

637

181,
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACION DEL CONTENIDO MINERAL (Pb, Cr, Cd, Fe, Cu) DEL AGUA, LODO Y FAUNA (Chirostoma jordani) DE LA REGION LACUSTRE DE XOCHIMILCO

**TESIS CON
FOLIO DE ORIGEN**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
MARIA ISABEL RAMIREZ GOMEZ





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.

C O N T E N I D O

I .	RESUMEN	1
II .	INTRODUCCION	2
	a) Objetivo e hipótesis	8
	b) Antecedentes	9
III.	MATERIAL Y METODOS	13
IV .	RESULTADOS Y DISCUSION	16
	a) Conclusión	24
V .	APENDICES	
	Apéndice A: Planos, cuadro y gráficas	25
	Apéndice B: Cuadros de información toxicologica de los metales estudiados	48
IV .	LITERATURA CITADA	53

I. RESUMEN

RAMIREZ GOMEZ MARIA ISABEL. Evaluación del contenido mineral (Pb, Cr, Cd, Fe, Cu) del agua, lodo y fauna (Chirostoma jordani) de la región lacustre de Xochimilco. (Bajo la dirección de René Rosiles Martínez, Alfredo Kurt Spross Suárez, Blanca Alejandra Vargas Luna).

La zona lacustre de Xochimilco, es en gran medida abastecedora de agua potable y oxígeno, así como generadora de alimentos para la población de la capital. En los canales de este lago se vierten gran cantidad de aguas negras no tratadas o con tratamiento primario, por esto se consideró necesario medir la cantidad de contaminantes minerales disueltos en el agua, en el lodo y en charales (Chirostoma jordani) determinando la concentración en p.p.m. de plomo (Pb), cromo (Cr), cadmio (Cd), hierro (Fe) y cobre (Cu). Para efectuar lo anterior el área lacustre se dividió en tres zonas, con dos sitios de muestreo en cada una de ellas como sigue: ZONA URBANA: Canal de Cuemanco, Embarcadero Fernando Celada. ZONA DE AGRICULTURA ACTIVA; Laguna de Tezhuiloc, Canal de Apampilco. ZONA DE AGRICULTURA INACTIVA; Canal del Bordo, Canal de Japón. Las muestras se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica, y resultó lo siguiente: CONCENTRACIONES PROMEDIO: Pb 0.0194 en agua, 2.1442 en lodo y 4.8403 en charales; Cr 0.0000 en agua, 3.14 en lodo y 3.2836 en charales; Cd 0.0211 en agua, 0.7813 en lodo y 0.4311 en charales; Fe 0.1905 en agua, 305.0345 en lodo y 288.4382 en charales; Cu 0.0000 en agua, 0.7813 en lodo y 0.4311 en charales. CONCENTRACIONES MAXIMAS Y MINIMAS: Pb 0.01 y 0.07 en agua, 1.12 y 4.24 en lodo, 1.12 y 11.88 en charales, Cr 0.00 y 0.00 en agua, 2.05 y 5.92 en lodo, 1.92 y 8.55 en charales, Cd 0.02 y 0.03 en agua, 0.77 y 11.13 en lodo, 0.39 y 0.49 en charales, Fe 0.13 y 0.38 en agua, 85.73 y 753.79 en lodo, 228.14 y 335.95 en charales, Cu 0.00 y 0.00 en agua, 0.72 y 8.51 en lodo, 6.01 y 8.64 en charales.

II. INTRODUCCION

BREVE HISTORIA

El lago de Xochimilco existe desde hace cerca de 200.000 años, cuando los movimientos de la corteza de la tierra y la actividad volcánica regional hicieron emerger la sierra del Chichinautzin, que "cerró" su vaso de captación hidráulica. Desde ese tiempo, el lago ha existido surtido por las aguas de lluvia y por los manantiales que le aportaban las aguas de la sierra del Chichinautzin (formación de roca volcánica muy quebrada) iba filtrando poco a poco durante todo el año. El lago de Xochimilco, en sus mejores tiempos, llegó a tener una extensión que lo hacía mantener un mismo nivel de agua, interconectando naturalmente con los lagos de Chalco y de México- Texcoco. Sin embargo, la mayor parte del tiempo el lago de Xochimilco tuvo más alto nivel y mejor calidad de agua, en relación a otros lagos, debido a los manantiales que lo surtían con toda la captación de la tierra. Fue por ello que los pueblos Náhuatl, nuestros antecesores, aprovecharon el área de Xochimilco para desarrollar ahí el más vasto proyecto hidroagrícola de que se tenga noticia en Mesoamérica en el Siglo XV, unas 20.000 hectáreas de chinampas de producción continua y sustentabilidad ecológica, que aprovechaban el suave y constante flujo de aguas.

La región Chalco-Xochimilco albergó vida humana, grupos de cazadores-pescadores-recolectores, desde hace unos 22.000 años, según lo testimonian recientes evidencias de herramental hallado alrededor del cerro de Tlapacoya (José Luis Lorenzo, 1986) y, los estudios de Jeffrey Parsons (1982) proseguidos por Maricarmen Serra (1988) en el área, indican que existieron poblados playeros alrededor del lago desde hace unos 5.000 años.

Los poblados playeros fueron apropiándose de los lagos poco a poco. Desarrollaron primero la tecnología del Tlatel (plataforma elevada para basamentar la vivienda rústica) y posteriormente, cuando ya existe cierta experiencia agrícola, la

chinampa: parcela elevada artificialmente sobre el lodoso fondo del juncal.

El paso de la vida de los cazadores-recolectores a agricultores-chinamperos fue progresivo y lento. Unos 15.000 años de poblados nómadas, unos 5.000 años de poblados playeros que poco a poco desarrollaron una agricultura más rica y cerca de unos 1.000 años, según evidencias establecidas por Cristine Niederberger (1987), de desarrollo de las chinampas.

Desde el punto de vista cultural, el moderno pueblo de Xochimilco es muy rico. Sus habitantes son herederos del Señorío de Xochimilco, fundado por una de las siete tribus nahuatlacas, entre el Siglo X y el Siglo XII, según diferentes autores. El Códice Ramírez, dice que fueron la primera tribu en peregrinar al Valle de México y que salieron de Aquilazco desde el año 820 D.C., fundando Xochimilco en el año 919, y absorbiendo culturalmente a los pueblos playeros que encontraron.

Llegada de otras tribus nahuatlacas al Valle hizo difícil la vida de los nahua-xochimilcas los siguientes siglos. En el Siglo XIV, Tezozómoc, Señor de Azcapotzalco, ordenó a sus tributarios aztecas comandados por Acamapichtli, sojuzgar Xochimilco, cosa que lograron en 1378 y, conforme los aztecas fueron ganando poder político, hicieron la guerra a los mismos tepanecas de Azcapotzalco, sojuzgando directamente al Señorío de Xochimilco en 1430.

Posteriormente, la nueva ocupación española del Valle de México en el Siglo XVI vio que era conveniente la existencia del área lacustre chinampera pues sus comunidades le aportaban grandes cantidades de "nabos, cebollas, zanahorias, lechugas, coles, chiles, chia, calabazas, tomates, quelites y maíz, así como un millón de pescados al año" (Enciclopedia de México, 1977) y es tal la importancia de Xochimilco y su Señorío, que cuando los Españoles estructuraron políticamente el territorio del Valle, dieron categoría de ciudad a cuatro poblados: Tenochtitlan y Texcoco (ciudades desde 1543), Tacuba (1564) y Xochimilco que la obtiene en 1559.

Aportando una buena cantidad de alimentos agrícolas, piscícolas y -poco a poco, pecuarios- para la ciudad de México, se desarrolló en el área lacustre la sociedad campesina-chinampera xochimilquense desde el Siglo XVI.

Si la población con la que se encontraron los nahua-xochimilcas en el 950 D. C. contaba con unos 10.000 habitantes, esta población regional creció a unos 15.000 hacia el año 1200 D.C. y llegó a tener 36.000 tres siglos más tarde en 1519.

Para 1600 sólo habían quedado unos 6.000 habitantes que poco a poco, fueron de nuevo reconstruyendo su comunidad.

en 1700 eran sólo 10.000 sus habitantes y entrando al Siglo XX, en 1930, 27.000. Como se puede notar con estos simples datos, el viejo Señorío es una comunidad singular; pequeña, con una vida continuada en el tiempo y con una inmensa herencia cultural expresada en su rica vida comunitaria y en su maravillosa obra material de chinampas, barrios y pueblos milenarios.

Para 1950, la población de Xochimilco llegó a los 47.082 habitantes, duplicándose en menos de 20 años, alcanzando la cifra de 119,073 en 1970. Para 1986, 279,200 personas son las estimadas como residentes del área.

Esta velocidad de crecimiento poblacional es de las mayores del país, casi del doble que la de la Ciudad de México, y cuatro veces mayor que la velocidad media del país en su conjunto. La única explicación posible para ello es que actualmente el área posee dos poblaciones diferentes, la campesina chinampera y sus descendientes, y la de nuevos inmigrantes a esas tierras, que llegan como peones agrícolas para el trabajo chinampero algunos, y otros a ocupar modestas o lujosas viviendas en los nuevos desarrollos urbanos que proliferan alrededor del área lacustre.

Esto es Xochimilco hoy en día; un área hidroagrícola con importantes poblados milenarios, con nuevos asentamientos de inmigrantes a la zona y una amplia red de vías de comunicación. Pareciera con esto que la ciudad la hubiera cubierto y absorbido totalmente, pero no, aun cuando se densifica su vida local con

nuevos pobladores en colonias populares irregulares, barrios residenciales y unidades habitacionales nuevas, la ancestral comunidad de pueblos campesinos chinamperos mantiene una vigorosa vida local.

Como lo han demostrado Beatriz Canabal y sus colaboradores (1989), Xochimilco sigue siendo un importante centro regional de producción hidroagrícola y pecuaria en el D.F.; es un importante mercado de productos agropecuarios que vienen de tierras calientes del Sur y aunque pueda sonar absurdo, es un importante mercado para el trabajo agrícola y de la construcción para los pobladores de los valles aledaños. Esta es y sigue siendo la vitalidad de Xochimilco en 1990 (12).

CONTAMINACION

El desarrollo de la piscicultura en México, ha recibido un gran impulso en la última década, a tal grado que hoy en día se dispone de una infraestructura suficiente para superar la etapa de extensionismo piscícola o de repoblación que se ha venido practicando desde hace casi un siglo.

