurio, la forma predominante es la oxidada, como Hg(II) y por acción bacteriana reacciona a:

R - Hg - X

R - Hg - R

Es decir, a dialquilo o diarilmercurio, fundamentalmente dimetil mercurio,



que se encuentra como en la materia viva. Por tanto, su acumulación de mercurio en peces es de suma importancia.

Eil y Beizen (1970) estiman que el mercurio inorgánico, bajo condiciones anaerobias en fondos sedimentarios, es biotransformado a metil mercurio por acción de varias bacterias como *Methanobacterium omelanskii*, quedando dispuesto para la asimilación por el planctón y demás organismos acuáticos. Ackefors (1970) reportó que esta metilación es un proceso no enzimático, que requiere la presencia de vitamina B₁₂, que actúa como agente metilante. El mercurio metílico y etílico parecen ser las formas más tóxicas mientras que las formas fenílicas y alcohólicas son menos potentes. Beacham (1976) reporta que se han dado pasos para eliminar el peligro en la medida posible. Estudios recientes sobre atún y pez espada han mostrado el efecto de bioacumulación donde el mercurio en pequeñas cantidades en el agua, se concentra a través de la vida vegetal acuática, la cual sirve de alimento base a peces pequeños los que son consumidos, por peces mayores hasta que se alcanza el grado máximo de concentración en atún o pez espada como el último eslabón de esta cadena alimenticia sería el ser humano.

Las especies de agua dulce que suelen encontrarse en mayor concentración son el Lucio, Carpa y, en especies marinas el pez Espada, Albacora. El cuadro 5 muestra niveles de contenido de metil mercurio en peces marinos, en base a sus lugares de procedencia. En el cuadro 6 se recogen algunos valores referentes al contenido de mercurio en especies de agua dulce. En el cuadro 7 se muestran niveles de mercurio en algunas especies marinas.

CUADRO 4 CONTENIDO DE MERCURIO EN LA HIDROSFERA
(Catala et al; Jones, 1971.)

AMBIENTE	VALORES EXTREMOS (mg/Kg)	VALOR MEDIO (mg/Kg)
Agua de lluvia	0,05 - 0,50	0,20
Aguas normales de arroyos, ríos y lagos	0,01 - 0,10	0,03
Aguas cerca de depósito de SHg	0,50 - 100,00	
Océanos y mares	0,03 - 5,00	0,20
Fondos de cauces normales	0,01 - 1,00	0,05

CUADRO 5 CONTENIDO DE METILMERCURIO EN PECES MARINOS
(Catala et al; Sumino, 1978.)

ESPECIES	MERCURIO (µg/Kg)	LUGAR DE CAPIURA
Atún	0,360	Océano Indico
Besugo	0,110	Nueva Zelanda
Besugo	0,022	Africa
Robalo	0,086	Mar de China este
Arenque	0,008	Mar de Bering
Sardina	0,032	Mar interior de Seto
Sardina	0,035	Mar interior de Seto

CUADRO 6 CONTENIDO DE MERCURIO EN PECES DE AGUA DULCE
(Catala et al; Beacham, 1976)

ESPECIE/PROCEDENCIA	MERCURIO (µg/Kg)	ESPECIE/PROCEDENCIA	MERCURIO (µg/Kg)
Lucio/Canada	0.14 - 1.20	Anguila/España	0.81 - 2.03
Perca/Canada	0.07 - 1.14	Lucio/España	0.05 - 0.08
Lota/Canada	0.07 - 0.88	Perca/U.S.A	0.60
Anguila/Canada	0.01 - 2.08	Lucio/U.S.A	0.23
Trucha/Canada	0.12 - 0.38	Capin/U.S.A	0.05
Carpa/España	0.32 - 0.58	Salmon/Inglaterra	0.04 - 0.13
Black bass/España	0.83	Lucio/Inglaterra	0.81 - 1.60
Lisa/España	0.21 - 0.26	Anguila/Holanda	0.05 - 0.82
Anguila/España	0.65 - 1.48	Lucio/Holanda	0.19 - 0.59
Perca/España	1.39 - 4.18	Perca/Holanda	0.57 - 1.80

CUADRO 7 CONTENIDO DE MERCURIO EN PECES DE AGUAS MARINAS
(Catala et al; Beacham, 1976)

ESPECIE/PROCEDENCIA	MERCURIO (µg/Kg)	ESPECIE/PROCEDENCIA	MERCURIO (µg/Kg)
Atun/Golfo de Guinea	0.46	Atun en lata/U.S.A	0.11 - 3.27
Salmon/Golfo de Guinea	0.21	Delfin/U.S.A	0.47
Sardina/G.de Guinea	0.08	Bacalao/España	0.24 - 2.70
Atun/Hawai	1.02	Pez espada/G. Guinea	0.95 - 1.25
Atun/Oc. Pacifico	0.56	Pez espada/Gibraltar	1.36
Atun/Oc. Atlantico	0.68	Pez espada/España	0.38 - 1.40

1.1.3. Cadmio.

El cadmio es un elemento en el cual la presencia en el hombre no se ha establecido hasta el momento como esencial. Parolari y Pezzani (1977) encontraron en el organismo adulto cantidades de 25 a 39 mg, concentrándose preferentemente en el hígado y en el riñón.

Reilly (1980) menciona que la vida media del cadmio en el organismo es muy larga, superior a 40 años. El cadmio es soluble en los ácidos orgánicos presentes en muchos alimentos y bebidas. Su toxicidad aumenta por la actividad de agentes quelantes, como el ácido nitrilo-triácetico.

Una ingesta prolongada de cadmio altera el metabolismo del calcio, resultando osteoporosis y problemas en el esmalte de los dientes. Beacham (1976) informa que en general, a este problema se le conoce como ITAI-ITAI (ay-ay), es una enfermedad muy dolorosa y paralizante. La cantidad de cadmio que parecía producir esta enfermedad era del orden de 0.6 mg diarios por un periodo de años.

La intoxicación por cadmio hace que el riñón sea el principal órgano afectado en el cual se encuentran proteínas de bajo peso molecular como la metalotionina con un alto contenido de grupos sulfidrilo, las que terminan unidas al metal.

Waldbott (1973) reporta que en caso de inhalar vapores de este metal trae como consecuencia efisema, catarro y parálisis del nervio olfatorio. El cadmio puede pasar a la placenta con posibles efectos mutagénicos para el feto. Por otro lado puede dañar a los canales periféricos causando sarcomas (tumores) en testículos.

Miller (1967) estudio el efecto del cadmio en vacas observando una baja en la producción de leche a niveles de 3.0 g de cadmio diario; al eliminarse el cadmio la productividad aumentó. El cadmio fué excretado en heces (82%) y en la leche se encontró a niveles menores de 0.1 mg/Kg; diversos autores han estudiado los niveles del contenido de cadmio en diversos alimentos procedentes de diversos países (Cuadro 8). Los valores más elevados se observan en hígado y en riñón del ganado vacuno y de los invertebrados marinos, llegando a alcanzar valores de 50 mg/g de cadmio. El resto de los alimentos tienen valores por debajo de éste, siendo los menos contaminados los productos lácteos y las bebidas.

**CUADRO 8 NIVELES ENCONTRADOS DE CADMIO EN ALIMENTOS
(Catala et. al., 1983)**

MUESTRA/PROCEDECENCIA	CADMIO (µg/Kg)	MUESTRA/PROCEDECENCIA	CADMIO (µg/Kg)
Trigo/Suiza	0,050	Carne de pollo/Nva.Zel.	0,03-0,10
Trigo/U.S.A	0,070	Carne de cerdo/Nva.Zel.	0,03-0,10
Arroz/Blgica	0,045	Higado vaca/Suiza	0,11
Arroz/U.S.A	0,040	Riñón vaca/URSS	1,60
Arroz/URSS	0,030	Jamón cocido/España	0,051
Harina/Blgica	0,147	Mortadela/España	0,057
Harina/UK	0,070	Salchicha/España	0,038
Harina/U.S.A	0,070	Sardina/UK	0,18
Papas/Italia	0,040	Crustáceos/Blgica	3,50-29,70
Coliflor/U.S.A	0,008	l/Blgica	0,16-0,53
Papas/Italia	0,040	Vinos/Italia	0,00080
Huevos/Blgica	0,002-0,06		

1.1.4. Arsénico.

Al arsénico se le conoce desde hace siglos por tóxico en todas sus formas. La forma trivalente de arsénico es considerablemente más tóxica que la pentavalente. El uso de dióxido de arsénico como veneno ha provocado que se investiguen métodos para su detección y determinación. El papel biológico de el arsénico ha sido sujeto a discusión y controversia por muchas décadas.

Hace 50 años el arsénico se encontraba entre los pocos y efectivos plaguicidas, pero su uso ha decaído considerablemente desde la introducción de nuevos plaguicidas orgánicos. El arsénico es usado para matar hierba mala; para combatir plagas en la fruta y ayuda a las hojas de algodón; y como suplemento directo en los alimentos para aves de corral o cerdos para ayudar a su crecimiento.

El límite tolerable para el arsénico esta en el orden de 1 a 10 mg/Kg, frecuentemente se recomiendan 3 mg/Kg en industrias de reactivos, colorantes, drogas y alimentos procesados. Actualmente el arsénico "fuerte" (trivalente) ha sido eliminado de la dieta.

Schoeder y Balassa, (1979) estimaron una ingesta diaria de 0.9 mg/Kg : 99% en comida y 1% en agua. El Comité mixto FAO/OMS (1983) determinó una concentración máxima aceptable de arsénico de 3.5 mg/día para un hombre de 70 Kg. El Comité estima que el uso actual en dietas normales para personas no expuestas a una ocupación de alto riesgo es de 0.007 a 0.06 mg/Kg por peso corporal.

El nivel de arsénico encontrado en el primer cuarto de el año de 1969 usando el método de modificación Gutzeite, contribuye a no más de 95 μ g a la dieta por día, planteado por Hundley y Underwood.

En el año de 1970 el máximo nivel de arsénico en la dieta estuvo por debajo de 30 μ g/persona/día. En 1971 fué de 30 μ g/persona/día y 35 μ g/persona/día en 1972 a 1973.

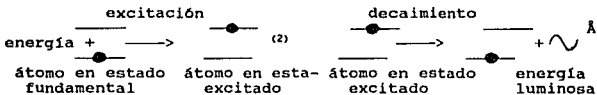
En 1977 en Estados Unidos se implementa el método de análisis de la evolución de el hidrato atómico (absorción atómica) obteniéndose mayor límite de detección que se contaba anteriormente de 0.1 a 0.2 mg/Kg.

1.2. FUNDAMENTOS DE ABSORCION ATOMICA.

El átomo está constituido por un núcleo rodeado por electrones. Cada elemento tiene un número específico de electrones que está directamente relacionado con el núcleo atómico y que con él, da una estructura orbital, que es única para cada elemento. Los electrones ocupan posiciones orbitales en una forma predecible y ordenada. La configuración más estable y de más bajo contenido energético, es conocida como "estado fundamental" y es la configuración orbital para el átomo.

Si a un átomo se le aplica energía de una magnitud apropiada, esta será absorbida por él e inducirá que el electrón exterior sea promovido a un orbital menos estable o "estado excitado". Como este estado es inestable, el átomo inmediatamente y espontáneamente retornará a su configuración fundamental. El electron por tanto retornará a su orbital inicial estable y emitirá energía radiante equivalente a la cantidad de energía inicialmente absorbida en el proceso de excitación. El proceso es ilustrado en la figura 2.

Figura 2

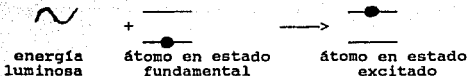


La longitud de onda de la energía radiante emitida esta directamente relacionada a la transición electrónica que se ha producido, puesto que un elemento dado tiene una estructura electrónica única que la caracteriza; este proceso se conoce con el nombre de emisión atómica y puede ser medida y usada para fines analíticos.

Si un haz de luz de una determinada longitud de onda incide sobre un átomo libre en estado fundamental, el átomo puede absorber energía y pasa al estado excitado, en un proceso conocido como absorción atómica. Este proceso esta ilustrado en la figura 3.

Figura 3

Proceso de la absorción atómica



La característica de interés en las medidas de absorción atómica, es el monto de luz, a la longitud de onda resonante, que es absorbida, cuando la luz pasa a través de una nube atómica. Conforme el número de átomos se incrementa en el paso de la luz, la cantidad de esta que será absorbida se incrementará en una forma predecible.

Esa nube de átomos, es producida por la adición de suficiente energía térmica a la muestra para disociar los compuestos químicos en átomos libres. La facilidad y la velocidad a la cual se pueden hacer determinaciones exactas y precisas utilizando esta técnica, han hecho que la absorción atómica sea uno de los métodos más populares para la determinación de metales.

La absorción atómica se basa en la absorción de luz por los átomos. Todos los átomos pueden absorber luz, pero sólo a ciertas longitudes de onda correspondientes a los requerimientos de energía de cada átomo.

1.2.1. Relación entre absorción atómica y concentración atómica.

La relación entre absorción y concentración se define en las leyes fundamentales de absorción de luz:

Ley de Lambert.- La porción de luz absorbida por un medio transparente, es independiente de la intensidad de la luz incidente.

Ley de Beer.- La absorción de luz es proporcional al número de especies que absorben en la muestra.

La absorbancia es proporcional a la concentración para una sustancia a una longitud de onda dada.

La absorción atómica, mide la absorción de soluciones donde la concentración es conocida y entonces se comparan esos resultados con la absorbancia de la muestra desconocida.

1.2.2. Sensitividad y límites de detección.

Sensitividad.- Es la concentración requerida para producir una absorción de 1%; o en términos de unidades de absorción la sensitividad viene a ser los microgramos del elemento por mililitro, que den una absorbancia de 0.0044.

Los valores de sensitividad para determinadas condiciones instrumentales, son generalmente dadas para un instrumento y permite a un operador, determinar si las condiciones instrumentales están optimizadas y si el instrumento está rindiendo de acuerdo a sus especificaciones.

Límite de detección.-Se define como la concentración que haga el cociente señal-ruido igual a 1.

Los términos "sensitividad" y "límite de detección" describen dos características de rendimiento instrumental en absorción atómica. La sensitividad es una convención para definir la pendiente de la curva de calibración con respecto a la concentración de cada elemento.

Beaty (1979) reportó que para la absorción atómica con llama se le expresa en términos de la concentración del elemento en microgramos por mililitro requeridos para producir una absorción de 1%, la sensitividad viene a los microgramos del elemento por mililitro que den una absorbancia de 0.0044, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{Conc. de patron}}{\text{Abs. medida}} = \frac{\text{Sensitividad}}{0.0044}$$

donde:

$$\text{Sensitividad} = \frac{\text{Conc.} \times 0.0044}{\text{Abs. medida}}$$

Los valores de sensitividad para determinadas condiciones instrumentales, son generalmente dadas por el aparato o instrumento.

La sensitividad permite al operador determinar si las condiciones instrumentales están optimizadas y el instrumento está rindiendo de acuerdo a sus especificaciones, simplemente midiendo la absorbancia de una concentración conocida y comparando el resultado con el valor esperado.

Un valor conocido de la sensibilidad también permite predecir el rango de absorbancia que será observada por un rango conocido de concentración o determinar el rango de concentraciones que producirá niveles de absorbancia óptima. No da información sobre la absorbancia mínima que pueda ser medida. El factor limitante en la medida de pequeños valores de absorbancia, están dados por el ruido o fluctuaciones de la línea de base.

Por tanto la sensibilidad define solo el tamaño de la señal de absorbancia. Sirve como referencia para optimizar el instrumento conociendo la sensibilidad también es posible determinar la concentración óptima de la muestra para análisis.

Trazado del límite de detección.



El límite de detección incorpora consideraciones tanto del tamaño de la señal como el ruido de la línea de base para que de esta manera, obtener una indicación de la más baja concentración que haga el cociente señal-ruido igual a 2.

El método de absorción atómica consiste en hacer incidir a una nube electrónica de un cierto elemento una fuente de luz monocromática cuya longitud de onda sea equivalente a niveles energéticos superiores, la cantidad de luz absorbida es proporcional al número de átomos presentes en el vapor. La señal luminosa después de pasar por un monocromador donde se selecciona la longitud de onda adecuada, es recogida por un fotomultiplicador a través de el cual esta señal es amplificada y enviada a un registrador donde es leída la absorbancia.

1.2.3. Instrumentación de absorción atómica.

Componentes de un espectrofotómetro de absorción atómica:

- Fuente de luz.
- Celda de muestreo.
- Medio de medir luz específica.

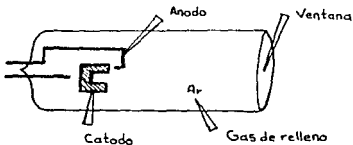
La fuente de luz más usada es la "LAMPARA DE CATODO HUECO" esta diseñada para emitir el espectro atómico de un elemento. También se requiere que la radiación de la fuente sea modulada (encendido y apagado rápidamente), para suministrar una forma de amplificar selectivamente la luz de la lámpara de la fuente e ignorar la emisión de la llama de la celda. Se hace necesario generar un vapor atómico en el paso de el rayo de luz de la fuente. Esto se obtiene generalmente al introducir la muestra en un quemador que se encuentre en el espectrofotómetro.

Para la medición de la luz específica. Un monocromador que dispersa las distintas longitudes de onda de la luz que es emitida de la fuente y separa la línea particular. La selección de una fuente específica y de una longitud de onda particular de aquella fuente, es lo que permite que se pueda efectuar la determinación del elemento seleccionado en presencia de otros. La longitud de onda aislada por el monocromador incide directamente sobre el detector, que sirve como el "ojo" del instrumento. Este es un tubo fotomultiplicador, que produce una corriente eléctrica que depende de la intensidad de la luz incidente.

Fuentes de la luz para poder medir esta absorción de bandas tan angostas con la máxima sensibilidad, es necesario usar una fuente que emita longitudes de onda muy específicas que puedan ser absorbidas por el átomo.

La lámpara de cátodo hueco es una excelente y brillante fuente de energía discreta para la mayoría de los elementos determinados por absorción atómica. El cátodo de la lámpara es un cilindro hueco, cuyo espectro debe producirse. El ánodo y el cátodo se encuentran en un cilindro de vidrio sellado y lleno ya sea de neón o argón como se observa en la figura 4.

Figura 4



Cuando se aplica un potencial eléctrico entre el ánodo y el cátodo, alguno de los átomos del gas de relleno se ionizan. Los iones cargados positivamente se aceleran a través del campo eléctrico y colisionan con el cátodo cargado negativamente, desalojando átomos metálicos individuales del mismo en un proceso llamado "desalojo".

Las lámparas de cátodo hueco tienen un tiempo de vida media finito.

Las lámparas para metales volátiles tales como el arsénico y cadmio se envejecen más rápidamente debido a la rápida vaporización del cátodo durante el uso, pueden tener asimismo, una vida limitada aún cuando no se estén utilizando y que no esta relacionada al tiempo de uso.

El cátodo hueco de la lámpara se constituye usualmente de un metal altamente puro, lo que resulta un espectro de emisión muy puro.

El sistema de quemador es la técnica más ampliamente usada de la absorción atómica, es la aspiración directa en la llama de la solución de la muestra. En este sistema de pre-mezcla, la solución de la muestra es aspirada a través de un nebulizador que genera un aerosol fino, dentro de una cámara de mezcla con los gases combustibles y oxidantes y luego es llevado a la cabeza del quemador en donde ocurre la combustión y la atomización de la muestra.

El gas combustible es introducido a la cámara de mezcla a través de la entrada correspondiente y el oxidante entra a través del brazo lateral del nebulizador. Esto permite que los ajustes del flujo del oxidante sean efectuados por medio de la línea auxiliar, mientras que el flujo a través del nebulizador permanece constante.

1.2.4. Control de interferencias analíticas.

1.- Interferencia de matriz

Se refiere a la muestra tenga una tensión superficial diferente a la de los patrones, por lo que el número de átomos en el rayo de luz no será el mismo y por consiguiente, la absorbancia no se podrá correlacionar.

Una forma de compensar este tipo de interferencias es por medio de un ácido o cualquier otro reactivo, añadido a la muestra durante su preparación.

2.- Interferencia química

En este tipo de problema se debe disponer de suficiente energía para disociar la molécula y crear átomos libres. Si la muestra contiene un componente el cual forme un derivado térmicamente estable esté no será descompuesto por la energía disponible.

3.- Interferencia por ionización.

Si se aplica energía adicional, el electrón en un átomo puede ser completamente removido del átomo originando un ion, estos rearrreglos electrónicos disminuyen los átomos disponibles y por tanto se reducirá la absorción atómica a la longitud de onda de resonancia, y da origen a una interferencia por ionización.

Los efectos de la ionización pueden ser eliminados por la adición de 2000 $\mu\text{g/ml}$ a 5000 $\mu\text{g/ml}$ de un elemento que sea muy fácil de ionizar a todas las soluciones patrón y muestras.

1.2.5. Sistema de generación de hidruros.

En esta técnica los hidruros gaseosos de ciertos metales son producidos por la adición de borohidruros de sodio a 25 ml de muestra en un frasco de reacción. Los hidruros son arrastrados por argón hacia una celda de cuarzo calentada.

Los elementos determinables utilizando la técnica de generación de hidruros gaseosos son de importancia ambiental o de interés toxicológico, por lo que sus bajos límites de detección hacen que estos métodos sean atractivos para este tipo de aplicación.

1.2.6. Atomización en la flama.

La mayoría de los análisis por absorción atómica se realizan en atomizadores de flama. Aquí, la muestra en forma líquida se reduce a una neblina de finas gotas que luego se introducen a la flama donde reacciones químicas a alta temperatura destruyen cualquier tipo de materia orgánica en la muestra y disocia los compuestos inorgánicos hasta átomos libres, los cuales absorben la luz de una longitud de onda específica.

Con este procedimiento, es posible determinar los elementos a concentraciones mínimas (partes por millón o menos). Para tal efecto, es necesario tener a los elementos de interés en una solución homogénea de viscosidad razonable. Las soluciones acuosas o ácidas son excelentes.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

CAPITULO II

2.1. PRESENTACION EXPERIMENTAL.

Teniendo como referencia al diagrama de bloques (figura 5) se resume el presente estudio:

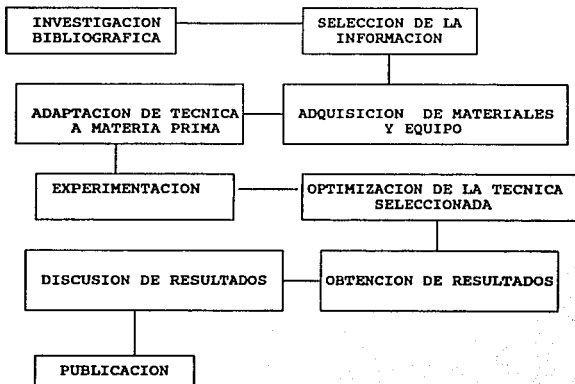
1.- Investigación bibliográfica.- Recopilación de información relacionada con técnicas, límites de detección e información general sobre los metales de interés.

2.- Adaptación de técnica.- Una vez elegida la técnica, se harán un número suficiente de repeticiones para optimizarla.

3.- Aplicación de métodos.- Se hará la mineralización ácida en cada materia prima hasta que se tengan los metales en solución y así poder leerlos en el espectrofotómetro de absorción atómica (cuantificación).

4.- Resultados y conclusiones.- De acuerdo a los resultados se obtendrá para cada tipo de muestra analizada la ingesta semanal tolerable (I.S.T.) o alguna otra tolerancia reportada por los organismos nacionales o internacionales como la F.A.O., O.M.S., I.N.N.S., etc en base a 70 Kg de peso corporal.

Figura 5 Diagrama de bloques de la presentación experimental.



2.2. MATERIALES.

2.2.1. Descripción de las muestras.

Las muestras fueron recolectadas en diferentes delegaciones de la Ciudad de México incluyéndose tiendas de autoservicio, mercados y central de abastos " La Viga " (en el anexo I se señalan los lugares elegidos así como su ubicación) con el fin de abarcar diferentes estratos sociales.

Las variedades seleccionadas para este estudio son: bagre, mojarra, almeja, ostión, atún y sardina, siendo las dos últimas en aceite vegetal y enlatadas.

Se eligieron aleatoriamente 10 mercados públicos y 5 tiendas de autoservicio; de éstos se eligió un puesto al azar, adquiriéndose en cada uno tres bagres y tres mojarras (fresco, entero, eviscerado y sin escamas).

Para el caso de el ostión (desconchado) se compró un total de 15 frascos. En cada puesto se compró un frasco considerándose al contenido del frasco como una muestra representativa. El peso neto fué de 315 g, el peso drenado de 245 g y 20 % de agua.

En cuanto a la almeja, se escogió la tipo " Chirle " porque es la que se encuentra en mayor parte de puestos tanto en " La Viga " como en los supermercados siendo ésta la más común y económica. Se recolectó aproximadamente 1 Kg en cada uno de los 15 puestos, considerándose como muestra representativa. La almeja fué adquirida en su concha.

Por otra parte para la compra del atún y la sardina se eligieron tres marcas con claves " y ", " t " y " l " para el atún se adquirieron 30 muestras en tiendas de autoservicio. La recolección de realizo de tal forma que el lote de producción fuera diferente para cada muestra. Para la sardina por no presentar lote de producción, se adquirieron al azar 15 muestras en una tienda de autoservicio y 15 muestras en un mercado público (el anexo II muestra número de lotes y nombres de las claves).

2.2.2. Material de laboratorio.

- 1.- Cajas petri.
- 2.- Embudo talla corto.
- 3.- Espátula.
- 4.- Frascos de vidrio con tapón.
- 5.- Matracas aforados de 25, de 100 y de 1000 ml.
- 6.- Matraz kjeldahl de 100 ml.
- 7.- Micropipetas de 20, 50 y 100 μ l.
- 8.- Papel filtro poro fino.
- 9.- Cuerpos de ebullición.
- 10.- Pipeta graduada de 10 ml.
- 11.- Tubos de ensaye con tapón de baquelita 16 x 150 mm.

2.2.3. Reactivos.

- 1.- Acido nítrico grado analítico.
- 2.- Acido perclórico grado analítico.
- 3.- Acido clorhídrico grado analítico: al 1.5%.
- 4.- Borohidruro de sodio: al 3% en hidróxido de sodio al 1%.
- 5.- Gas acarreador: aire-acétileno y aire-nitrogeno.
- 6.- Agua bidestilada.
- 7.- Permanganato de potasio: al 5%.

2.2.4. Aparatos.

- 1.- Espectrofotómetro de absorción atómica. PERKIN-ELMER. modelo 2380
 - a) Lámpara de arsénico cátodo hueco.
 - b) Lámpara de cadmio cátodo hueco.
 - c) Lámpara de mercurio cátodo hueco.
 - d) Lámpara de plomo cátodo hueco.
 - e) Accesorios para generar hidruros (MHS-10).
- 2.- Balanza analítica. METTLER modelo TYPE B5 No.199097.
- 3.- Estufa. EELISA modelo FE 291 No.279939.
- 4.- Parrilla para microkjeldahl. AMINCO No.2466
- 5.- Congelador. FRIGIDAIRE

2.3. METODOS.

2.3.1. Lavado de material.

Todo el material de vidrio fué lavado previamente con ácido nítrico concentrado durante 12 Horas para solubilizar metales evitando interferencias con la muestra, posteriormente se lavó con agua bidestilada.