En este contexto el panorama de la piscicultura mexicana es muy alagüeño, ya que por un lado, constituye una alternativa para generar alimentos de origen animal para las poblaciones rurales del país, y por otro, su desarrollo tecnológico puede permitir la creación de fuentes permanentes de empleo, ya sea de forma directa o derivados del proceso productivo de esta biotecnología (15).

Nuestra acuicultura marítima ha recibido mayor apoyo oficial y universitario que la continental, sin embargo ésta última ofrece alternativas mayores que la marítima. Pero ambas confrontan el problema de la calidad de agua en que se desarrollan estas actividades, o sea que ambos tipos de agua sufren diversos grados de contaminación como bacteriológica (virus, protozoarios, bacterias), orgánica, química (metales pesados), jabones

(tensioactivos), grupos fosforados y clorados, y física (basura, falta de circulación).

Todo ello debido a que aguas negras, aguas residuales y llegan a los cuerpos de agua contaminándolos.

La problemática de la disposición final de aguas residuales sin considerar su capacidad de disolución en el sistema, es un factor determinante que acelera el proceso de sucesión natural del cuerpo de agua, cuya manifestación más evidente es la reducción de la diversidad biológica y el predominio de pocas especies.

Este proceso eutroficación consiste fundamentalmente en el enriquecimiento de las aguas con elementos nutritivos a un ritmo tal, que no puede ser compensado por su eliminación definitiva mediante mineralización total; el exceso de materia orgánica producida por este cambio hace disminuir enormemente la concentración de Oxígeno en las aguas profundas, pudiendo producir asfixia de gran número de animales acuáticos. A partir de este instante la acción de bacterias aerobias, que son las que en condiciones normales mantienen el poder autodepurador del agua, es sustituida por la intervención de bacterias anaerobias, que contribuyen a la putrefacción del agua (6).

JUSTIFICACION

El deterioro ecológico que sufre el lago de Xochimilco debido a la utilización de sus manantiales para el abasto de agua potable en la Ciudad de México y su posterior relleno con aguas negras, ha alterado radicalmente las características físico-químicas del medio, lo cual ha conllevado a un cambio de la biota natural desapareciendo numerosas especies de plantas y animales, muchas de ellas propias de la región, ello favorece el crecimiento explosivo de algunas plantas convirtiéndolas en malezas acuáticas, lo que ha ocasionado la pérdida potencial del aprovechamiento del recurso acuático (2,5,6,8,14,24).

a) Objetivo e hipótesis

OBJETIVO.

El objetivo de éste estudio es determinar el grado de contaminación con minerales (Pb, Cr, Cd, Fe, Cu) del agua, lodo y charales (Chirostoma jordani) de la región lacustre de Xochimilco.

HIPOTESIS

El agua, el lodo y la fauna (Chirostoma jordani) de la región lacustre de Xochimilco, contiene concentraciones variables de Pb, Cr, Cd, Fe, Cu.

b) Antecedentes

En México persiste una tradición en el consumo de aterínidos dulceacuícolas, que se producen en el lago de Xochimilco incluso desde tiempos anteriores a la conquista, cuando eran criados en estanques artificiales (Sierra, 1977). Es el caso de los pescados blancos y charales que pertenecen al género *Chirostoma* (Atherinidae), los primeros eran comercializados en forma de filete y los segundos en forma de boquerón, secos, asados, como tamal y guisados, costumbres que persisten hasta nuestros días (19).

Clasificación del charal:

Con base a lo expuesto por Berg (1940), el charal *Chirostoma jordani* queda enmarcado en la siguiente clasificación:

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Mugiliformes

Suborden: Atherinoidei

Familia: Atherinidae

Género: *Chirostoma*

Especie: *C. jordani* (7)

Aunque la contaminación de las aguas puede ser accidental, la mayor parte de las veces deriva de vertidos no controlados de origen diverso, como:

- a) Aguas residuales urbanas (aguas negras).
- b) Aguas de origen industrial (petróleo, carbón, ind. químicas y derivados de la celulosa).
- c) Contaminación de origen agrícola (plaguicidas, fertilizantes).

Fuentes de contaminación que proveen de componentes inorgánicos al medio acuático, degradándolo y deteriorándolo lenta pero constantemente son las sales disueltas en forma de iones: Na, K, Ca, Mn, cloruros, nitratos, bicarbonatos, sulfatos, fosfatos, y aquellos conocidos como metales pesados, que puedan ejercer efectos tóxicos, entre los que cabe citar:

- 1.- Arsénico
- 2.- Plomo
- 3.- Selenio
- 4.- Cadmio
- 5.- Mercurio
- 6.- Cobalto
- 7.- Cobre
- 8.- Zinc (18)

Un metal tóxico es aquel que pertenece al grupo de elementos que no son necesarios o benéficos, capaces de causar efectos indeseables en el metabolismo, aún a concentraciones bajas. Los metales que se encuentran en alimentos, deben su presencia diferentes causas, que van desde su obtención o cultivo, hasta su industrialización.

Algunos metales como el plomo o el mercurio, pueden considerarse tóxicos sistémicos, es decir que pueden afectar a más de un órgano, siendo generalmente ingeridos (sistema gastrointestinal) y distribuidos a diferentes órganos por la sangre.

Los elementos minerales juegan un papel importante en el metabolismo normal, por ejemplo: calcio, potasio, sodio, magnesio, hierro, zinc, selenio, manganeso, cobre, molibdeno, cobalto, cromo, sílice, níquel, estaño y vanadio (pendiente de ser evaluado) o bien tóxicos: cadmio, plomo, mercurio, berilio, arsénico y bario.

La toxicidad de un metal depende de la dosis en que se ingiera, así como la cantidad excretada. A veces la diferencia entre la concentración tóxica y la concentración requerida es mínima, como sucede en el caso del selenio.

En contraparte se puede citar al plomo, mercurio y cadmio, en que no se les ha encontrado ningún efecto benéfico pero sí dañino a concentraciones bajas, además de que son comúnmente encontrados en alimentos (23).

Una revisión de la literatura revela que la concentración de metales en el ambiente terrestre (atmosférico y acuático) se ha incrementado considerablemente desde la Revolución Indus-

trial a la fecha, según Murozimi (1969) y Buhler (1973). Mucho del incremento ha sido atribuido a la dispersión y deposición de los metales, vía atmosférica, lo anterior según Jeffries y Snyder (1981), Franzin (1979), Parker (1978), Pierson (1973) y Duce (1972).

Se sabe que ciertos compuestos de metales detrimental y alteran la salud humana y animal, según Buhler (1973), por su tendencia a la bioacumulación tanto en los organismos vivos como en los ambientes acuáticos; muchos de ellos por su capacidad de intoxicar o envenenar.

En una porción del río Arkansas de Tulsa, Oklahoma, E.U.A., se realizó un estudio sobre cuantificación de deposición atmosférica de metales tales como Ca, Cr, Ni... ésta área está excesivamente industrializada por lo que dichos metales provienen de fuentes diversas (21).

Trabajos previos también han mostrado que las tempestades proveen de altas concentraciones de metales pesados, a los ríos y cuerpos de agua, sea por descarga directa (lluvia) o indirecta (alcantarillado).

La contaminación de la superficie de aguas por deposición atmosférica no está limitada exclusivamente a aguas de ríos ya que Fukuda y Tsunogai (1975) y Tsunogai y Nozaki (1971), notifican elevadas concentraciones de plomo en aguas oceánicas. Otros factores, que pueden jugar parte vital en la contaminación atmosférica representan la suma de la precipitación colectada, intensidad y duración de la tormenta, pudiendo ser un factor importante como elemento cíclico (21).

Los efectos de la composición química y el tamaño de las partículas suspendidas en el agua de río influyen en la absorción de plomo de los animales. Dicha absorción ha sido determinada usando el método convencional ASV (Anodic Stripping Voltammetry). El tamaño de las partículas ha sido determinado usando el contador Coulter. El contenido de materia orgánica de las partículas suspendidas fue el responsable en mayor parte de la absorción de plomo. Se ha tratado de cuantificar la relación entre el

tamaño de las partículas en suspensión y la suma del plomo absorbido en éstas (16).

Según observaciones realizadas entre 1980 y 1982, en el lago Ohakuri en Nueva Zelanda, el cual es un almacenamiento que se usa para generar energía eléctrica, la movilidad de arsénico y su diseminación en el agua y en sedimentos se llegó a lo siguiente: El arsénico tiene variaciones en su concentración para cada estación del año principalmente en aguas de baja profundidad.

Se había estimado que la remoción de sedimentos ocasionaba un incremento en la concentración de arsénico de entre 10 y 20%. Las transformaciones químicas importantes se identificaron y se hizo un modelo de el sistema, mismo que fue comparado con otros modelos teóricos previos para lagos. En 1972 Ferguson y Gavis publicaron un modelo para el ciclo del arsénico, tomando como referencia la estratificación del lago y basandose en consideraciones teóricas, así como en resultados de otros estudios de arsénico efectuados en otros medios ambientes. De acuerdo con este modelo la acumulación de arsénico en sedimentos se realiza a través de la formación de sulfuro arsénico y arsenato férrico, mientras que la diseminación en el agua ocurre a través de "reducción", formandose metilato arsénico.

En un modelo posterior Wood hace notar el importante papel del metilato arsénico cuando cambia de agua a sedimentos. En el programa se incluyó la observación del hierro, el cual esta involucrado en los mecanismos de absorción de arsénico por los sedimentos

MATERIAL Y METODOS

a) Localización

El presente trabajo se realizó en el lago de Xochimilco, incluido en el sistema lacustre del mismo nombre, cuya extensión aproximada es de 12,212 Ha. (13), y se encuentra al sureste de la cuenca del Valle de México, su localización geográfica es de 19° 16' de latitud norte, y de 99° 03' de longitud oeste (4).

Tiene una altura sobre el nivel del mar de 2,240 mts. y según el segundo sistema de clasificación Thornt White, el clima de esta zona se define como ligeramente húmedo, con gran deficiencia de agua invernal; semifrío con baja concentración de calor en verano, siendo la temperatura media anual de 13.7°C. La precipitación promedio anual es de 854 mm., siendo los meses de junio a septiembre los más lluviosos (13). El lago de Xochimilco tiene una extensión de 2.3 Ha. con una longitud total aproximada de los canales de 189 Km., con un ancho variable de 1 a 65 mts. y con una profundidad media de 2.25 mts. que presentan ciertas fluctuaciones en su comportamiento hidraulico debido a la variación barimétrica y a las condiciones topográficas de la zona. (Ver plano de localización 1).

Las fuentes de relleno del lago de Xochimilco (*) son:

- 1) Descargas de aguas negras pretratadas del Cerro de la Estrella
- 2) Esgurrimientos de la Sierra del Chichinautzin (12)
- 3) Agua de lluvia
- 4) Ríos Santiago, San Buenaventura, San Lucas, San Gregorio y Milpa Alta (12)
- 5) Manantiales internos (recarga natural)
- 6) Descargas de drenajes no controlados en la misma zona del lago y de los pueblos de la parte alta (12)

b) Sitios de muestreo

Elección de lugares de muestreo.

En trabajos previos se han analizado las aguas en distintas partes del lago, habiéndose encontrado diferentes grados de contaminación, por lo que la elección de los sitios de muestreo esta basada en datos de estos trabajos.

1. ZONA URBANA - Embarcadero Fernando Celada
Canal de Cuemanco
2. ZONA DE AGRICULTURA ACTIVA - Laguna de Tezhuilco
Canal de Apampilco
3. ZONA DE AGRICULTURA INACTIVA - Canal del Bordo
Canal de Japón

(Ver plano de localización 2)

c) Tipo de muestras

Agua, lodo (sedimentos), charales (Chirostoma jordani).

- AGUA - Se tomaron muestras de agua, en cada uno de los sitios destinados para muestreo. La obtención de las muestras se realizó por medio de una botella con tapón de hule que al sumergirla a media profundidad del agua, se destapó jalando el tapón y posteriormente se colocó el agua en bolsas de polietileno, previamente identificadas, así fueron transportadas y almacenadas en refrigeración hasta su análisis posterior.
- LODO - Por medio de un tubo de PVC, se sumergió y se tomó la muestra de lodo al llegar al fondo del canal, éstas se obtuvieron también en los mismos lugares que el agua. Así mismo se guardaron en bolsas de polietileno previamente identificadas, y fueron refrigeradas hasta el momento de procesarlas en el laboratorio.
- CHARALES - Se utilizaron redes hechas con tela de mosquitero, obteniendo así a los peces, en los mismos sitios

de muestreo determinados para agua y lodo, que también se colocaron en bolsas de polietileno, con previa identificación, y fueron refrigeradas hasta el momento de su procesamiento en el laboratorio.

d) Equipo

Se utilizó la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, en donde se determinaron las concentraciones de los metales: Pb, Cr, Cd, Fe, Cu, en p.p.m.

La preparación de las muestras para su análisis fue de manera independiente, cada una de ellas recibió un proceso basado en las técnicas sugeridas por los manuales Perkin-Elmer, y por las técnicas desarrolladas por el laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia U.N.A.M. (Perkin-Elmer, 1979) (11).

e) Análisis estadístico

Los datos obtenidos para cada una de las variables fueron estudiados a través de análisis descriptivo.

IV. RESULTADOS

El procesamiento de las muestras se llevó a cabo usando un espectrofotómetro de absorción atómica, obteniéndose lo siguiente:

P L O M O :

La concentración más elevada de Pb, en AGUA, de la región lacustre de Xochimilco, se presentó en la zona urbana (0.07 p.p.m.), seguido de la zona de agricultura activa (0.02 p.p.m.), y por último la zona de agricultura inactiva (0.01 p.p.m.). (Ver gráfica 5.1 y cuadro 1).

La distribución de la concentración de Pb, corresponde a: 63.64% para la zona urbana, 27.27% para la zona de agricultura activa, y 9.09% para la zona de agricultura inactiva.

La mayor concentración de Pb, en LODO, de la zona lacustre de Xochimilco, se encontró en la zona urbana (4.24 p.p.m.), seguido de la zona de agricultura activa (2.64 p.p.m.) y al final la zona de agricultura inactiva (2.21 p.p.m.). (Ver gráfica 5.2 y cuadro 1).

La distribución de la concentración de Pb, es de 48.67% en la zona urbana, en la zona de agricultura activa es de 27.36% y por último 24.00% para la zona de agricultura inactiva.

La concentración más alta de Pb en CHARALES, del área lacustre de Xochimilco, se presentó en la zona de agricultura activa (11.88 p.p.m.), seguido de la zona urbana (4.19 p.p.m.) y por último la zona de agricultura inactiva (4.90 p.p.m.). (Ver gráfica 5.3 y cuadro 1).

La distribución de la concentración de Pb, corresponde a 52.69% para la zona de agricultura activa, 26.13% para la zona urbana y por último 21.17% para la zona de agricultura inactiva.

(Ver gráfica 10)

C R O M O :

Cr en Agua no fue detectado.

La concentración mayor de Cr en LODO, se encontró en la zona urbana (5.92 p.p.m.), a continuación le sigue la zona de agricultura inactiva (2.84 p.p.m.) y la más baja fue en la zona de agricultura activa (2.56 p.p.m.).

(Ver gráfica 4.1 y cuadro 1).

La distribución de la concentración de Cr, es la siguiente: 47.72% para la zona urbana, 27.81% para la zona de agricultura inactiva y 24.47% para la zona de agricultura activa.

La concentración más alta de Cr en CHARALES, de la región lacustre de Xochimilco fue encontrada en la zona de agricultura activa (8.55 p.p.m.), seguido de la zona de agricultura inactiva (2.76 p.p.m.) y por último la zona urbana (2.29 p.p.m.).

(Ver gráfica 4.2 y cuadro 1).

La distribución de la concentración de Cr, corresponde a 54.03% para la zona de agricultura activa, 23.99% para la zona de agricultura inactiva y 21.97% para la zona urbana.

(Ver gráfica 9)

C A D M I O :

La concentración más alta de Cd en AGUA, en la región lacustre de Xochimilco fue registrada en la zona urbana (0.03 p.p.m.), las zonas de agricultura activa e inactiva tuvieron la misma concentración (0.02 p.p.m.).

(Ver gráfica 3.1 y cuadro 1)

La distribución de la concentración de Cd, corresponde a 38.46% para la zona urbana, 30.77% para la zona de agricultura activa y 30.77% para la zona de agricultura inactiva.

Las concentraciones de Cd en LODO, en el área lacustre de Xochimilco, fueron en el siguiente orden: La más alta fue encontrada en la zona urbana (1.13 p.p.m.), siguiéndole la zona de agricultura inactiva (1.07 p.p.m.), y por último la zona de agricultura activa (0.80 p.p.m.).

(Ver gráfica 3.2 y cuadro 1)

La distribución de la concentración de Cd, corresponde a 36.76% para la zona urbana, 34.38% para la zona de agricultura inactiva y 28.86% para la zona de agricultura activa.

La concentración más alta de Cd en CHARALES, en la zona lacustre de Xochimilco, se presentó en la zona de agricultura inactiva (0.49 p.p.m.), seguido por la zona urbana (0.44 p.p.m.) y por último la zona de agricultura activa (0.49 p.p.m.).

(Ver gráfica 3.3 y cuadro 1)

La distribución de la concentración de Cd, corresponde a 36.29% para la zona de agricultura inactiva, 32.43% para la zona urbana y 31.27% para la zona de agricultura activa.

(Ver gráfica 8)

H I E R R O :

La más alta concentración de Fe en AGUA, se presentó en la zona urbana (0.38 p.p.m.), seguido de la zona de agricultura inactiva (0.19 p.p.m.) y al final la zona de agricultura activa (0.15 p.p.m.)

(Ver gráfica 2.1 y cuadro 1)

La distribución de la concentración de Fe corresponde a 44.83% para la zona urbana, 31.03% para la zona de agricultura inactiva y para la zona de agricultura activa 24.14%.

La más alta concentración de Fe en LODO, del área lacustre de Xochimilco, se presentó en la zona de agricultura activa (753.79 p.p.m.), seguida por la zona urbana (609.43 p.p.m.) y por último la zona de agricultura inactiva (147.47 p.p.m.).

(Ver gráfica 2.2 y cuadro 1)

La distribución de la concentración de Fe es la siguiente: 47.92% para la zona de agricultura activa, 39.33% para la zona urbana y 12.74% para la zona de agricultura inactiva.

La concentración más alta de Fe en CHARALES, del área lacustre de Xochimilco, se encontró en la zona de agricultura activa (335.95 p.p.m.), seguido por la zona urbana (309.33 p.p.m.) y por último la zona de agricultura inactiva (276.42 p.p.m.).

(Ver gráfica 2.3 y cuadro 1)

La distribución de la concentración de Fe se manifestó así: En la zona de agricultura activa 38.30%, para la zona urbana 32.54% y 29.15% para la zona de agricultura inactiva.
(Ver gráfica 7)

C O B R E :

Cu en AGUA no fue detectado.

La más alta concentración de Cu en LODO, del área lacustre de Xochimilco, se presentó en la zona urbana (8.51 p.p.m.), seguido de la zona de agricultura activa (1.95 p.p.m.) y por último la zona de agricultura inactiva (1.20 p.p.m.).
(Ver gráfica 1.1 y cuadro 1)

La distribución de la concentración de Cu, corresponde a 68.90% para la zona urbana, 18.74% para la zona de agricultura activa y para la zona de agricultura inactiva es de 12.36%.

La concentración más elevada de Cu en CHARALES, en los sitios muestreados, se encontró en la zona urbana (8.64 p.p.m.), seguido de la zona de agricultura inactiva (8.34 p.p.m.) y al final la zona de agricultura activa (6.13 p.p.m.).
(Ver gráfica 1.2 y cuadro 1)

La distribución de la concentración de Cu, corresponde a 36.34% para la zona de agricultura inactiva, 35.96% para la zona urbana y para la zona de agricultura activa es de 27.70%.
(Ver gráfica 6)

D I S C U S I O N

A G U A

La concentración de PLOMO varió de 0.01 a 0.07 p.p.m., (X 0.0194 p.p.m.), encontrándose por debajo de lo indicado por OMS (10) que marcan concentraciones máximas admisibles de 0.1 p.p.m. y coinciden con las normas establecidas por la Secretaría de Salud (17) que indican valores de 0.05 p.p.m..

CROMO en agua no fue detectado por el espectrofotómetro de absorción atómica, mas diremos los límites permisibles reportados por la Secretaría de Salud (17), que son de 0.05 p.p.m..

Para CADMIO la concentración vario de 0.02 a 0.03 p.p.m. (X 0.0211 p.p.m.), hallandose ligeramente superiores a los niveles permitidos por la OMS (10), que reportan límites de 0.01 p.p.m. y muy por arriba de lo permitido por la Secretaría de Salud (17). 0.005 p.p.m..

Los valores obtenidos de HIERRO, variaron de 0.13 a 0.38 p.p.m. (X 0.1905 p.p.m.), estando dentro de los niveles permitidos por la Secretaría de Salud (17) que son de 0.30 p.p.m..