2.3.2. Preparación de muestras.

El bagre y la mojarra se secaron hasta obtener peso constante, se analizó sólo la parte comestible. Cada una de las muestras obtenidas se analizó por triplicado

La almeja se extrajo de su concha y se colocó en cajas petri para secarla, no se incluyó la membrana (manto) con la que viene pegada a la concha. Un 90 % de la almeja se encontró sucia; es decir, tenía lodo, arena y agua sucia. Se lavo muy poco para tratar de reflejar la poca higiene que se maneja en los centros de consumo popular. Se recolectaron muestras con concha, entera y sin lavar.

La concha representa un 85 % y la parte comestible un 15 %. Un cuarto de kilo (de cada puesto) se congela como reserva y los tres cuartos restantes se dividen para análisis por triplicado (secandose posteriormente).

Para la preparación del ostión se dreno el agua y se procedio a colocarlo en cajas petri (aproximadamente de 5 a 8 ostiones por caja) secandose a temperatura de 100°C durante 24 Horas.

De las muestras recolectadas que contiene 20 % de líquido y 245 g de parte comestible; una cuarta parte del producto se congela como reserva y las tres cuartas partes restantes se dividen para análisis por triplicado (secandose posteriormente).

El cuadros 9 muestra las características del pescado y marisco adquirido.

Cuadro 9 Características del pescado y marisco muestreado.

TIPO	PRESENTACION	PESO HUMEDO (g)		
		n	x	s
Bagre ^d	fresco	15	24,88	12,30
Mojarra ^d	fresco	15	31,05	9,22
Almeja	fresco	15	57,11	14,10
Ostión	fresco	15	31,73	12,61

n = tamaño de la muestra ; x = promedio de muestras

s = desviación estandar ; d = parte comestible (filete)

Antes de abrir las latas de atún y sardina se lavaron las tapas para eliminar la posible interferencia con los metales en estudio, en especial el plomo ya que es el que se encuentra en mayor proporción en estos productos.

Se eliminó el aceite guardandose para posterior análisis.

El atún fué secado en cajas petri a una temperatura de 60°C durante 24 Horas y la sardina a una temperatura de 70°C durante 48 Horas también en cajas petri.

El cuadro 10 muestra las características de sardina y atún analizados. De cada lata de dreño el aceite, la mitad del contenido de la parte comestible se seco, la mitad restante se congelo para reserva.

Cuadro 10 Características de sardina y atún muestreado.

PRODUCTO	MARCA	TAMAÑO DE MUESTRA LATAS ^a	PESO DRENADO ^b (g)	PESO HUMEDO (g)	
				x	s
Sardina en aceite de oliva	y*	15	125	42,47	6,70
Sardina en aceite de oliva	t*	15	125	42,65	7,15
Atún en aceite de oliva	y*	15	198	29,51	4,39
Atún en aceite de oliva	l*	15	198	27,80	3,92

* En el anexo II se muestran las claves

a = latas por mercado

b = peso reportado por fabricante

2.3.3. Método de mineralización ácida *.

Se pesan 1 g de muestra seca en un matraz kjeldahl; agregar 10 ml de ácido nítrico concentrado reposando en premineralización de 10 a 12 Horas a temperatura ambiente. Se adicionan cuerpos de ebullición y se calienta en una parrilla microdigestora de 20 a 30 min. (hasta que no se forme espuma), se enfría a temperatura ambiente agregandose 6 ml de ácido perclórico concentrado, se calienta hasta completar la destrucción de la materia orgánica, seguir el calentamiento hasta que la solución sea traslúcida.

Se prosigue a filtrar la solución en caliente, aforando a 25 ml con agua bidestilada y desionizada y se procede a leer.

La mezcla de ácidos para la mineralización de 1 g de muestra es de 16 ml de ácido nítrico-ácido perclórico en una proporción de 3:2 .

* Agemian et. al (1980) y Anderson J (1972).

2.3.4. Métodos de mineralización ácida para aceite vegetal *.

Se pesa 2 g de la muestra de aceite (atún o sardina). Se agregan 8 ml de ácido nítrico dejándolo predigerir durante 10 Horas a temperatura ambiente; se calienta lentamente, adicionandose la mezcla de ácido nítrico-perclórico en proporción 3:2 para la total mineralización. Se procede como el método anterior.

* Dufek y List (1977).

2.3.5. Calibración del aparato.

2.3.5.1. condiciones de trabajo.

Perkin-Elmer, (1979) reporta las condiciones de trabajo para cadmio y plomo por flama:

	Cadmio	Plomo
LONG.ONDA(nm):	228.800	217.80
APERURA		
ESPECTRAL:	0.700	0.70
EXPANSION:	1.000	1.00
SENSITIVIDAD (mg/L):	0.028	0.19
SENSITIVIDAD		
CHECK (mg/L):	1.500	9.00
RANGO LINEA (mg/L):	2.000	20.00

Perkin-Elmer, (1979) reporta las condiciones de trabajo para arsénico y mercurio por generador de hidruros:

	Arsénico:	Mercurio:
FORMA:	MHS-10	MHS-10
	NaBH ⁴	NaBH ⁴
PURGA I (s):	25	5
REACCION (s):	10	10
PURGA II (s):	40	40
TEM. CELDA:	200°C	900°C
LONG.ONDA(nm):	193,7	253,6
APERTURA		
ESPECTRAL(nm):	0,7	0,7
SENSITIVIDAD		
CHECK:	10 ml 0,005 µg/ml As	10 ml 0,025 µg/ml Hg

(50 nd) da una absorben- (250 ng) da absorben-
cia de ≈ 0,2 cia de ≈ 0,2

2.3.5.2. Estandarización del aparato.

Beaty, (1979) reportó que la calibraciones del instrumento se efectuan al iniciar las mediciones y periódicamente durante el análisis, esta calibración se realiza corriendo una serie de patrones y un blanco, este último con el objeto de hacer una corrección por fondo.

El proceso de calibración es el siguiente:

- 1.- Curva para arsénico, mercurio, cadmio y plomo (tomando como referencia la solución de 1000 mg/Kg).
- 2.- Lectura a diferentes concentraciones de la curva.

2.3.5.3. Preparación de soluciones patrón.

Cadmio: 1,000 ± 0,002 g Cd. (cloruro de cadmio en agua)
(Ampolleta Estandar de Cadmio 9960 Tritisol. MERCK)
Aforar a 1 L con agua bidestilada.

Plomo : 1,000 ± 0,002 g Pb (nitrato de plomo en agua)
(Ampolleta Estandar de Plomo 9969 Tritisol. MERCK).
Aforar a 1 L con agua bidestilada.

Arsénico:1,000 ± 0,002 g As (pentóxido de arsénico en agua)
(Ampolleta Estandar de Arsenico 9939 Tritisol.MERCK).
Aforar a 1 L con agua bidestilada.

Mercurio:1,000 ± 0,002 g Hg (cloruro de mercurio en agua)
(Ampolleta Estandar de Mercurio 9965 Tritisol.
MERCK). Aforar a 1 L con agua bidestilada.

2.3.5.4. Preparación de curva patrón.

Para la obtención de valores de concentración fué necesario elaborar curvas de calibración, expresadas en los cuadros 11, 12 y 13.

De una concentración de 1000 mg/L de cadmio, se tomo 0.1 ml y se aforo a 100 ml para tener una concentración de 1 $\mu\text{g/ml}$, se tomo una alícuota de 0.1, 0.5 y 1.0 ml aforando a un volumen de 100 ml con agua bidestilada y desionizada para tener la concentración deseda.

Cuadro 11 Curva de calibracion de cadmio

Absorbancia	Concentración, (mg/L)
0,260	1,0
0,130	0,5
0,030	0,1
0,003	0,0

a= Preparado a partir de una solución patron de cadmio MERCK.

Para plomo se partió de una concentración de 1000 $\mu\text{g/ml}$. Se tomo 0.1 ml y se aforo a 100 ml para tener una concentración de 1 $\mu\text{g/ml}$, de esta solución se tomaron alícuotas de 1, 2 y 5 ml aforando a 100 ml con agua bidestilada y desionizada para tener la concentración deseada.

Cuadro 12 Curva de calibración de plomo

Absorbancia	Concentración, (mg/L)
0,200	5,00
0,078	2,00
0,036	1,00
0,002	0,00

a= Preparado apartir de una solución patron de plomo MERCK.

Para arsénico y mercurio se partió de una concentración de 1000 µg/ml, se tomó 0.1 ml y se aforó a un volumen de 100 ml para tener una concentración de 1 µg/ml. De esta solución se tomaron alícuotas de 20, 50, 100 y 200 µl aforándose cada solución a un volumen de 100 ml con agua bidestilada y desionizada.

Cuadro 13 Curva de calibración de arsénico y mercurio

Absorbancia	Concentración* (ng)				
	0	20	50	100	200
Arsénico	0,003	0,066	0,169	0,286	----
Mercurio	0,003	0,015	0,035	0,067	0,146

a= Preparado a partir de una solución patrón de arsénico y mercurio MERCK.

2.3.5.5. Lecturas.

Para cada concentración se tomaron lecturas por triplicado y se obtuvo promedio. Los valores son expresados directamente por el espectrofotómetro de absorción atómica como concentración. Con un microcomputador que calibra los datos de absorbancia. En la región lineal los datos de una solución patrón y blanco son suficientes para definir la relación entre la concentración y la absorbancia.

2.3.6. Validación de metodología de la recuperación del método de análisis.

De la solución patrón de 1000 µg/ml de cadmio, plomo, arsénico y mercurio se tomó 0.1 ml aforando a 100 ml. De esta solución se tomó 1 ml y fue adicionado directamente a un gramo de muestra. El procedimiento de análisis fue igual al descrito anteriormente (método de mineralización ácida).

R E S U L T A D O S

CAPITULO III

3. RESULTADOS.

3.1. Humedad.

El contenido de humedad reportado en porciento (P/P) de las 6 variedades analizadas se encuentran en el cuadro 14. (Estos valores son valores promedio).

Cuadro 14 Humedad de las muestras expresadas en g agua/100 g muestra.

MUESTRA	PESO HUMEDO (g)		PESO SECO (g)		% HUMEDAD	
	x	s	x	s	x	s
Bagre ^a	27.93	25.62	5.78	2.89	79.30	6.67
Mojarra ^a	31.59	12.72	6.60	2.65	79.10	2.67
Almeja	32.54	7.45	6.90	3.18	78.12	5.39
Ostión	57.71	14.57	4.18	1.28	92.75	1.70
Atún ^y	29.51	4.39	9.90	2.40	66.45	3.64
Atún ^t	28.13	2.97	9.31	1.03	66.90	1.63
Sardina ^y	43.03	6.43	17.10	4.43	60.26	6.15
Sardoma ^t	43.31	7.35	16.98	2.77	60.79	1.45

a = parte comestible (filete)

b = promedio

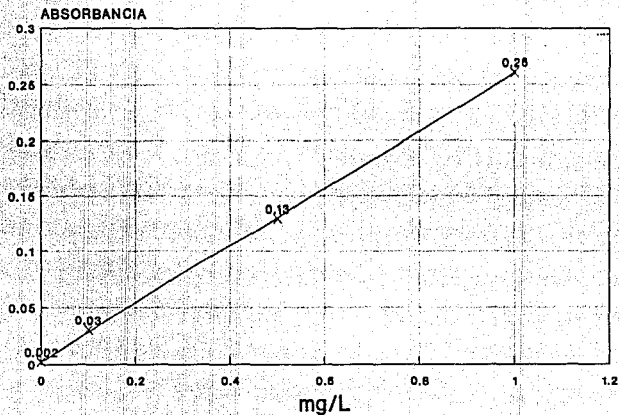
c = desviación estandar

3.2. Curvas de calibración.

Para obtener los valores de concentración fué necesario elaborar curvas de calibración para cadmio, plomo, arsénico y mercurio, estas se representan en las figuras 6, 7, 8 y 9 respectivamente. Los cuadros 15, 16, 17 y 18 muestran los valores individuales y promedio de absorbancia y concentración para cadmio, plomo, arsénico y mercurio.

Todas las lecturas detectadas por el espectrofotómetro de absorción atómica de las muestras analizadas entran en el rango de linealidad de las curvas.

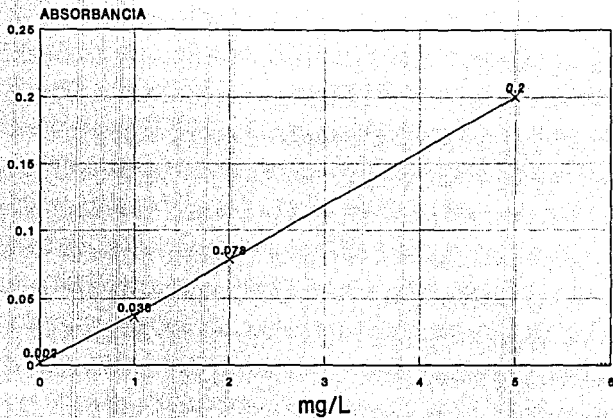
FIGURA 6
CURVA DE CALIBRACION DEL CADMIO



$y = mx + b$
 $y = 0.2687x + 0.027$
 $R = 0.9999$

x CURVA PROMEDIO

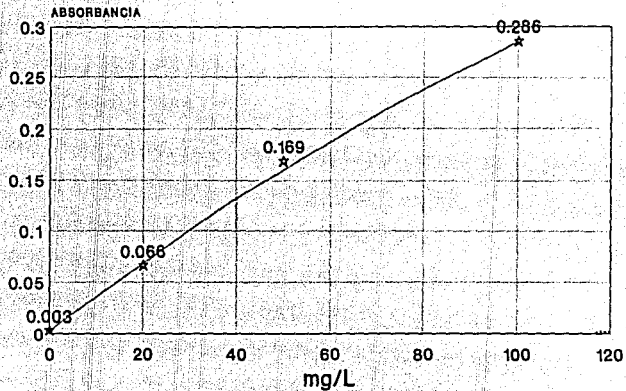
FIGURA 7
CURVA DE CALIBRACION DEL PLOMO



$y = mx + b$
 $y = 0.0400x - 0.001$
 $R = 0.9995$

x CURVA PROMEDIO

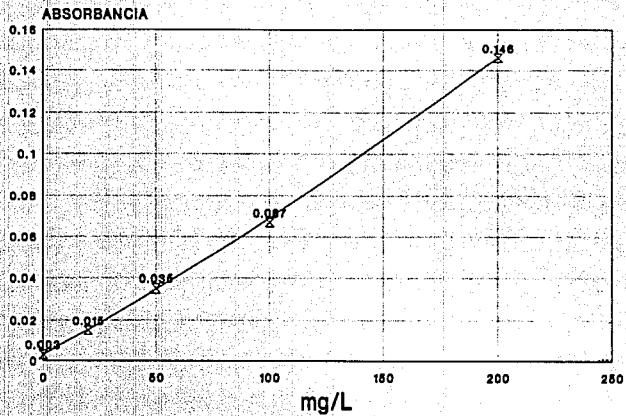
FIGURA 8
CURVA DE CALIBRACION DE ARSENICO



$y = mx + b$
 $y = 0.00283x + 0.0103$
 $R = 0.9956$

★ curva promedio

FIGURA 9
CURVA DE CALIBRACION DEL MERCURIO



$y = mx + b$
 $y = 0.00071x + 0.00023$
 $R = 0.9985$

— CURVA PROMEDIO

Cuadro 15 Valores de absorbancia para curva patron de cadmio.

CONCENTRACION (mg/L)	ABSORBANCIA	PROMEDIO
0,0	0,003	0,003
0,1	0,026 0,030 0,030 0,034	0,030
0,5	0,124 0,130 0,137 0,132	0,130
1,0	0,265 0,270 0,258 0,250	0,260

Cuadro 16 Valores de absorbancia para curva patron de plomo.

CONCENTRACION (mg/L)	ABSORBANCIA	PROMEDIO
0,0	0,002	0,002
1,0	0,300 0,035 0,040 0,042	0,036
2,0	0,075 0,068 0,095 0,075	0,078
5,0	0,190 0,195 0,205 0,210	0,200

Cuadro 17 Valores de absorbancia para curva patron de arsénico.

CONCENTRACION (ng)	ABSORBANCIA	PROMEDIO
0	0,003	0,003
20	0,066 0,067 0,073	0,066
50	0,171 0,173 0,173	0,169
100	0,279 0,289 0,299	0,286

Cuadro 18 Valores de absorbancia para curva patron de mercurio.

CONCENTRACION (ng)	ABSORBANCIA	PROMEDIO
0	0,003	0,003
20	0,015 0,015 0,016	0,015
50	0,035 0,039 0,032	0,035
100	0,072 0,066 0,064	0,067
200	0,141 0,145 0,146	0,146

3.3. Sensitividad ajustada y cantidad no detectable por el espectrofotómetro (N.S.D.).

Para tener los valores de concentración en el mismo rango de linealidad se descartaron datos obtenidos experimentalmente; de acuerdo a la sensibilidad detectada por el espectrofotómetro para cadmio, plomo, arsénico y mercurio que reporta MERCK, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- 1.- Peso de muestra seca 1 g .
- 2.- Aforo de muestras mineralizadas a 25 ml .
- 3.- En el caso de generador de hidruros se tomo en la alicuota (1 ml) adicionada al frasco de reacción.
- 4.- De acuerdo a la siguiente ecuación (1), se cálculo el valor mínimo aceptable como detectable bajo las condiciones de trabajo, recomendadas y aceptadas como confiables propuestas por PERKIN-ELMER.

$$\frac{\text{lectura}(\mu\text{g/ml}) \times \text{aforo} \times 100}{1000 \times \text{peso muestra}(\mu\text{g})} = \frac{\%}{\text{conversión}} \times \text{factor de } = \mu\text{g/g} \dots (1)$$

5.- Se siguio la misma ecuación (1), pero la sensibilidad, se representa ahora como la lectura directa del aparato ($\mu\text{g/ml}$ para cadmio y plomo y absorbancia para arsénico y mercurio), en esta ecuación se incluye directamente el peso de la muestra.

De acuerdo a Spiridonov (1973), para manejar valores estadísticos umbrales, se considera a N.S.D. como la mitad del valor mínimo detectado instrumentalmente.
Ejemplo para plomo en bagre (cuadro 21):

Límite de sensibilidad 0,19, por tanto, 0,095 se evalua

$$\frac{0,095 \times 25 \times 100}{1 \times 10^6} = 0,000237 \times 10^4 = 2,37 \mu\text{g/g}$$

Siendo entonces 2,37 el valor estadístico corregido que se toma en lugar de N.S.D. Considerando sólo los valores de 6,51; 7,58; 9,25; 8,24; 9,48; 5,23 da una media de 7,715 \pm 1,49 , pero se agrega 2,37 en lugar de N.S.D. entonces el valor promedio (\bar{x}) es de 4,51 \pm 2,88. Es decir, que ante la incertidumbre que no exista plomo en valores abajo de 5,0 $\mu\text{g/g}$ se prefiere tomar la sensibilidad ajustada como 2,37 y calcular un valor más cercano a la realidad, ya que si N.S.D. fuera cero la media será 3,09 \pm 3,895. El procedimiento se repite para los demás casos

Los datos se reportan en el Cuadro 19.

Cuadro 19 Valores analíticos empleados como referencia para la eliminación de datos que representan interferencia instrumental (ruido).

	Cadmio	Plomo	METAL Arsénico	Mercurio
Sensitividad ¹ (mg/L)	0,028	0,190	250	50
Valor corregido de sensibilidad (mg/L)	0,70	4,75	0,00625	0,00125
Compensación ²				
Porcentaje	7,00	5,30	-----	-----
Sumar	0,05	0,25	-----	-----
Criterio para eliminar ³ (mg/L)	0,75	5,00	-----	-----

1 = Valor límite inferior de detección tomado del manual PERKIN-ELMER .

2 = Se refiere al ajuste necesario para la variabilidad de la lectura observada directamente en la carátula. Es decir, la falta de estabilidad de un valor numerico en la pantalla, por lo general se observa una variación de aproximadamente 0,006 unidades de absorbancia.

3 = Después de los ajustes anteriores los valores que estan por abajo de 0,75 mg/L para cadmio serán considerados como no detectables y para plomo los que estan por debajo de 5 mg/L serán no detectable. Para arsénico y mercurio no se corrige ya que los valores de absorbancia de las muestras entran por arriba del mínimo detectable.

3.4. Cuadro de valores promedio de concentración.

De los valores interpolados individualmente se realizó un cuadro por metal, se encuentran en el anexo III; de estos valores se hizo un promedio, representados en los cuadros 20, 21, 22 y 23.

CUADRO 20 VALORES PROMEDIO OBTENIDOS POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA PARA CONCENTRACION DE CADMIO. (ug Cd / g de muestra)

	MERCADO	BAGRE	MOJARRA	ALMEJA	OSTION	ATUNV	ATUNI	SARDINAV	SARDINAT
	■	■	■	■	■	■	■	■	■
A	NSD	NSD	0.82	0.93	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
B	NSD	NSD	1.03	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
C	NSD	NSD	NSD	5.84	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
D	NSD	NSD	NSD	11.84	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
E	NSD	NSD	3.93	12.97	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
F	NSD	NSD	NSD	15.31	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
G	NSD	NSD	NSD	4.89	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
H	NSD	NSD	1.32	17.64	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
I	NSD	NSD	1.25	7.20	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
J	NSD	NSD	1.66	1.15	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
K	NSD	NSD	NSD	18.63	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
L	NSD	NSD	1.04	6.21	4.25	NSD	NSD	NSD	NSD
M	NSD	NSD	3.53	5.54	3.75	NSD	NSD	NSD	NSD
N	NSD	NSD	NSD	6.14	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
O	NSD	NSD	NSD	17.21	NSD	3.66*	NSD	NSD	NSD
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15
x	NSD	NSD	1.13	8.79	0.84	NSD	NSD	NSD	NSD
s	NSD	NSD	1.14	6.31	1.28	NSD	NSD	NSD	NSD

* Este valor no se tomo en cuenta por posible contaminacion.

■ Anexo I.

■ Pescado y marisco fresco.

■ Producto procesado.

N.S.D. Cantidad no detectable.

**Cuadro 21 VALORES PROMEDIO OBTENIDOS POR ESPECTROFOTOMETRIA
DE ABSORCION ATOMICA PARA CONCENTRACION DE PLOMO.
($\mu\text{g Pb / g de muestra}$)**

MERCADO	BAGRE	MOJARRA	ALMEJA	OSTION	ATUN [†]	ATUN [‡]	SARDIN [†]	SARDIN [‡]
g	g	g	g	g	g	g	g	g
A	6.51	5.10	7.24	9.83	NSD	NSD	8.14	NSD
B	NSD	NSD	8.75	8.30	NSD	NSD	7.18	NSD
C	5.85	6.44	12.91	5.77	NSD	NSD	8.50	NSD
D	9.25	5.38	7.35	5.41	NSD	NSD	NSD	NSD
E	NSD	5.46	10.92	15.92	NSD	NSD	NSD	NSD
F	NSD	NSD	7.44	9.86	6.17	NSD	8.17	NSD
G	NSD	7.13	11.15	9.87	5.29	NSD	8.25	NSD
H	NSD	6.58	5.31	8.24	5.53	NSD	NSD	NSD
I	NSD	NSD	9.21	11.10	NSD	NSD	NSD	NSD
J	NSD	6.97	9.92	13.89	7.49	NSD	NSD	NSD
K	NSD	5.75	8.12	11.84	NSD	NSD	5.42	NSD
L	NSD	6.04	5.31	5.18	NSD	NSD	NSD	NSD
M	6.25	7.64	11.04	7.79	NSD	NSD	NSD	NSD
N	5.02	6.85	8.72	8.91	NSD	NSD	NSD	NSD
O	NSD	NSD	7.44	8.07	NSD	NSD	NSD	NSD
n	15	15	15	15	15	15	15	15
x	NSD	5.26	8.78	9.30	NSD	NSD	NSD	NSD
s	NSD	1.93	2.17	2.98	NSD	NSD	NSD	NSD

† Anexo I.

Pescado y marisco fresco.

‡ Producto procesado.

N.S.D. Cantidad no detectable.

**Cuadro 22 VALORES PROMEDIO OBTENIDOS POR ESPECTROFOTOMETRIA
DE ABSORCION ATOMICA PARA CONCENTRACION DE ARSENICO.
(ug As / g de muestra)**

MERCADO	BAGRE	MOJARRA	ALMEJA	OSTION	AIUNY	AIUNI	SARDINAY	SARDINAT
A	0,82	0,05	0,25	0,10	0,47	0,38	1,43	2,28
B	0,14	0,05	0,08	0,08	0,46	0,71	1,39	2,20
C	0,15	0,78	0,05	0,07	0,56	0,97	2,33	2,02
D	0,14	1,48	0,04	0,06	0,67	0,72	2,51	2,14
E	0,13	0,45	0,12	0,08	0,83	0,58	2,48	2,34
F	0,07	0,07	0,05	0,08	0,85	0,68	2,58	2,38
G	0,11	0,12	0,08	0,05	0,55	0,87	1,79	1,87
H	0,37	1,45	0,05	0,09	0,77	0,57	2,81	2,10
I	0,11	0,09	0,03	0,05	1,02	1,17	2,45	2,47
J	1,01	0,08	0,08	0,10	0,53	1,80	2,38	1,98
K	0,08	0,81	0,08	0,08	0,48	0,73	2,41	2,61
L	0,17	0,12	0,08	0,05	0,58	0,68	2,45	2,37
M	0,14	1,83	0,09	0,04	0,72	0,75	2,03	2,22
N	0,13	0,10	0,05	0,09	1,27	0,87	2,38	2,12
O	0,16	0,07	0,08	0,10	0,70	0,86	2,48	2,30
n	15	15	15	15	15	15	15	15
r	0,25	0,49	0,08	0,07	0,70	0,78	2,24	2,22
s	0,28	0,58	0,05	0,02	0,23	0,29	0,40	0,19

» Anexo I.

■ Pescado y marisco fresco.

■ Producto procesado.

N.S.D. Cantidad no detectable.

**Cuadro 23 VALORES PROMEDIO OBTENIDOS POR ESPECTROFOTOMETRIA
DE ABSORCION ATOMICA PARA CONCENTRACION DE MERCURIO.
($\mu\text{g Hg} / \text{g muestra}$)**

MERCADO	BAGRE	MOJARRA	ALMEJA	OSTION	ATUNV	ATUNI	SARDINAV	SARDINAT
A	0.35	0.21	NSD	0.62	1.50	0.95	0.02	NSD
B	0.49	0.17	0.08	0.29	1.47	0.39	0.05	0.05
C	0.58	NSD	0.09	0.56	0.42	0.86	0.08	0.05
D	0.90	0.12	0.08	0.16	0.66	1.62	0.04	0.08
E	0.54	NSD	0.21	1.10	0.17	0.38	0.02	0.07
F	0.68	NSD	0.10	0.78	1.56	0.62	NSD	0.07
G	0.86	NSD	0.13	0.16	1.33	0.28	0.01	0.10
H	0.63	NSD	0.12	0.47	1.42	1.24	NSD	0.09
I	0.72	0.14	0.16	0.39	0.60	0.18	NSD	0.05
J	0.93	0.16	0.10	0.60	1.78	0.12	NSD	0.08
K	0.52	0.19	0.10	0.77	1.38	2.32	NSD	0.03
L	1.22	0.08	0.12	0.15	0.25	1.06	NSD	0.08
M	0.07	0.05	0.13	0.14	1.44	0.83	NSD	0.04
N	0.18	NSD	NSD	0.15	1.07	0.12	NSD	0.13
O	0.12	NSD	0.10	1.48	0.51	0.13	0.13	0.05
n	15	15	15	15	15	15	15	15
x	0.58	0.07	0.10	0.52	1.04	0.75	0.02	0.06
s	0.32	0.08	0.05	0.39	0.54	0.63	0.03	0.03

> Anexo I.
 * Pescado y marisco fresco.
 # Producto procesado.
 N.S.D. Cantidad no detectable.