COBRE en agua no fue detectado, pero los valores límite que nos informa la Secretaría de Salud (17) son de 1.50 p.p.m..

L O D O

Las concentraciones de PLOMO obtenidas en este estudio van de 1.12 a 4.24 p.p.m. (X 2.1442 p.p.m.), encontrándose dentro de los valores informados por la literatura que son de 2 a 200 p.p.m. (23).

Dentro de los valores obtenidos, en el presente trabajo para CROMO que va de 2.05 a 5.92 p.p.m. (X 3.14 p.p.m.), para CADMIO que varía de 0.77 a 1.13 p.p.m. (X 0.7813 p.p.m.), para HIERRO que va de 85.73 a 753.79 p.p.m. (X 305.0345 p.p.m.), y también para COBRE que varío de 0.72 a 8.51 p.p.m. (X 2.5867 p.p.m.), no es posible discutirlos en virtud de no existir información al respecto, sin embargo el nivel de contaminación puede ser ocasionado por el uso indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas, desagües del alcantarillado, o como resultado también del efecto ambiental producido principalmente por fábricas y laboratorios farmaceuticos.

C H A R A L E S

Los valores obtenidos de PLOMO, fueron de 1.12 a 11.88 p.p.m. (X 4.64 p.p.m.) encontrándose superiores a lo informado por Valle Vega P. (23) 0.2-2.5 p.p.m. y concordando con lo informado por Office consolidation of the food and drugs act... (9). que reporta 10 p.p.m., sin embargo se debe hacer notar que los valores mencionados por la literatura se refieren de manera general a productos marinos y de agua dulce.

En la literatura disponible no se ha encontrado información sobre los valores permitidos en CROMO y HIERRO, pero reportaremos los valores obtenidos; para CROMO va de 1.97 a 8.55 p.p.m. (X 3.2836 p.p.m.) y para HIERRO varía de 228.14 a 335.95 p.p.m. (X 288.4382 p.p.m.).

La concentración de CADMIO varía de 0.39 a 0.49 p.p.m. (X 0.4311 p.p.m.). FAO-OMS (3), haciendo intentos encaminados a determinar dosis aceptables de Cadmio, se han basado en cálculos en que intervienen los valores denominados "normales" y "críticos" de Cadmio en la corteza renal y en lo que se sabe acerca del índice de acumulación de Cadmio en ese órgano. Teniendo en cuenta que la concentración crítica es de 200 mg/Kg, el Comité estima que no debe consentirse que las concentraciones de Cadmio en el riñon aumenten más.

Los contenidos de COBRE encontrados en las muestras analizadas varían de 6.01 a 8.64 p.p.m. (X 7.3064 p.p.m.), estando muy por debajo a lo reportado por Office consolidation of the food and drugs... (9) que es de 100 p.p.m..

Debido a lo anterior se considera importante señalar el origen de los contaminantes y sus efectos en la zona lacustre, por lo que a continuación se presenta una breve discusión de los mismos.

ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES:

De los 189 Km. de canales que existen en Xochimilco y que constituyen un área acuática de 2.3 Ha., la concentración máxima de metales pesados en agua y lodo que se observó corresponde a los canales que se encuentran bordeando la zona urbana y la concentración máxima de los metales analizados en charales se observó en la zona de agricultura activa. De lo que se puede deducir que las principales fuentes contaminantes por su ubicación son los desechos sólidos y de drenajes de casas habitación, comercios e industrias, además las aguas tratadas en forma primaria de la planta del Cerro de la Estrella que descargan su torrente directamente en los canales. Estas últimas se usan para regular el nivel hidráulico de toda la canalería.

EFFECTOS:

Considerando lo anterior y la falta de circulación del agua en los canales, debida a la desaparición de los manantiales que existían en la zona, se tienen efectos de estancamiento con la consecuente falta de oxígeno, concentración excesiva de sales minerales y nutrientes diversos ensalitrando el suelo agrícola y fomentando una exuberante vida acuática superficial, que también ayuda a asfixiar la vida del fondo de los canales.

De los metales contenidos en la excesiva concentración de sales, el Plomo y el Cadmio se consideran tóxicos en cualquier

concentración, sin embargo los demás metales analizados en este estudio, Cromo, Hierro y Cobre también pueden ser dañinos, si su concentración rebasa los límites mencionados en la discusión.

Dichos metales llegan al ser humano en forma indirecta al consumir los productos agropecuarios de la zona.

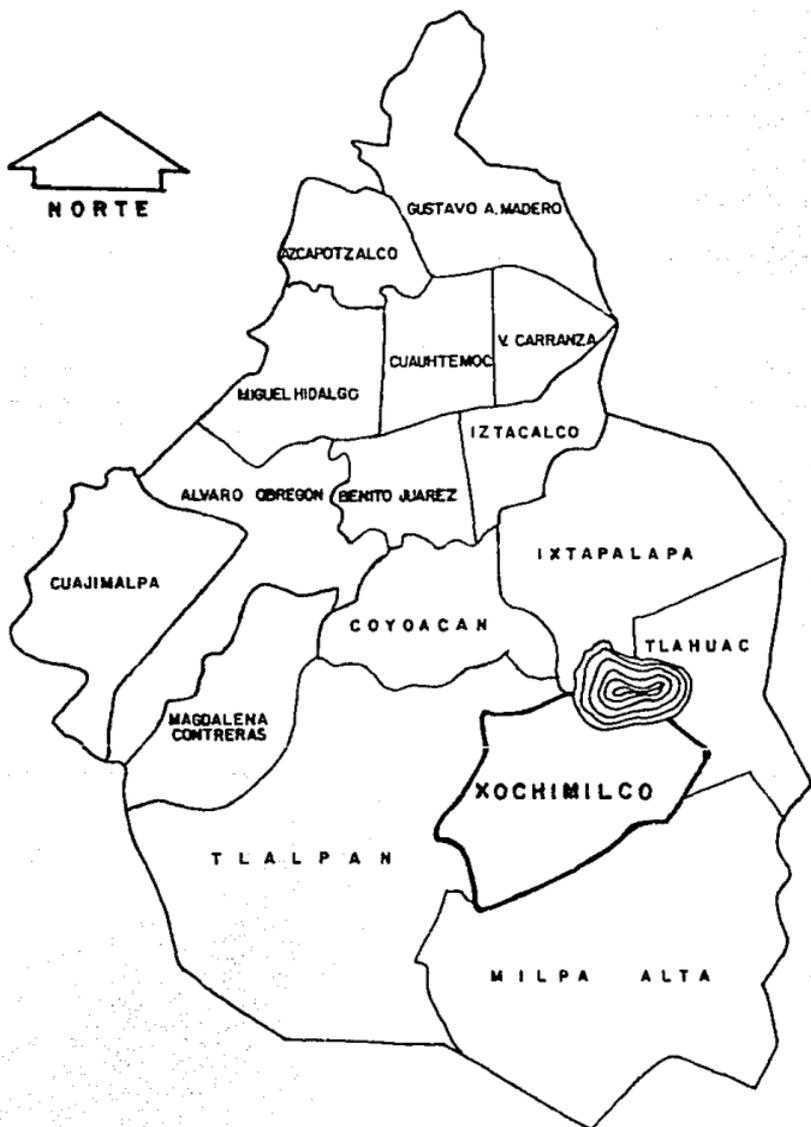
De persistir las fuentes de contaminación de la zona lacustre se corre el riesgo de desaparición de la zona de producción de alimentos más importante del Valle de México y de una fuente de agua potable y de oxígeno para la sobrepoblada capital del país, además de un centro turístico tradicional conocido internacionalmente, está sin contar con lo excepcional del sistema agrícola de chinampas.

a) C o n c l u s i o n e s

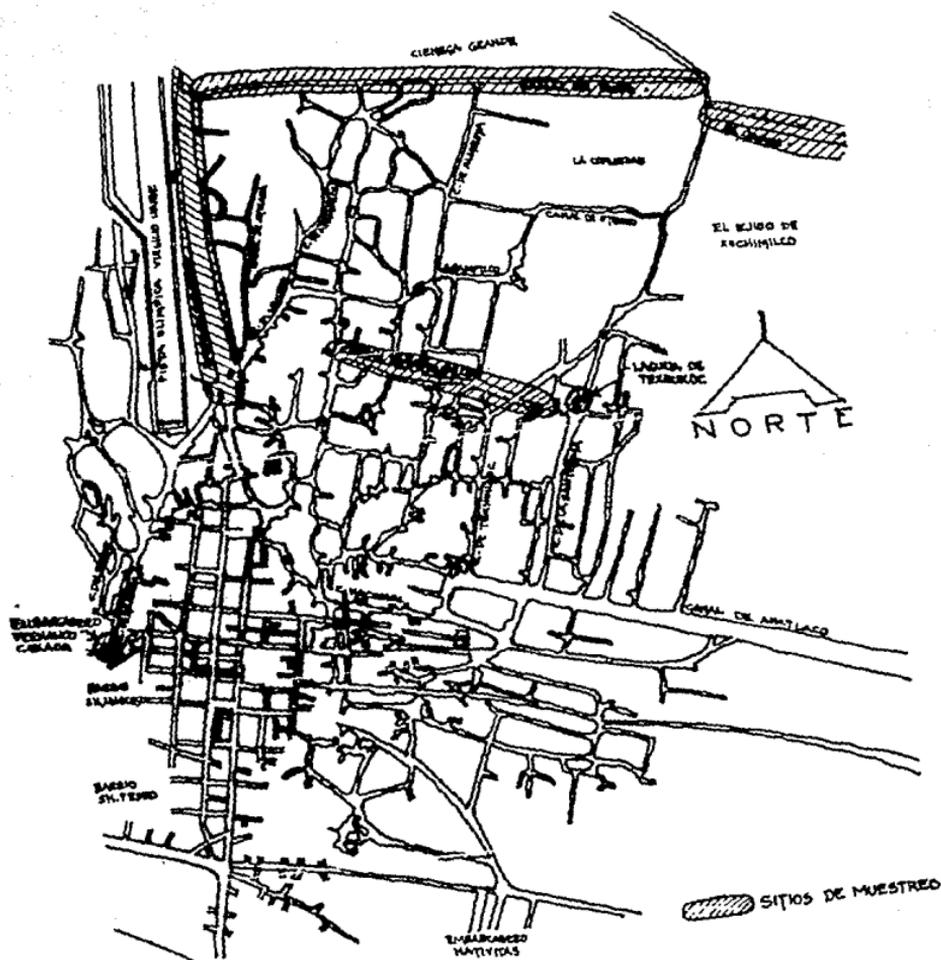
Siendo el problema de contaminación del lago tan complejo y las acciones a tomar tan diversas, es de vital importancia efectuar la implantación de un programa de vigilancia de los niveles de contaminación que incluya la determinación de concentraciones de metales pesados, bacterias, detergentes y en general de tóxicos preponderantes en el agua. Así mismo efectuar los trabajos de mantenimiento necesarios para permitir la circulación del agua y el sostenimiento de la vida en ella. Además detener el crecimiento de la zona urbana y controlar las descargas de drenajes a los canales.