3.5. Valores de concentración obtenidos de un promedio total.

Para facilitar los cálculos de ingesta se realizó un promedio de los resultados reportados de los cuadros 20 al 23, estos promedios se encuentran en el cuadro 24.

Cuadro 24 Valores de concentración obtenidos por espectrofotometría de absorción atómica.

ESPECIE	MUESTRA			
	(μg de metal /g de muestra en peso seco)			
	Cadmio ^a	Plomo ^a	Arsénico ^a	Mercurio ^a
Bagre	N.S.D	N.S.D	0,25	0,58
Mojarra	N.S.D	5,26	0,49	0,07
Almeja	1,13	8,78	0,08	0,10
Ostión	8,79	9,30	0,07	0,52
Atún,	0,84	N.S.D	0,70	1,04
Atún,	N.S.D	N.S.D	0,78	0,75
Sardina,	N.S.D	N.S.D	2,24	0,02
Sardina,	N.S.D	N.S.D	2,22	0,06
Alimento	Valores reportados de la literatura, según varios autores ^b .			
Atún enlatado en aceite vegetal: "La torre" "Ybarra"		0,00 0,00		0,08 0,00
tiburón; pez espada; y peces de agua dulce				1000 ^c 1000 ^c 1000 ^c
Salchicha	0,036	0,38		
Jamón	0,051	0,32		
Pescados y crustáceos			1,0-2,5 ^d	

a= Valores promedio de las concentraciones de muestras que se realizaron por triplicado experimentalmente.

b= Instituto consumidor (1989); Criterios de salud ambiental (1978); Catalá et. al (1983).

c= El consumo diario estimado de mercurio inorgánico es de 4,3 $\mu\text{g}/\text{día}$ y de metil mercurio niveles que exceden el nivel reportado.

d= Valor reportado en μg As inorgánico/Kg.

NOTA: N.S.D significa no se detecta por el aparato.

3.6. Tendencias de consumo a partir de encuestas.

De la encuesta (Cuadro 25) realizada a los consumidores, se elaboraron histogramas; en ellos se describen los valores de distribución y preferencia de consumo, reportados en porcentaje relativo, para pescados y mariscos así como también las tendencias de consumo para atún y sardina. El cuestionario (se obtuvo de la secretaria de pesca; se modificaron algunas preguntas para el objetivo de este trabajo) que se aplicó al cliente en el momento de hacer su compra en los mercados mencionados con anterioridad, es el siguiente:

Cuadro 25 Encuesta.

- 1.- DONDE ACOSTUMBRA COMPRAR EL PESCADO FRESCO?
 - a) Tianguis
 - b) Conasuper
 - c) Mercado público
 - d) La Viga
 - e) Supermercados
 - f) Varios
- 2.- QUE TIPO DE PESCADO Y MARISCO CONSUME CON MAYOR. FRECUENCIA? _____
- 3.- EN LOS QUINCE DIAS ANTERIORES, CONSUMIO ALGUN PRODUCTO PESQUERO?.
 - a) Fresco
 - b) Enlatado
 - c) Alguna otra presentación

¿ CUANTAS PERSONAS CONSUMIERON EL PRODUCTO PESQUERO? _____

- 4.- DIGA USTED QUE PESCADO O MARISCO CONSUMIERON Y EN QUE CANTIDADES.

Fresco Kg	Congelado Kg	Enlatado No. latas sardina atún
_____	_____	_____

- 5.- DE LAS SIGUIENTES ESPECIES CUAL ES LA QUE CONSUME HABITUALMENTE.
 - a) Mojarra _____
 - b) Bagre _____
 - c) Almeja _____
 - d) Ostión _____

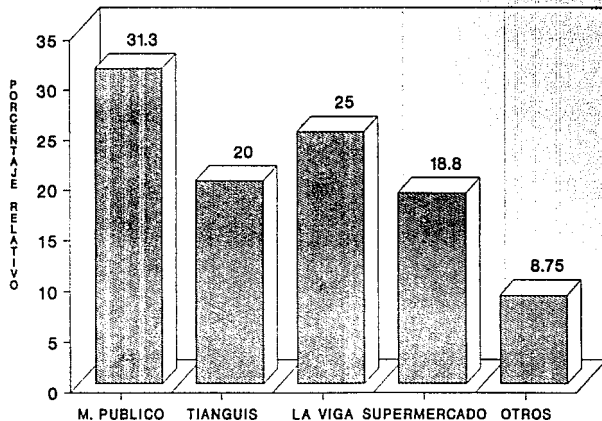
Enlatados: aceite vegetal _____

 - e) Atún (marca) _____
 - f) Sardina (marca) _____

Los resultados obtenidos de la encuestas se muestran en las figuras 10, 11, 12, 13 y 14.

FIGURA 10
DISTRIBUCION DEL LUGAR DE COMPRA

FRECUENCIA DE CONSUMO

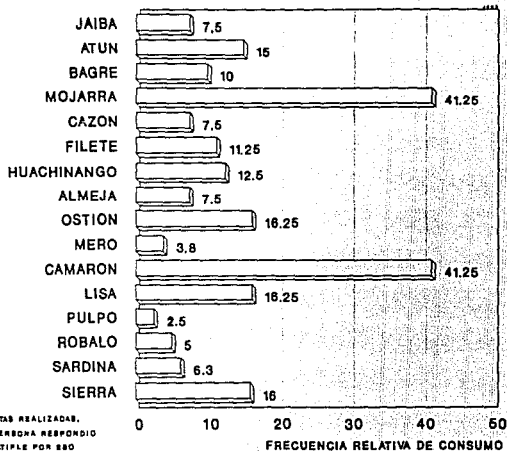


NOTA: Más de una persona respondió en forma múltiple, por eso no dará el 100%

MERCADOS

FIGURA 11
PREFERENCIA DE PESCADO Y MARISCO

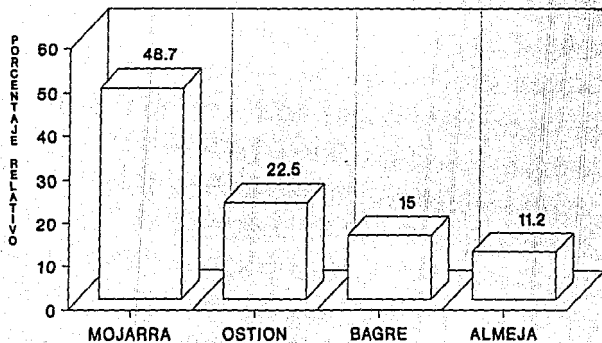
ESPECIES ENCUESTADAS



DE 80 ENCUESTAS REALIZADAS,
MAS DE UNA PERSONA RESPONDIÓ
EN FORMA MULTIPLE POR 800
NO DARA EL 100%

FIGURA 12
TENDENCIA DEL CONSUMO POR VARIEDAD

FRECUENCIA DE CONSUMO

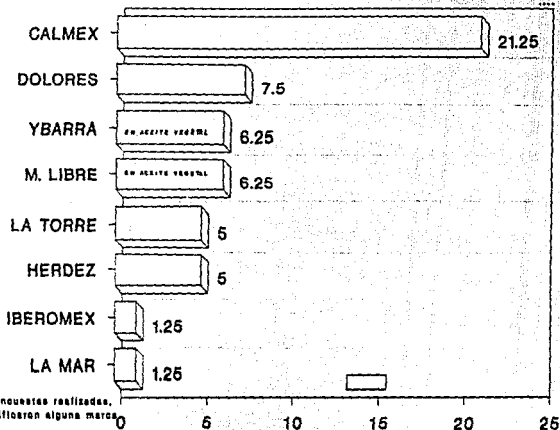


variedades

NOTA: MAs de una persona no contestó por eso no darA el 100%

FIGURA 13
TENDENCIA DEL CONSUMO DE ATUN

MARCAS COMERCIALES



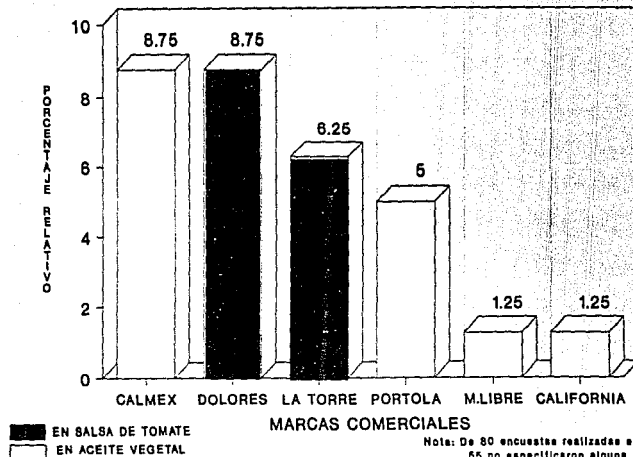
Nota: De 60 encuestas realizadas,
37 no especificaron alguna marca

Más de una persona no contestó,
por esta razón, no da el 100%.

PORCENTAJE RELATIVO
FRECUENCIA DE COMPRA

FIGURA 14
TENDENCIA DEL CONSUMO DE SARDINA

FRECUENCIA DE COMPRA



3.7. Valores encontrados en aceite vegetal.

En la mezcla de aceite vegetal que sirve de relleno al atún o a la sardina no se detectó la presencia de los metales cadmio, plomo, arsénico y mercurio.

3.8. Estimación de la exposición de metales en la ingesta.

Se elaboraron 80 encuestas, en éstas se cuestionó al cliente sobre su compra de pescado y marisco en un período quincenal, para poder calcular la ingesta en base a este período. La cual indica que una familia de 4 personas compra 1 Kg de pescado en un período de 15 días, por lo que cada persona consume 125 g de pescado/semana.

La OMS (1989) sugiere como límite de ingesta para arsénico 0,05 mg/Kg peso corporal diarios máximos permisibles. Debido a que no se menciona si es peso seco o húmedo para manejo de datos se considera peso seco.

Ejemplo de estimación de la ingesta de arsénico para bagre:

Si la recomendación de FAO/OMS del límite de ingesta para arsénico sea de 0,05 mg/Kg/día (0,05 $\mu\text{g/g/día}$). Según la encuesta 4 gentes consumen 1000 g base húmeda/día; es decir, que una persona ingiere 17,86 g en base húmeda/día.

Del cuadro 14 se corrige por humedad siendo 3,70 $\mu\text{g/g}$ ingerido por persona/día (base seca);

79,3 % humedad		
100 g pescado (79,3 agua)	-----	20,7 sólidos
17,86 g pescado	-----	y
		y = 3,70 g sólidos

Del cuadro 24 se asume que contiene 0,25 $\mu\text{g As/g}$ muestra (peso seco) entonces, la ingesta será 0,92 $\mu\text{g As/día}$:

0,25 μg	-----	1 g muestra
z	-----	3,70 g muestra
		z = 0,92 $\mu\text{g As/g}$ muestra

Es decir, que se sobrepasa en 18 veces los valores internacionales. Se recordara que el nivel de ingesta recomendado es provisional.

Pero la contaminación detectada en otros productos alimenticios indican valores de 0,6 - 58 mg/Kg peso seco en suplemento para alimentos (Walkiw y Douglas, 1975), el algas marinas, provenientes del Japón, se reporta contaminación de arsénico en un rango de 19 a 172 mg/Kg peso seco con una media de 112 mg/Kg (Watanabe et. al., 1979).

Los datos de ingesta estimada se reportan en el cuadro 26.

Cuadro 26 Estimación de la ingesta promedio provisional en base a los resultados obtenidos de cadmio, plomo, arsénico y mercurio.

MUESTRA	INGESTA ESTIMADA EN PESO SECO. ^a			
	Cadmio ^a (µg)	Plomo ^b (µg)	Arsénico ^b (µg)	Mercurio ^b (µg)
Bagre	N.S.D	N.S.D	0,92	2,15
Mojarra	N.S.D	19,62	1,83	3,80
Almeja	30,90	34,24	0,31	3,90
Ostión	11,34	12,00	0,09	0,67
Atún,	1,08	N.S.D	4,19	6,23
Atún,	N.S.D	N.S.D	4,61	6,66
Sardina,	N.S.D	N.S.D	15,90	0,14
Sardina,	N.S.D	N.S.D	15,54	0,42

a= Valores de concentración semanal/Kg de peso corporal.

b= Valores de concentración diaria/Kg de peso corporal.

»= Se asume el consumo diario según la encuesta, donde no se considera peso corporal, edad, sexo, mujeres embarazadas, estratos, etc. Indica sólo un promedio de la exposición al metal en particular de las personas entrevistadas.

Los límites estimados por OMS/OPS/FAO semanales (diarios) máximos permisibles/Kg de peso corporal están reportados en el cuadro 27 para la concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio.

Cuadro 27 Niveles máximos propuestos por FAO/OMS, (1983).

INGESTA	CONCENTRACION			
	Cadmio ^a (µg/Kg)	Plomo ^b (mg/Kg)	Arsénico ^a (mg/Kg)	Mercurio ^b (µg/Kg)
Ingesta semanal máxima tolerable provisional. (I.S.T.P)	6,7 a 8,3			
Ingesta diaria máxima tolerable provisional. (I.D.T.P)		0,2 a 2,5	0,05	3,0

a= Por Kg de peso corporal.

b= Para pescado y marisco.

3.9. Valores obtenidos del método de validación metodológica de la recuperación del método de análisis.

En el cuadro 28 se reportan los valores calculados para cadmio, plomo, arsénico y mercurio. Este método se realizó sólo a 6 muestras elegidas al azar; estas fueron atún, y atún.

Cuadro 28 Valores obtenidos experimentalmente de la validación del método de recuperación del método de análisis.

Metal	Valor calculado (c) (mg/Kg)	Valor recuperado* (r) (mg/Kg)	Relación r/c
Cadmio	4	5,83	1,45
Plomo	4	3,01	0,75
Arsénico	4	3,29	0,82
Mercurio	4	3,50	0,87

a= Valor promedio de 2 muestras realizadas por triplicado.

1) Para obtener este valor se preparo una solución estándar de 0.1 mg/1000ml

$$\begin{array}{r} 1000 \text{ mg} \text{ ----- } 1000 \text{ ml} \\ x \text{ ----- } 0,1 \text{ ml} \\ x = 0,1 \text{ mg} \end{array}$$

2) Cálculo de peso seco (1g) más 0,1 mg de metal contaminante

$$\begin{array}{l} 1g \text{ muestra-----aforo } 25 \text{ ml} \\ + 0,1 \text{ mg} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,1 \text{ mg} \text{ -----} 25 \text{ ml} \\ x \text{ ----- } 1000 \text{ ml} \\ x = 4 \text{ mg/ml Valor calculado (c)} \end{array}$$

3) Cálculo del valor recuperado (r)

$$\frac{\text{lectura} \times \text{aforo} \times \text{dilución}}{\text{peso muestra} \times \text{factor conversión}} = \text{mg/ml}$$

(mg)

D I S C U S I O N

CAPITULO IV

4. DISCUSION.

Las encuestas realizadas se hicieron con la finalidad de conocer las variedades, el consumo y la frecuencia de compra de pescados y mariscos estudiados.

La pregunta ¿DONDE ACOSTUMBRA COMPRAR EL PESCADO FRESCO? se hizo con el fin de averiguar la tendencia de compra de pescado y marisco.

En la figura 10 se observa que el lugar de compra más frecuente para pescado y marisco son los mercados públicos, se podría asegurar que el lugar más común de compra es "La Vega"; sin embargo, las personas encuestadas mencionan que no lo adquieren de este, por las entrevistas a los vendedores sobre la adquisición de pescado, mencionan que su fuente de abastecimiento es "La Vega"; y por tanto, esta distribuye a mercados públicos y tianguís. En cuanto a supermercados como Aurrera, Gigante su fuente de compra son proveedores que no se relacionan con "La Vega".

La siguiente pregunta ¿QUE TIPO DE PESCADO Y MARISCO CONSUME CON MAYOR FRECUENCIA? se realizó para tener una aproximación del tipo de pescado y marisco que se consume con regularidad.

La figura 11 muestra que hay dos variedades más consumidas, que corresponde a mojarra y a camarón. De las dos variedades de consumo con mayor frecuencia; se tomo sólo a la mojarra por ser económica en tanto que el camarón es de mayor costo.

La segunda variedad elegida a analizar fué el bagre por ser una especie económica y, suponer que por encontrarse en el fondo tiende a acumular mayor cantidad de metales tóxicos. Por preferencia de marisco el más consumido es el camarón, siguiendo ostión y finalmente almeja, para el estudio se eligieron los últimos por ser de bajo costo.

Las preguntas EN LOS QUINCE DIAS ANTERIORES ¿CONSUMIO ALGUN PRODUCTO PESQUERO? Y ¿EN QUE CANTIDADES? se elaboraron con la finalidad de conocer la cantidad que se consume de pescado y marisco obteniéndose un promedio de 1Kg por familia de 4 miembros.

La última pregunta ¿DE LAS SIGUIENTES ESPECIES CUAL ES LA QUE CONSUME HABITUALMENTE? se realizó con el objeto de saber que tan frecuente son consumidas las variedades frescas y procesadas, esto se observa en la figura 12, siendo la mojarra la de mayor tendencia de consumo.

La figura 13 muestra la tendencia de consumo de atún enlatado, eligiéndose las marcas en aceite vegetal por ser más consumidas. Las marcas analizadas fueron " y ", " l " y " t " (Anexo II).

En la figura 14 se observa la tendencia de consumo de sardina enlatada en sus diversas presentaciones. De esta información se escogió una marca a analizar que fué " l " en aceite vegetal. Para poder hacer un análisis comparativo con el atún se eligió también sardina " y " en aceite vegetal.

Las muestras analizadas (bagre, mojarra, almeja, ostión, en fresco y atún y sardina procesadas y en aceite vegetal) se eligieron por ser económicas y comunes en el mercado.

El cuestionario realizado, no permite obtener la información confiable del origen del pescado o marisco, porque se menciona que proviene del golfo, del pacífico o de río tratándose de un mismo producto, además el comerciante trataba de evadir la pregunta. Cabe resaltar la importancia que tiene "La Viga" en la distribución y que el objetivo del trabajo se refiere a la potencial exposición del consumidor en forma generalizada.

La encuesta estuvo encaminada a grupos familiares en donde el enfoque fue de la cantidad de producto consumido por semana o día (propuesto por OMS para cálculo de ingesta) cabe resaltar que los valores que se dan en cuadro 26 trata de representar el total de cadmio, plomo, arsénico y mercurio a los cuales estaría expuesto cualquier persona.

Por el tipo de encuesta que se realizó esta es una limitante al evaluar los resuntados, estos se orientaron a un nivel de contaminación por porción consumida, la cual puede ser ingerida por un niño o un adulto, por lo que la consideración de peso tendría que ser ajustada para el caso respectivo:

Ejemplos:

a) Para un hombre de 70 Kg de peso corporal.

De los cuadros 26 y 27 se observa que para ostión (0,09µgAs) en una porción de 17,86 g (peso seco) de producto, para un adulto de 70 Kg; la FAO/OMS propone una tolerancia de 0,05 mg/Kg siendo 3,5 mg/70 Kg de peso corporal, por lo que esta persona esta dentro del margen de seguridad recomendado.

$$\begin{array}{r} 0,05 \mu\text{g} \text{ ----- } 1 \text{ Kg} \\ \times \text{ ----- } 70 \text{ Kg} \end{array} \quad \times = 3,5\text{mg}/70 \text{ Kg}$$

Si la misma persona consumiera una porción de 17,86 g de sardina, (15,90 µg As) se observa que el límite dado por la FAO/OMS es de 3,5 mg/70 Kg de peso, por lo que esta persona sobrepasa 5 veces lo recomendado.

b) Si un niño consume una porción de 17,86 g de mojarra (1,83 µg As). Se observa que el límite dado por FAO/OMS es de 1,5 mg/30 Kg de peso; esta persona sobrepasa el margen de seguridad recomendado.

Si se hace el análisis anterior para una persona de 70 Kg (en los metales estudiados) se observa que los límites de tolerancia propuestos por FAO/OMS estan por arriba de los encontrados experimentalmente (reportados por Kg de peso corporal), excepto en arsénico en las dos marcas de atún y de sardina y para un niño de 30 Kg de peso los valores encontrados estan por debajo de los límites propuestos excepto mojarra y las dos marcas de atún y sardina en arsénico.

Debido a que no existen especificaciones a nivel nacional que tengan los límites de concentración máximos permisibles de cadmio, plomo, arsénico y mercurio, se tomo como referencia a los límites máximos permisibles que señala el Codex Alimentarius que es un organismo conjunto de la FAO/OMS encargado de elaborar normas para el comercio mundial de alimentos.

Los límites estimados dados por OMS/OPS/FAO semanales (diarios) máximos permisibles por Kg de peso corporal estan reportados en el cuadro 27, para la concentración de cadmio, plomo, arsénico y mercurio.

OMS (1983) reporta valores para arsenicales inorgánicos de 0.015 mg/Kg de peso corporal como ingesta semanal máxima tolerable provisional (ISTP), no se pudo calcular cifra alguna para los arsenicales orgánicos en los alimentos.

OMS (1983) asume que el consumo diario de mercurio total proveniente de pescados y sus derivados es de 3.0 $\mu\text{g/g}$ y que el 20% de este estan en la forma de compuestos de mercurio inorgánicos; es decir, 0.6 $\mu\text{g/día}$ y 80% es de metil mercurio (2.4 $\mu\text{g/día}$).

El Instituto Nacional del Consumidor (1989) propone una concentración máxima para plomo de 1 ppm y para el mercurio de 0.20 ppm. (1 ppm = 1 mg/kg).

Cabe señalar que otras organizaciones a nivel mundial señalan diferentes límites máximos en el contenido de plomo que oscila entre 0.2 a 2.0 ppm.

Haciendo un análisis comparativo de los resultados obtenidos por espectrofotometría de absorción atómica para cadmio, plomo, arsénico y mercurio (Cuadro 24); se observa que para cadmio la variedad que presentó mayor cantidad del metal fué ostión; almeja y atún, también presentaron contaminación. Comparando los valores encontrados experimentalmente con los reportados de otros alimentos en la literatura se observa que son elevados. La ingesta provisional permisible para mariscos (almeja y ostión) propuesta de los valores obtenidos experimentalmente, estan en un rango de 2 a 4 veces mayor con respecto al que propone la OMS (dado por Kg de peso). El atún, esta por debajo del límite propuesto.

En las muestras analizadas el plomo es el metal que se encuentra en mayor proporción, comparando el pescado fresco (bagre y mojarra), se observa que mojarra se detecta una cantidad elevada de metal; en almeja y ostión hay una diferencia porque estas muestras son las que presentaron valores máximos de concentración de plomo esto puede deberse a diferentes razones como son: origen, manipulación, forma de almacenamiento o refrigeración, transporte a las diferentes áreas de distribución entre otros.

La ingesta experimental provisional propuesta es de un rango de 5 a 14 veces más alto que el límite máximo permisible para pescados y mariscos propuesto por OMS (dado por Kg de peso).

En bagre, atún, sardina y sardina, para cadmio y plomo no se detectó valores de contaminación con excepción de mojarra para cadmio y atún, para plomo no se detectó la presencia de estos metales. El límite mínimo detectable por el espectrofotómetro de absorción atómica es de 0,0044 unidades de absorbancia, los niveles de concentración encontrados estan por debajo de este límite de detección. Para tener una seguridad de la presencia de cadmio y plomo en las muestras se requieren de otros métodos con mayor sensibilidad que detecten cantidades menores de 10^{-12} g como es el método de horno de grafito.

Los niveles de concentración encontrados para arsénico se observa que en las dos marcas de sardina se encuentra en cantidades máximas con respecto a las otras variedades analizadas.

Comparando los niveles de ingesta máximos propuestos por FAO/OMS y los valores de ingesta encontrados experimentalmente (cuadros 26 y 27) se detecta para arsénico que todas las muestras analizadas sobrepasan el límite propuesto por la OMS (dado por Kg de peso), principalmente en los productos enlatados.

Para el mercurio todas las variedades analizadas presentaron contenido de este metal, presentandose en mayor proporción en atún.

El bagre, ostión y las dos marcas de sardina estan abajo del límite de ingesta provisional propuesto por la OMS. Las variedades que tienen valores altos de ingesta experimental provisional son mojarra, almeja y las dos marcas de atún siendo de 1 a 2 veces mayor que el límite propuesto por OMS (dado por Kg de peso).

En cuanto a los productos enlatados como es atún, y sardina, los valores de ingesta propuestos para cadmio, plomo y mercurio se encuentran dentro del límite propuesto por OMS, excepto mercurio para atún, sin embargo en arsénico el atún, y la sardina, se detectó con alta concentración.

De todas las variedades analizadas los mariscos (almeja y ostión) siempre se detectó la presencia de metales. Esta contaminación puede deberse a que son organismos filtradores, por ello se presenta alta acumulación de metales.

La consideración planteada anteriormente de que el bagre por estar en el fondo, se esperaba que presentara un alto contenido de metales en particular plomo, pero los valores obtenidos por el método empleado no se detecta cadmio y plomo, y en cuanto a mercurio y arsénico la contaminación no es representativa.

En los aceites analizados no se detectó la presencia de cadmio, plomo, arsénico y mercurio, por tanto el aceite vegetal no influye en la concentración de metales de atún y sardina analizadas.

En general las cantidades encontradas de contaminación por metales es significativa, aclarando que este estudio es un aporte preliminar; por lo que sugiere que se realice un estudio de seguimiento de la posible fuente de contaminación, incluyendo monitoreo y especie.

En cuanto a la validación de metodología de la recuperación del método de análisis comparado con el método de mineralización ácida se observa que para plomo, arsénico y mercurio el porcentaje de recuperación es aceptable. Para cadmio se obtuvo un porcentaje alto de recuperación; presentándose interferencias: analíticas, instrumentales, y no se tuvo las condiciones adecuadas durante el proceso de análisis como pueden ser: mala manipulación, por falta de material (micropipetas), y condiciones ambientales.

Se recomienda que para posteriores análisis se realice una encuesta más indicativa para obtener resultados aproximados sobre consumo, frecuencia de pescados y mariscos, donde se considere peso corporal, edad, sexo, mujeres embarazadas, estrato social, cantidad de personas en una familia que consuman pescado y marisco, etc., para obtener un promedio de la exposición a los metales y así calcular el límite permisible de ingesta.

CONCLUSIONES.

CAPITULO V

5. CONCLUSION.

Las encuestas realizadas tuvieron la finalidad de conocer las diferentes variedades de pescado y marisco que se consume, la frecuencia de compra y su valor económico dentro de la población del distrito federal. El lugar de compra más frecuente de pescados y mariscos fueron los mercados públicos siendo para estos su fuente principal de adquisición el mercado de "La Viga".