V. APENDICE A**PLANOS, CUADRO Y GRAFICAS**

DISTRITO FEDERAL



PLANO DE LOCALIZACION I



CANALES DE XOCHIMILCO

PLANO DE LOCALIZACION 3.

CUADRO No. 1

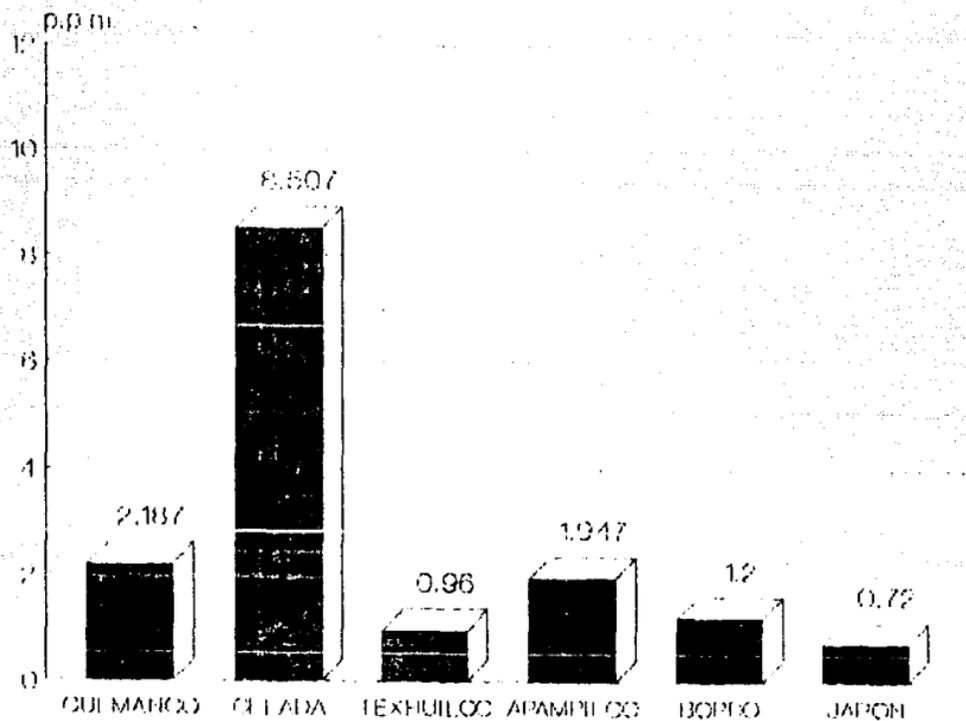
CONTENIDO DE Pb, Cr, Cd, Fe y Cu (p.p.m.) DEL AGUA, LODO Y CHARAL (Chirostoma Jordani) DE LA REGION LACUSTRE DE AUCHIUILCO.

SITIO DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA		M I N E R A L E S				
			FLOMO	CROMO	CADMIO	FIERRO	COBRE
1. CELADA	AGUA	\bar{x}	--	--	0.03	0.38	--
		S	--	--	0.01	0.19	--
	LODO	\bar{x}	4.24	3.92	1.13	110.48	8.51
		S	0.78	0.99	0.58	28.69	2.71
	CHARALES	\bar{x}	3.24	2.29	0.40	253.84	8.64
		S	0.38	0.27	0.09	51.92	3.28
1. CUEMANCO	AGUA	\bar{x}	0.07	--	0.02	0.14	--
		S	0.02	--	0.01	0.02	--
	LODO	\bar{x}	2.51	3.07	0.87	609.43	2.19
		S	1.02	0.73	0.40	362.16	1.34
	CHARALES	\bar{x}	4.19	2.04	0.44	309.33	7.12
		S	1.63	0.68	0.14	80.04	1.39
2. TEXHUILOC	AGUA	\bar{x}	0.02	--	0.02	0.13	--
		S	0.02	--	0.01	0.07	--
	LODO	\bar{x}	2.64	2.56	0.77	123.31	0.96
		S	1.01	1.42	0.28	77.35	0.45
	CHARALES	\bar{x}	3.10	2.10	0.42	335.95	6.13
		S	0.99	0.44	0.09	79.90	1.48
2. APAMFILCO	AGUA	\bar{x}	0.01	--	0.02	0.15	--
		S	0.02	--	0.01	0.04	--
	LODO	\bar{x}	1.15	2.05	0.80	753.79	1.95
		S	0.37	0.94	0.34	462.22	2.28
	CHARALES	\bar{x}	11.88	8.55	0.39	328.96	6.01
		S	3.54	2.00	0.09	61.54	3.02
3. BURDO	AGUA	\bar{x}	0.01	--	0.02	0.19	--
		S	0.02	--	0.01	0.06	--
	LODO	\bar{x}	1.12	2.84	0.80	147.47	1.29
		S	0.51	0.55	0.34	152.63	0.55
	CHARALES	\bar{x}	1.12	2.76	0.49	276.42	8.34
		S	0.51	0.73	0.09	67.45	1.30
3. JAPON	AGUA	\bar{x}	--	--	0.02	0.17	--
		S	--	--	0.004	0.04	--
	LODO	\bar{x}	2.21	2.40	1.07	85.73	0.72
		S	0.99	0.87	0.45	149.63	0.46
	CHARALES	\bar{x}	4.90	1.97	0.45	228.14	7.59
		S	1.15	0.55	0.07	65.46	1.52

\bar{x} = Promedio
 S = Desviación estándar
 -- = No se detecto

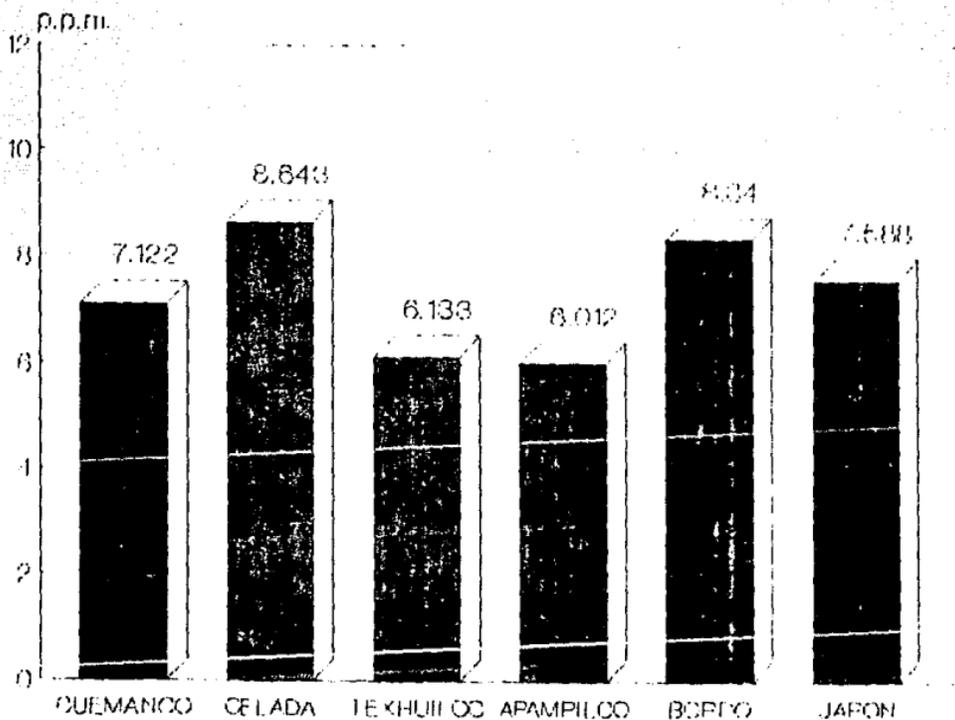
1. Zona urbana
 2. Zona de agricultura activa
 3. Zona de agricultura inactiva

Concentración de cobre en lodo de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



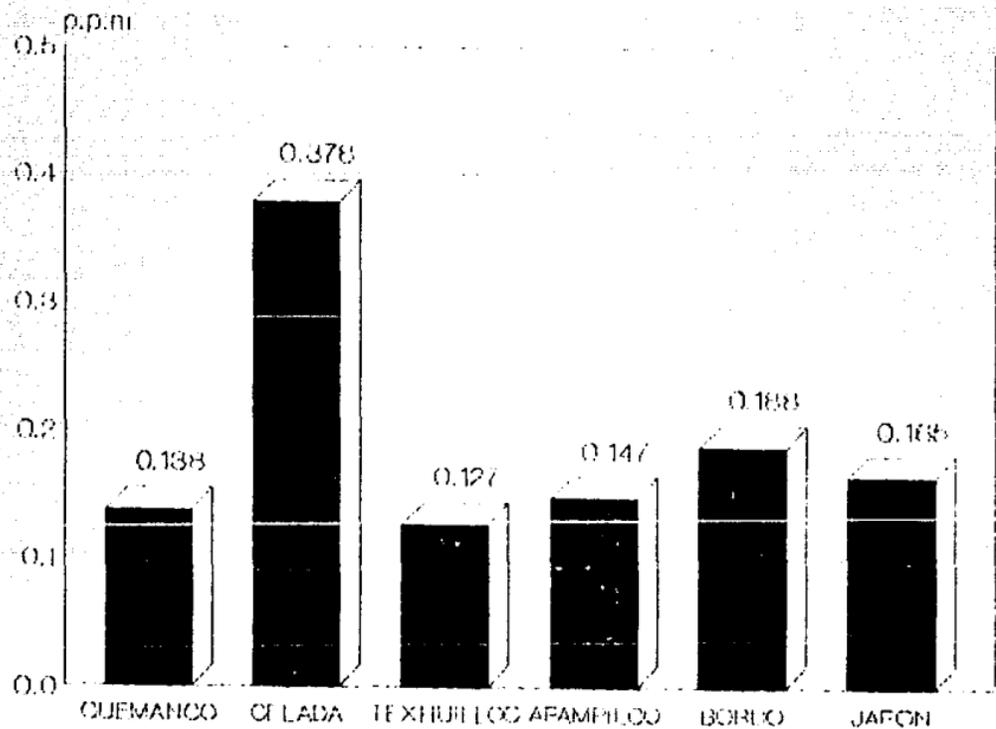
Grafica 1.1

Concentración de cobre en charales de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