No se obtuvo la información adecuada acerca del pescado y marisco ; por tanto, no se puede saber con seguridad la posible fuente de contaminación de cadmio, plomo, arsénico y mercurio en pescados y mariscos. No se detectó con la poca información recopilada, de la encuesta, de los encuestados y los vendedores, dar un indicio de la posible fuente de contaminación de metales, por lo que se sugiere ampliar la encuesta, así como también conocer el origen y lugar de procedencia del pescado y marisco.

En las seis variedades analizadas se detectaron niveles de contaminación, en arsénico y mercurio; en cadmio no se detectó contaminación en bagre, mojarra, atún, sardina, y sardina; en plomo se detectó en mojarra, almeja y ostión.

Se propone que en los niveles de ingesta provisional máxima permisible para cadmio, plomo, arsénico y mercurio, no existe riesgo de toxicidad para una persona de 70 Kg de peso que consuma una porción de 17,86 g diarios o 125 g semanales de bagre, mojarra, almeja, ostión y las dos marcas de atún y sardina, excepto en arsénico para las dos marcas de atún y sardina. Sin embargo para cadmio, plomo, arsénico y mercurio, no existe riesgo de toxicidad, para una persona de 30 Kg de peso corporal que consuma 125 g (semanal) ó 17,86 g (diario), excepto en arsénico para mojarra y las dos marcas de atún y de sardina.

El método de espectrofotometría de absorción atómica por flama no es adecuado para determinar concentraciones trazas de cadmio y plomo, porque el nivel de concentración de las muestras analizadas estan por debajo del limite de detección dado por el aparato.

Se recomienda para posteriores análisis de cadmio y plomo en pescados y mariscos se utilice un aparato que detecte mayor sensibilidad o cantidades menores a 10^{-12} g, se sugiere el método horno de grafito.

A N E X O S

ANEXO 1

MERCADO UBICACION	CLAVE	No. PUESTO	ESPECIE	PRESENTACION
		1	BAGRE	ENTERO
AURRERA	A	1	MOJARRA	ENTERO
BUENAVISTA		1	ALMEJA	EN CONCHA
Av. Insurgentes		1	OSTION	EN FRASCO
Nte. 131. Col. Guerrero.		1	BAGRE	ENTERO
AURRERA	B	1	MOJARRA	ENTERO
AIZCAPOTZALCO		1	ALMEJA	EN CONCHA
Av. Refineria y		1	OSTION	EN FRASCO
Aguiles Serdan. Atz.		1	BAGRE	ENTERO
AURRERA	C	1	MOJARRA	ENTERO
TAXQUEBA		1	ALMEJA	EN CONCHA
M.A. Quevedo 870		1	OSTION	EN FRASCO
Col. Covoacan.		1	BAGRE	ENTERO
GIGANTE	D	1	MOJARRA	ENTERO
TAXQUEBA		1	ALMEJA	EN CONCHA
M.A. Quevedo 170		1	OSTION	EN FRASCO
COMERCIAL		1	BAGRE	ENTERO
MEXICANA	E	1	MOJARRA	ENTERO
VILLA		1	ALMEJA	EN CONCHA
Prol. Calz. Misterios		1	OSTION	EN FRASCO
82. Col. Aragon.		1	BAGRE	ENTERO
MERCADO		1	MOJARRA	ENTERO
SAN FELIPE	F	8	ALMEJA	EN CONCHA
Av. Dolores Hidalgo		1	OSTION	EN FRASCO
Col. San Felipe.		1	BAGRE	ENTERO
MERCADO		1	MOJARRA	ENTERO
MARTINEZ DE	G	13	ALMEJA	EN CONCHA
LA TORRE		1	OSTION	EN FRASCO
Degollado 150		1	BAGRE	ENTERO
Col. Guerrero.		1	MOJARRA	ENTERO
MERCADO	H	15	ALMEJA	EN CONCHA
SAN COSME		1	OSTION	EN FRASCO
Rva. San Cosme		1	BAGRE	ENTERO
Col. San Rafael.		7	MOJARRA	ENTERO
MERCADO		7	ALMEJA	EN CONCHA
LA VIGA	I	7	OSTION	EN FRASCO
La viga 124		7	BAGRE	ENTERO
Col. Iztacalco.		5		

Continuacion.....

MERCADO UBICACION	CLAVE	NO. PUESTO	ESPECIE	PRESENTACION
MERCADO LA VIGA	J	5 5 5 1	MOJARRA ALMEJA OSTION BAGRE	ENTERO EN CONCHA EN FRASCO ENTERO
MERCADO LA VIGA	K	1 1 1 1	MOJARRA ALMEJA OSTION BAGRE	ENTERO EN CONCHA EN FRASCO ENTERO
MERCADO LA VILLA 5 Febrero 540 Col. La Villa.	L	1 2 1 1	MOJARRA ALMEJA OSTION BAGRE	ENTERO EN CONCHA EN FRASCO ENTERO
MERCADO ATZCAPOTZALCO Atz. v Esperanza Col. Atzacapotzalco.	M	1 2 1 1	MOJARRA ALMEJA OSTION BAGRE	ENTERO EN CONCHA EN FRASCO ENTERO
MERCADO BALDERAS Av. Chapultepec Col. Juarez.	N	1 4 1 1	MOJARRA ALMEJA OSTION BAGRE	ENTERO EN CONCHA EN FRASCO ENTERO
MERCADO CASAS ALEMAN Puerto Acapulco Col. Casas Aleman.	O	1 6 1	MOJARRA ALMEJA OSTION	ENTERO EN CONCHA EN FRASCO

a) Las muestras fueron recolectadas del 12 de febrero
al 25 de Octubre de 1980.

b) El dolar estaba cotizado a \$2800, en Febrero de 1980.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANEXO II

ESPECIE PROCESADA

ESPECIE/ MARCA	LOTE	COSTO UNITARIO (M.N.)	ESPECIE/ MARCA	LOTE	COSTO UNITARIO (M.N.)
ATUN YBARRA	C8W0	2,480	ATUN LIBRE	C8A0	2,440
	IA1V2:		AURRERA	IA1V2:	
	C8M0	2,440		C6V5	2,440
Clave "y"	IA1V1:		Clave "j"	IA1V1:	
	C800	2,440		19801	2,390
	IA1V2:			EWZY:	
	C8A0	2,480		27602	2,440
	IAV1:			EWZY:	
	C8A0	2,170		AR199	2,390
	IAV2:			OH143:	
	C8M0	2,170		AR120	2,390
	IA1V1:			OE141:	
	C6M0	2,170		AR120	2,390
	IA1V2:			OE211:	
	C7X0	2,400		C6P0	2,390
	IA1V1:			IA1V1:	
	C7X0	2,400		AR118	2,390
	IA1V2:			OE1A1:	
	C6R0	2,400		AR1A4	2,390
	IA1V2:			OF1A1:	
	C610	2,400		AR108	2,390
	IA1V1:			OE1A1:	
	C7C0	2,400		C610	2,390
	IA1V1:			IA1V1:	
	C7F0	2,480		AR108	2,390
	IA1V1:			OE211:	
	C730	2,480		C5L0	2,390
	IA1V1:			IA3V1:	
	C810	2,400		C560	2,390
	IA1V4			IA1V1	
SARDINA YBARRA	"	1,200	SARDINA LA TORRE	"	2,590
Clave "y"			Clave "t"		

El dolar estaba cotizado a \$ 2,800. en Febrero de 1990.

Las latas de atun marca "Ybarra" v marca "Libre Aurrera" se adquirieron en el supermercado Aurrera. De cada marca se muestrearon al azar 15 latas.

" " Las latas de sardina marca "YBARRA" se adquirieron en Gigante Taxquena v la marca "La Torre" se como en el mercado publico San Cosme". Las dos marcas no presentaron lote de produccion. por lo que se muestrearon 15 latas al azar de cada clave.

ANEXO III

MERCADO BAGRE HOJARRA ALMEJA OSIIION ATUNY ATUNI SARDINAV SARDINAT
(µg de Cadmio/g de muestra)

A	NSD	NSD	0.99	0.87	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	0.98	0.94	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	0.99	NSD	NSD	NSD	NSD
B	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.27	0.94	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.24	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
C	NSD	NSD	NSD	5.08	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	5.99	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	6.45	NSD	NSD	NSD	NSD
D	NSD	NSD	NSD	11.25	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	11.54	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	0.77	12.72	NSD	NSD	NSD	NSD
E	NSD	NSD	4.20	12.72	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	5.10	12.99	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	2.50	13.20	NSD	NSD	NSD	NSD
F	NSD	NSD	NSD	17.98	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	21.96	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	5.99	NSD	NSD	NSD	NSD
G	NSD	NSD	NSD	5.47	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.45	5.46	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	3.73	NSD	NSD	NSD	NSD
H	NSD	NSD	0.99	19.50	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.75	13.99	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.24	19.44	NSD	NSD	NSD	NSD
I	NSD	NSD	1.00	6.63	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.25	7.49	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.50	7.49	NSD	NSD	NSD	NSD
J	NSD	NSD	1.74	1.12	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.99	1.21	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.24	1.13	NSD	NSD	NSD	NSD
K	NSD	NSD	NSD	9.70	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	23.20	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	0.99	22.98	NSD	NSD	NSD	NSD
L	NSD	NSD	0.93	6.27	6.75	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.21	5.59	1.75	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	0.99	6.76	4.25	NSD	NSD	NSD
M	NSD	NSD	4.70	5.74	5.00	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	2.30	5.63	5.48	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	3.58	5.26	0.75	NSD	NSD	NSD
N	NSD	NSD	NSD	7.43	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	1.45	5.49	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	5.50	NSD	NSD	NSD	NSD
O	NSD	NSD	NSD	17.55	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	16.99	NSD	4.58*	NSD	NSD
	NSD	NSD	0.99	17.10	NSD	2.75*	NSD	NSD
n	45	45	45	45	45	45	45	45
x	NSD	NSD	1.21	8.80	0.84	NSD	NSD	NSD
s	NSD	NSD	1.16	6.65	1.47	NSD	NSD	NSD

*Estos valores de eliminaron debido a posible contaminación.

ANEXO III

MERCADO BAGRE MOJARRA ALMEJA OSTION AIUNY AIUN SARDINAY SARDINAT
 [$\mu\text{g Plomo/g muestra}$]

A	6.04	5.99	5.67	10.48	5.25	NSD	6.28	NSD
	6.51	6.90	8.82	9.78	NSD	5.25	6.01	NSD
	6.98	NSD	7.22	9.24	6.50	6.25	6.14	NSD
B	NSD	NSD	5.67	9.28	NSD	NSD	5.76	NSD
	NSD	5.28	9.94	7.24	NSD	NSD	8.49	NSD
	NSD	5.88	10.65	8.41	NSD	NSD	7.25	NSD
C	9.41	7.02	12.77	6.10	NSD	5.50	6.99	5.24
	NSD	5.78	12.05	5.50	8.25	NSD	9.51	NSD
	5.76	6.55	13.92	5.70	NSD	NSD	9.00	6.49
D	10.24	5.51	10.03	5.00	6.50	NSD	NSD	NSD
	10.80	4.82	9.66	5.25	5.88	5.99	NSD	NSD
	6.70	5.80	NSD	5.99	NSD	6.00	NSD	NSD
E	NSD	5.05	13.92	17.21	5.74	NSD	NSD	NSD
	NSD	6.06	16.48	14.99	5.50	NSD	NSD	NSD
	NSD	5.29	NSD	15.57	NSD	NSD	5.25	NSD
F	NSD	NSD	6.69	10.48	5.75	NSD	8.27	NSD
	NSD	NSD	7.99	16.72	6.25	NSD	6.50	NSD
	6.18	NSD	7.65	NSD	6.50	NSD	5.75	NSD
G	NSD	6.56	13.38	12.68	6.50	NSD	6.25	NSD
	NSD	7.19	10.88	6.70	6.99	NSD	6.99	NSD
	NSD	7.03	9.20	9.68	NSD	NSD	5.50	NSD
H	NSD	7.41	7.80	8.00	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	5.51	NSD	7.74	7.24	NSD	NSD	NSD
	NSD	6.83	5.75	8.97	6.99	NSD	9.25	NSD
I	NSD	6.77	12.66	9.82	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	12.60	13.74	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	NSD	9.74	NSD	NSD	7.00	NSD
J	NSD	8.26	NSD	10.48	7.23	NSD	NSD	NSD
	NSD	5.57	16.41	18.32	7.25	NSD	NSD	NSD
	NSD	9.08	10.68	14.24	8.00	NSD	NSD	NSD
K	NSD	7.54	7.95	9.45	NSD	NSD	5.00	NSD
	NSD	7.35	10.43	12.59	NSD	NSD	5.25	NSD
	NSD	NSD	8.96	13.49	NSD	NSD	6.00	NSD
L	NSD	7.02	7.80	7.28	NSD	5.50	NSD	NSD
	NSD	5.82	NSD	5.84	NSD	NSD	NSD	5.00
	NSD	5.27	5.75	NSD	NSD	NSD	NSD	NSD
M	8.99	8.12	7.24	8.74	NSD	NSD	NSD	NSD
	7.50	7.68	10.99	6.81	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	7.11	14.88	8.01	NSD	NSD	NSD	NSD
N	NSD	5.15	11.05	10.76	NSD	5.00	5.75	NSD
	NSD	8.57	NSD	8.23	NSD	NSD	NSD	NSD
	10.32	8.82	12.73	7.75	NSD	NSD	NSD	NSD
O	6.06	NSD	6.68	8.28	NSD	NSD	NSD	NSD
	5.04	NSD	7.99	7.14	NSD	NSD	NSD	NSD
	NSD	NSD	7.65	8.80	NSD	NSD	NSD	NSD
n	45	45	45	45	44	45	45	45
x	4.00	5.49	8.78	9.30	4.00	2.82	4.36	NSD
s	2.67	2.02	3.91	3.57	2.14	1.16	2.33	NSD