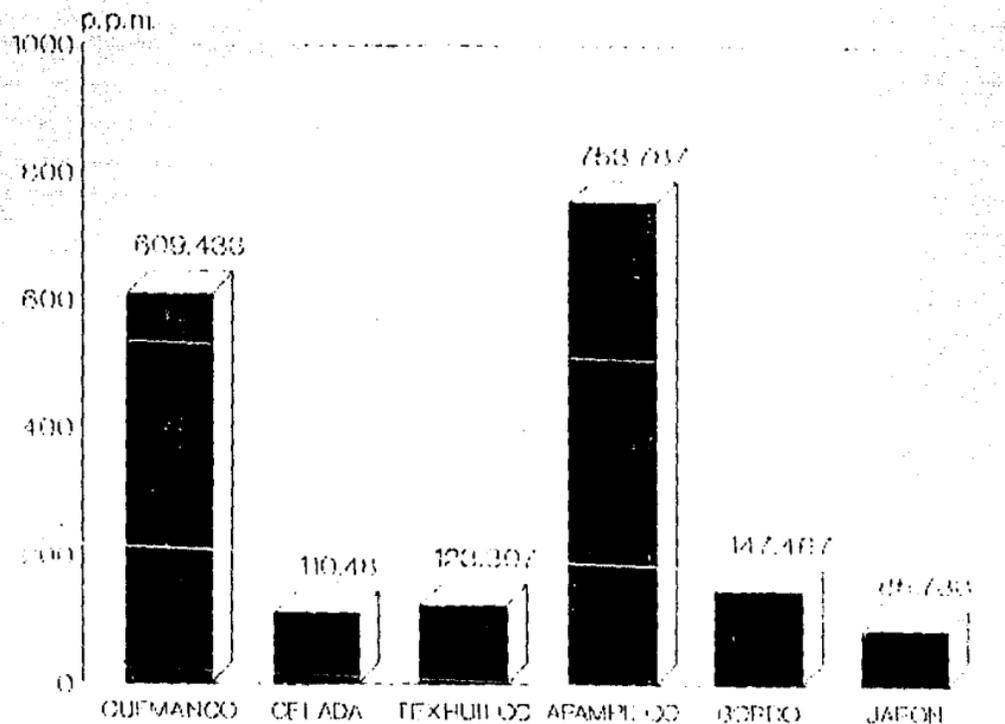
Grafica 1.2

Concentración de hierro en agua de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



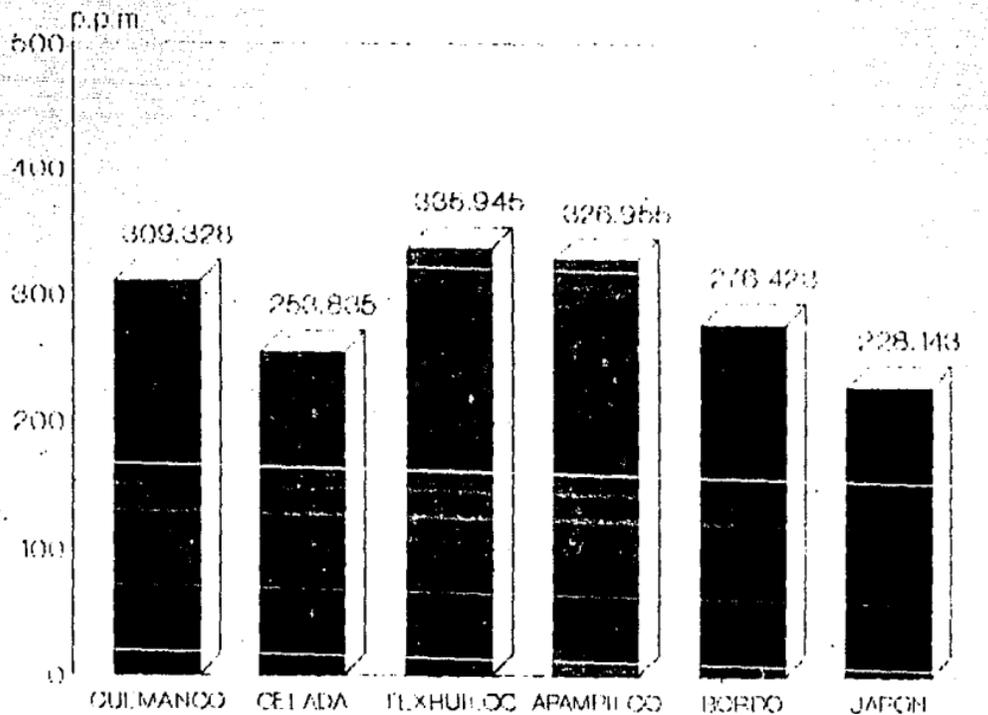
Grafica 2.1

Concentración de hierro en lodo de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



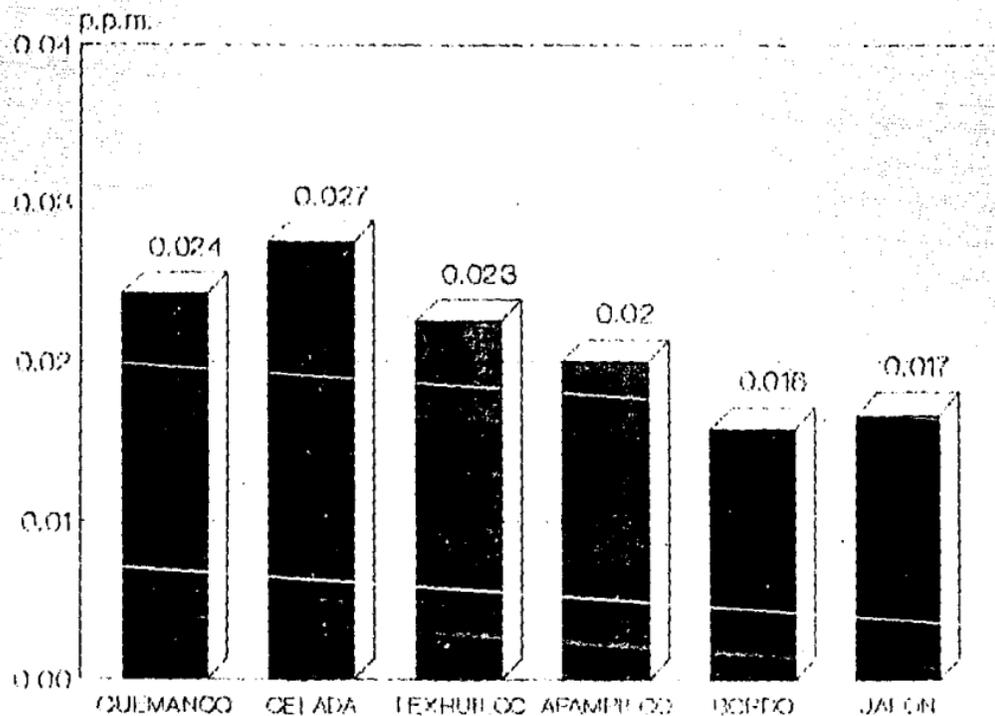
Grafica 2.2

Concentracion de hierro en charales de
la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



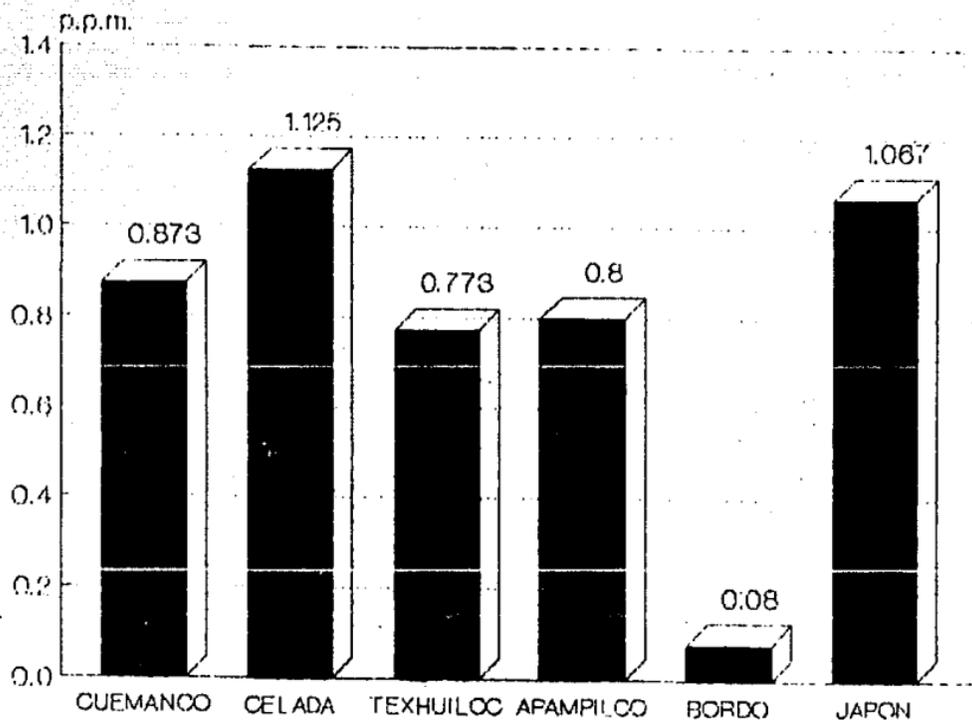
Grafica 2.3

Concentración de cadmio en agua de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