MERCADO	BAGRE	MOJARRA	ALMEJA	OSTION	ATUNV	ATUNI	SARDINAV	SARDINAT
[μg Arsénico/g muestra]								
A	1.59	0.04	0.04	0.09	0.53	0.48	1.38	2.37
	0.70	0.06	0.05	0.09	0.38	0.48	1.45	1.82
B	0.08	0.05	0.05	0.11	0.51	0.12	1.46	2.80
	0.13	0.04	0.08	0.09	0.89	0.40	1.53	2.31
	0.14	0.05	0.06	0.09	0.56	0.89	1.20	2.17
C	0.15	0.05	0.06	0.07	0.12	1.03	1.44	2.12
	0.14	0.58	0.06	0.06	0.50	0.78	2.30	1.89
	0.14	0.91	0.06	0.07	0.59	1.08	2.44	1.98
D	0.16	0.88	0.04	0.08	0.58	1.06	2.26	2.20
	0.17	1.43	0.04	0.05	0.57	0.85	2.55	2.11
	0.16	1.58	0.04	0.06	0.66	0.74	2.17	2.01
E	0.09	1.44	0.05	0.07	0.77	0.58	2.81	2.30
	0.13	0.38	0.12	0.08	1.01	0.75	2.45	2.37
	0.14	0.60	0.14	0.09	0.73	0.62	2.39	2.32
F	0.12	0.38	0.09	0.09	1.04	0.37	2.80	2.32
	0.06	0.06	0.04	0.11	0.72	0.74	2.56	2.42
	0.10	0.08	0.05	0.11	0.98	0.63	2.61	2.43
G	0.04	0.08	0.08	0.05	0.85	0.88	2.58	2.28
	0.12	0.17	0.05	0.05	0.55	0.88	2.33	2.34
	0.11	0.14	0.08	0.06	0.58	1.00	0.84	2.07
H	0.11	0.06	0.06	0.04	0.53	0.73	2.20	1.19
	0.93	1.48	0.05	0.08	0.77	0.59	2.64	1.77
	0.07	1.20	0.05	0.08	0.75	0.59	2.58	2.26
I	0.12	1.56	0.04	0.10	0.79	0.53	2.60	2.26
	0.13	0.18	0.04	0.04	0.73	1.13	2.45	2.55
	0.14	0.07	0.03	0.08	0.91	1.31	2.38	2.48
J	0.08	0.01	0.03	0.05	1.43	1.07	2.51	2.39
	1.11	0.04	0.08	0.08	0.46	1.54	2.41	1.82
	0.97	0.09	0.10	0.11	0.63	1.49	2.38	2.14
K	0.96	0.04	0.07	0.12	0.50	1.76	2.35	1.97
	0.08	1.17	0.07	0.04	0.57	0.71	2.38	2.67
	0.10	1.17	0.08	0.10	0.38	0.68	2.44	2.56
L	0.07	0.10	0.10	0.09	0.44	0.81	2.40	2.59
	0.17	0.12	0.08	0.05	0.58	0.74	2.57	2.40
	0.18	0.10	0.08	0.05	0.70	0.62	2.24	2.38
M	0.16	0.14	0.07	0.06	0.47	0.70	2.55	2.34
	0.13	1.58	0.11	0.04	0.71	0.83	1.94	2.35
	0.15	1.82	0.08	0.05	0.70	0.79	2.23	2.08
N	0.13	1.49	0.09	0.04	0.78	0.62	1.93	2.23
	0.12	0.10	0.04	0.09	1.33	0.66	2.59	2.16
	0.13	0.09	0.05	0.08	1.14	0.69	2.17	2.01
O	0.13	0.12	0.06	0.09	1.33	0.66	2.39	2.18
	0.16	0.05	0.08	0.09	0.78	0.52	2.38	2.14
	0.16	0.08	0.08	0.09	0.55	0.79	2.44	2.39
	0.15	0.07	0.07	0.11	0.78	0.66	2.55	2.38
n	43	45	45	45	42	44	45	45
x	0.25	0.49	0.08	0.08	0.70	0.78	2.25	2.22
s	0.34	0.06	0.08	0.02	0.28	0.31	0.44	0.26

MERCADO	BAGRE	NOJARRA	ALMEJA	OSTION	ATUNY	ATUN	SARDINAV	SARDINAT
[μg Mercurio/g muestra]								
A	0,10	0,17	NSD	0,65	1,37	1,46	0,04	NSD
	0,21	0,23	NSD	0,76	1,53	0,88	NSD	0,13
	0,73	0,23	NSD	0,44	1,65	0,71	0,01	NSD
B	0,41	0,22	NSD	0,41	1,97	0,18	NSD	0,08
	0,66	0,13	0,10	0,27	1,55	0,55	0,10	0,10
	0,39	0,15	0,17	0,20	0,88	0,43	0,04	NSD
C	0,72	NSD	0,07	0,56	0,46	0,88	0,10	0,05
	0,41	NSD	0,14	0,51	0,50	1,04	NSD	0,04
	0,54	0,10	0,07	0,61	0,29	0,97	0,08	0,06
D	1,13	NSD	0,09	0,16	0,74	1,41	NSD	0,13
	0,66	0,22	0,09	0,13	0,70	1,60	0,04	NSD
	0,72	0,15	0,07	0,20	0,55	1,86	0,08	0,11
E	0,69	NSD	0,18	1,11	0,18	0,70	0,04	0,01
	0,47	0,16	0,08	1,20	0,13	0,39	0,01	NSD
	0,45	NSD	0,24	1,00	0,19	0,06	0,02	0,01
F	0,58	NSD	0,10	0,75	1,18	0,68	0,01	0,06
	0,81	NSD	0,10	0,78	1,95	0,64	NSD	0,07
	0,56	NSD	0,10	0,76	0,76	0,55	NSD	0,08
G	0,96	NSD	0,10	0,17	1,37	0,39	0,01	0,11
	0,88	NSD	0,13	0,17	1,48	0,20	NSD	0,13
	0,75	NSD	0,17	0,10	1,13	0,25	0,01	0,08
H	0,75	NSD	0,16	0,20	1,42	1,58	0,08	0,08
	0,62	NSD	0,13	0,47	1,67	0,80	NSD	0,10
	0,51	NSD	0,10	0,75	1,17	1,55	NSD	0,08
I	0,78	0,13	0,14	0,62	0,60	0,27	NSD	0,06
	0,90	0,17	0,16	0,17	0,78	0,13	NSD	0,04
	0,49	0,13	0,19	0,39	0,43	0,15	NSD	0,04
J	0,82	0,17	0,10	0,24	1,97	0,08	NSD	NSD
	1,16	0,21	0,10	0,68	1,50	0,25	0,01	0,06
	0,80	0,10	0,10	0,88	1,81	0,04	NSD	0,13
K	0,69	0,20	0,14	1,00	1,32	1,95	0,08	0,06
	0,17	0,14	0,10	0,68	1,48	2,39	NSD	0,01
	0,70	0,24	0,07	0,62	1,34	2,63	NSD	0,01
L	1,01	0,10	0,16	0,13	0,29	2,02	0,09	0,01
	1,44	NSD	0,10	0,16	0,10	1,06	NSD	0,04
	1,22	0,17	0,10	0,17	0,36	0,10	NSD	0,22
M	0,07	0,03	0,17	0,17	1,34	0,53	NSD	0,06
	0,06	0,03	0,10	0,13	1,50	0,90	0,04	0,01
	0,08	0,06	0,13	0,13	1,46	1,06	0,02	0,04
N	0,27	NSD	NSD	0,15	0,71	0,08	NSD	0,13
	0,18	NSD	NSD	0,20	1,08	0,17	NSD	0,20
	0,10	NSD	NSD	0,10	1,41	0,10	NSD	0,06
O	0,17	NSD	0,10	1,28	0,69	0,18	0,13	0,04
	0,14	NSD	0,10	1,49	0,53	0,09	0,13	0,06
	0,15	NSD	0,10	1,70	0,32	0,08	0,13	0,04
n	45	45	45	45	45	45	45	45
x	0,58	0,08	0,10	0,52	1,04	0,75	0,03	0,06
s	0,34	0,09	0,08	0,41	0,56	0,69	0,04	0,05

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ACKEFORS H., LOFROTH G. AND ROSEN C.G.
OCEANGR. MAR. BIOL. ANN. REV. 1970,8,203
- 2.- AGEMIAN H. ET. AL.SIMULTANEOUS ACID AXTRACTION OF SIX
TRACE METALS FROM FISH TISSUE BY HOTBLOCK DIGESTION BY
ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETRY. 1980. 105,125.
- 3.- ANDERSON J. AT. ABSORPT. NEMSL. WET DIGESTION VERSUS DRY
ASHING FOR THE ANALYSIS OF FISH TISSUE FOR TRACE METALS.
1972. 11,88.
- 4.- ANONIMO. MERCURY IN MAN'S ENVIRONMENT. PROCEEDINGS
OF THE SYMPOSIUM. 15-16 FEBREUARY, 1976. THE
ROYAL OF CANADA.
- 5.- BEACHAM, M. L. ALCANCE Y AMPLITUD DEL TRABAJO QUE TIENE
POR OBJETO ESTABLECER NORMAS INTERNACIONALES PARA
CONTAMINANTES Y POLUCIONANTES DE LOS ALIMENTOS. FAO/OMS
SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS. 1976
- 6.- BEATY, D.R. CONCEPTOS, INSTRUMENTACION Y TECNICAS DE
ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA. PERKIN-ELMER.
1979.
- 7.- CATALA. R; Y MONTORO. R E IBAÑEZ. CONTAMINACION POR
METALES PESADOS DE LOS PRODUCTOS CARNICOS. REVISTAS
AGROQUIMICA TECNOLOGIA ALIMENTARIA, 1983, 23 (2), 202-
215.
- 8.- DUFEK, E.J. Y LIST, G.R. OIL CHEM. ANALYSIS OF HYDRO-
FORMULATED VEGETABLE OILS AND THEIR METHYL ESTERS
FOR RHODIUM. SOC. 1977, 54, 271.
- 9.- EIL, T.B. , WILCOX, K.R. Y REIZEN, M.S. MICHIGAN MEDICINE
OCTOBER. 1970, 108.
- 10.- FAO/OMS. LISTA DE DOSIS MAXIMA DE CONTAMINANTES
RECOMENDADOS POR LA COMISION MIXTA FAO/OMS. PROGRAMA
CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS, CAC/FAL-2-
FAO. 1973. (ROMA)

- 11.- HAMMOND, P.B. Y BELILES, R.P. METALS. CASARETT AND DOULL'S TOXICOLOGY. ED. DOULL 2a. EDICION. 1980, CAP.17
- 12.- INSTITUTO NACIONAL DEL CONSUMIDOR. REPORTE ESPECIAL.
REVISTA DEL CONSUMIDOR No. 151, 1-37.
- 13.- JONES, H.R.. MERCURY POLLUTION CONTROL. POLLUTION CONTROL REVIEW. No. 1 NOYES DATA CORPORATION, NEW JERSEY USA 1971.
- 14.- MILLER, W.S. DEVERLY- LAMP, POWELL G., SALATTI, C.A., Y BLACK D.M.. INFLUENCE OF A HIGH LEVEL OF DIETARY CADMIUM IN MILK, EXCRETION, AND COW PERFORMANCE. J. DAIRY SCI. 1967, 50 (9), 1404.
- 15.- O.M.S. CRITERIOS DE SALUD AMBIENTAL. NUMERO 1. MERCURIO OPS/OMS. 1978. 64-68
- 16.- O.M.S.EVALUACION DE CIERTOS ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS. 27ª . INFORME DEL COMITE MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS EN ADITIVOS ALIMENTARIOS GENEVA 1983, No.696.
- 17.- O.M.S. EVALUACION DE CIERTOS ADITIVOS ALIMENTARIOS Y CONTAMINANTES DE LOS ALIMENTOS. 33ª .INFORME DEL COMITE MIXTO FAO/OMS DE EXPERTOS EN ADITIVOS ALIMENTARIOS. GENEVA 1989, No. 776.
- 18.- O.M.S.METHYL MERCURY. ENVIRONMENTAL HEALT CRITERIA 101. INTERNATIONAL PROGRAME ON CHEMICAL SAFETY. (I.P.C.S.).
- 19.- PAROLARI, G. Y PEZZARI G. SULLA DETERMINAZIONE DEL CADMIO NEGLI ALIMENTI. IND. CONSERVE, 1977, 52 (2), 130-132.
- 20.- PERKIN-ELMER. ANALYTICAL METHODS FOR ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY. NORWALK, CONNECTICUT. 1982.
- 21.- PERKIN-ELMER. MERCURY/ HYDRIDE SYSTEM OPERATOR'S MANUALS. (MHS-10). 1979.

- 22.- REILLY, C. METAL CONTAMINACION OF FOODS II THE INDIVIDUAL METALS. APPLIED SCIENCE PUBLISHERS, LTD LONDON, 1980, 116-171.
- 23.- SCHOEDER Y BALASSA. ARSENIC AND TIN IN FOODS. REVIEWS. OF COMM ONLY USED METHODS OF ANALYSIS. 1979.
- 24.- SPIRIDONOV, V. P. AND LOPATKIN, A. A.. TRATAMIENTO MATEMATICO DE DATOS FISICO-QUIMICOS. URSS 1973.
- 25.- VALLE V. P., TOXICOLOGIA DE ALIMENTOS. CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD. ORGANIZACION MUNDIAL SALUD, 1982, 143-157.
- 26.- WALDBOTT, G.T. HEALT EFFECT OF ENVIROMENTAL POLLUTANTS. THE C.V. MOSBY Co., St. LOUIS, USA 1973.