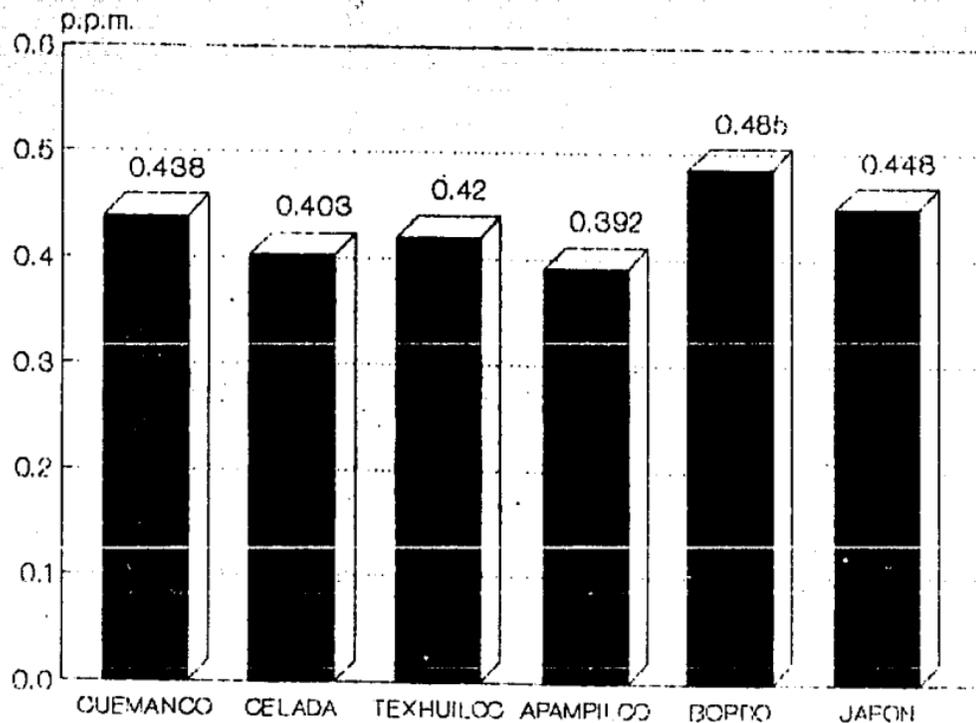
Grafica 3.1

Concentración de cadmio en lodo de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



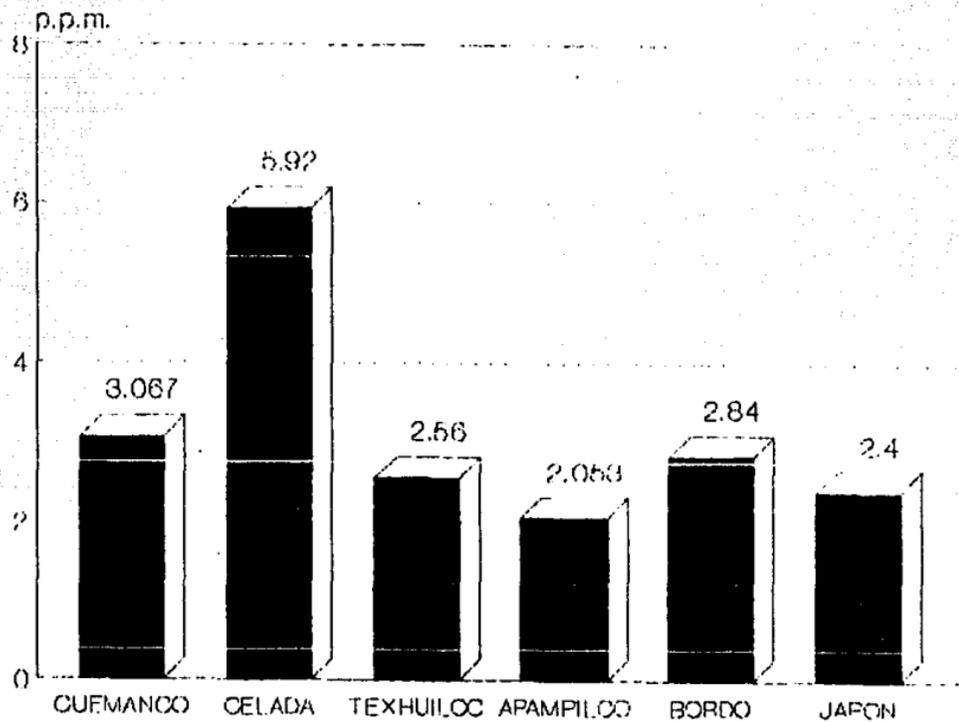
Grafica 3.2

Concentración de cadmio en charales de
la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



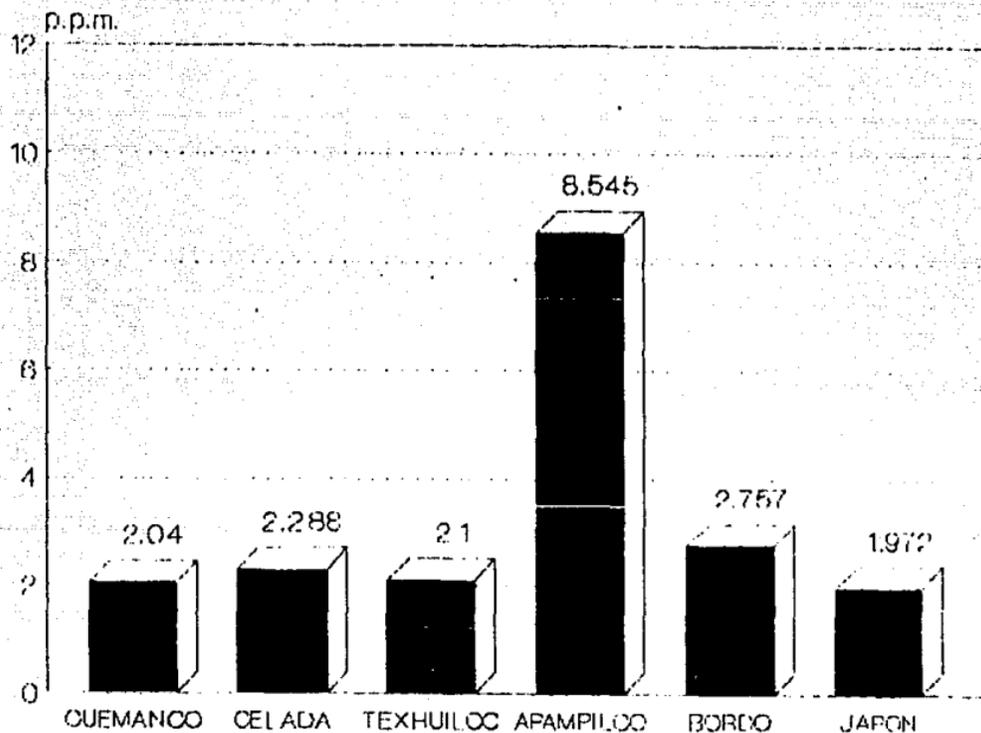
Grafica 3.3

Concentración de cromo en lodo de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



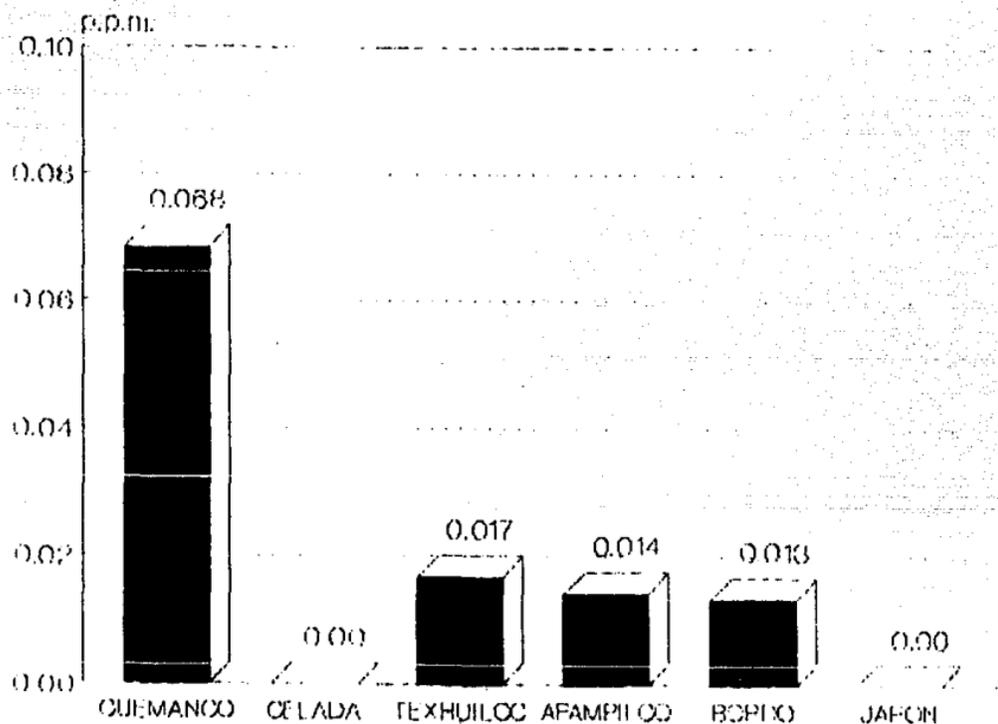
Grafica 4.1

Concentración de cromo en charales de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



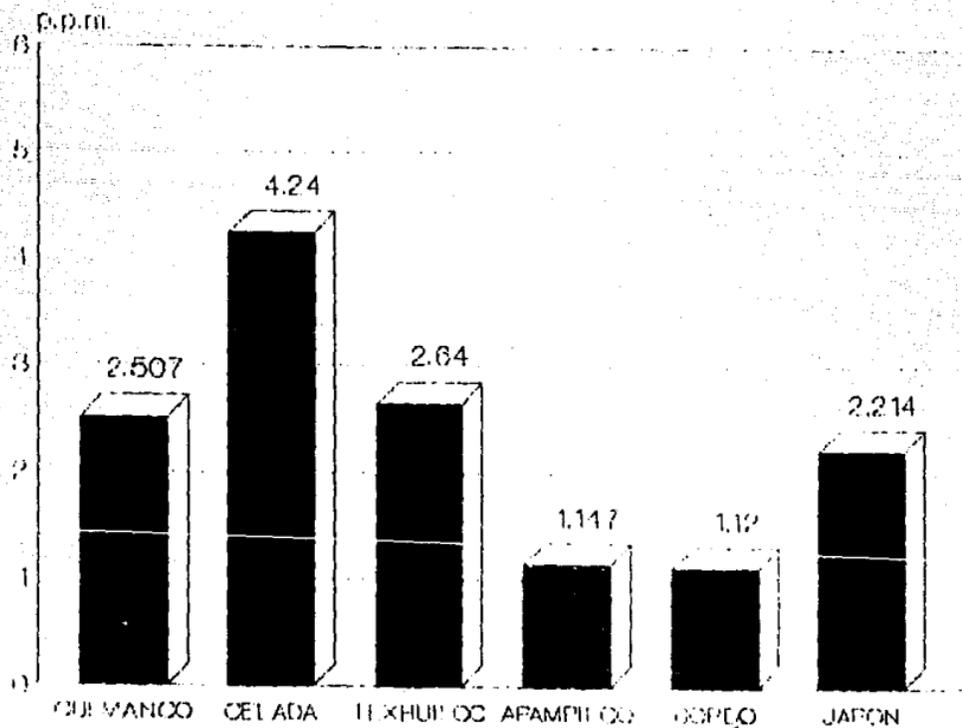
Grafica 4.2

Concentración de plomo en agua de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



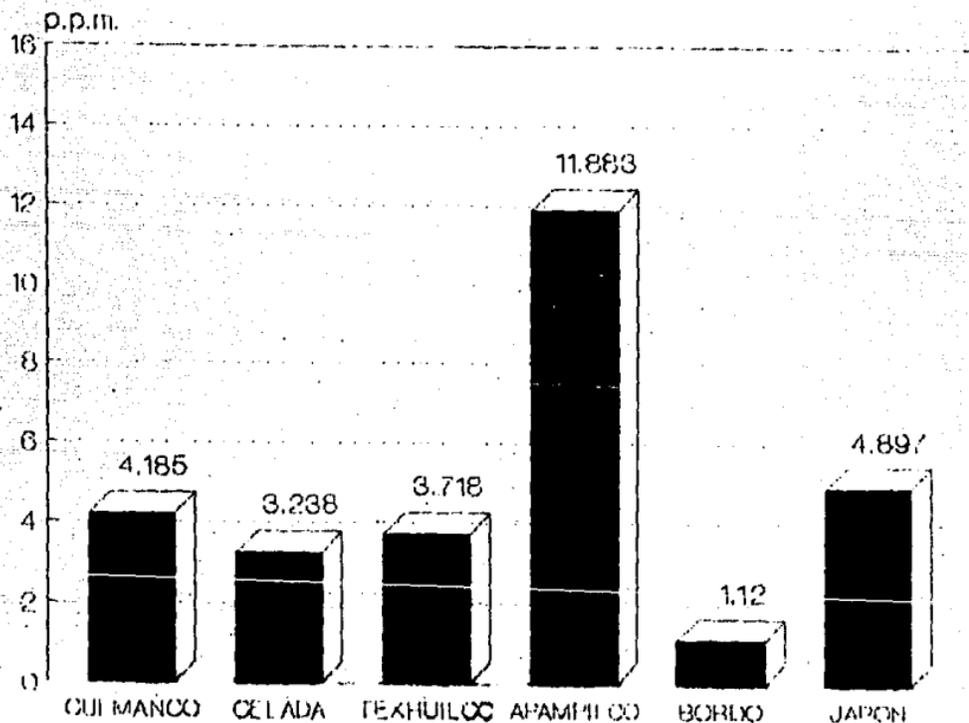
Grafica 5.1

Concentracion de plomo en lodo de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



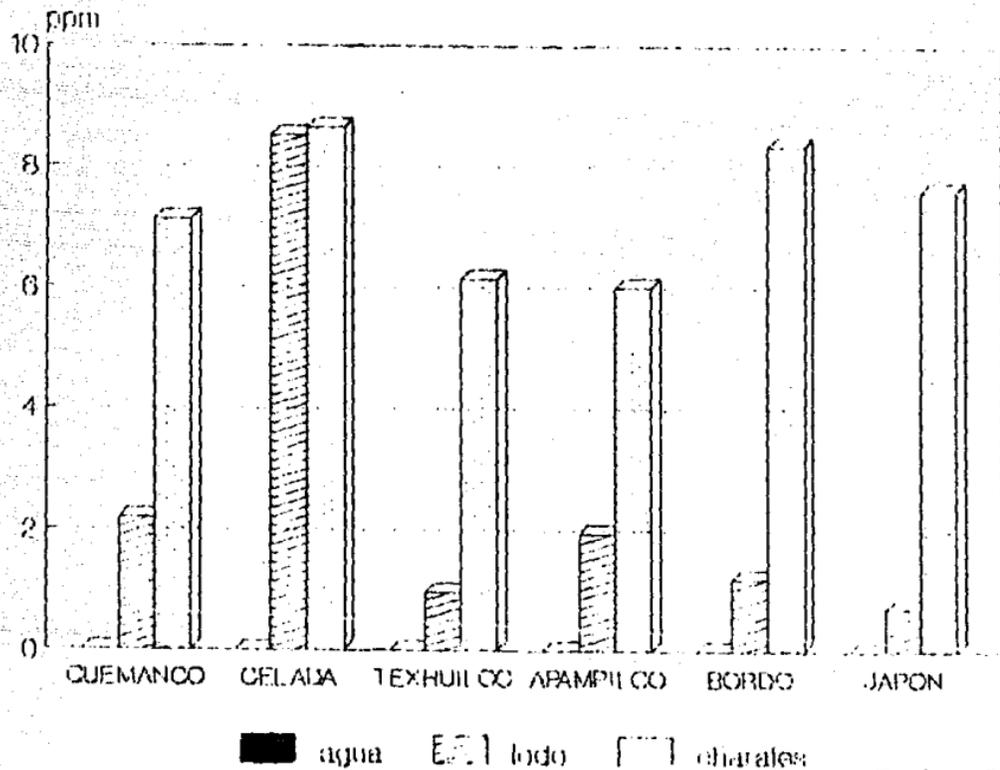
Grafica 5.2

Concentración de plomo en charales en
la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



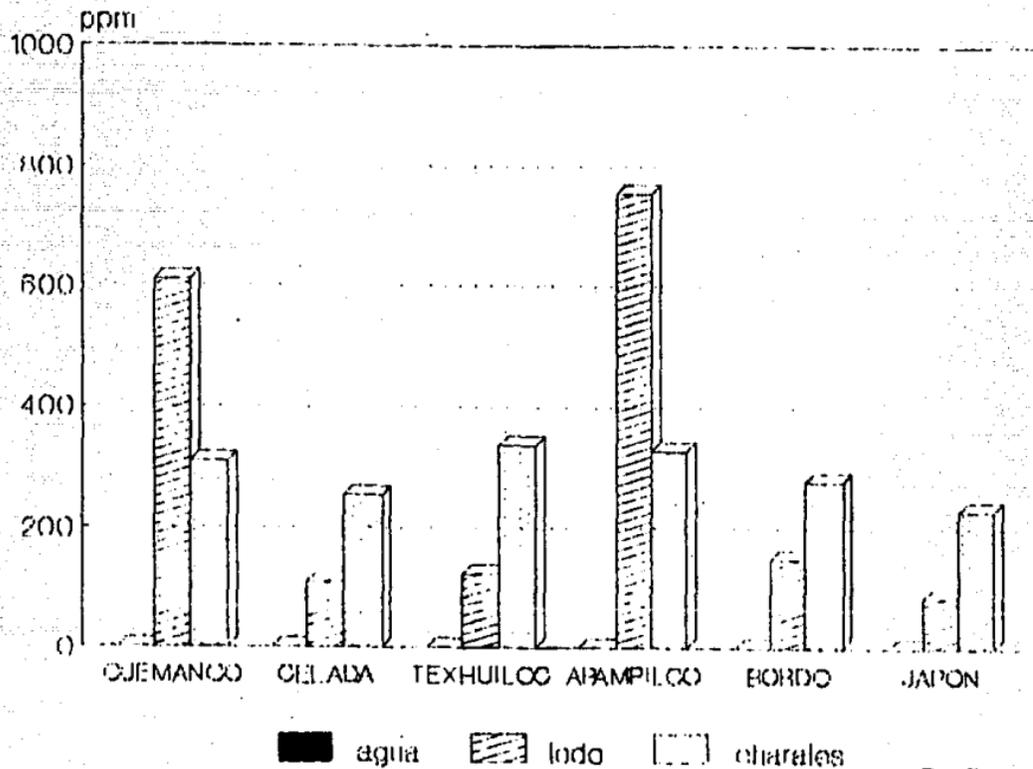
Grafica 5.3

Conc. de cobre en agua, lodo y charales
de la zona lacustre de Xochimilco, D.F



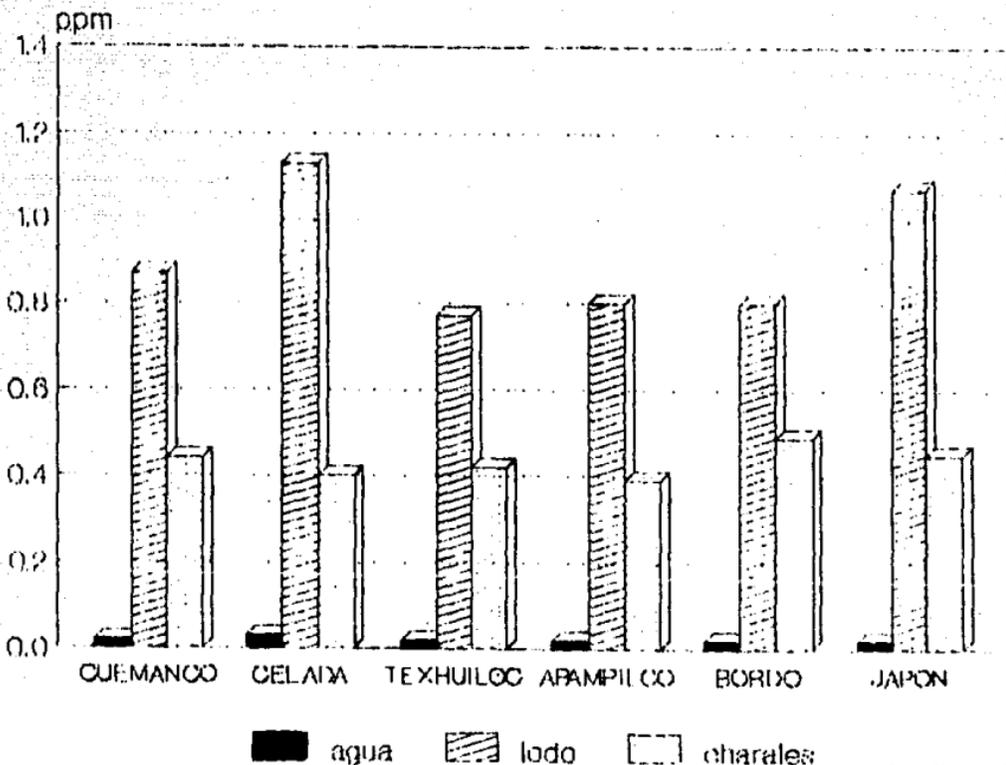
Grafica 6

Conc. de hierro en agua, lodo y charales
de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



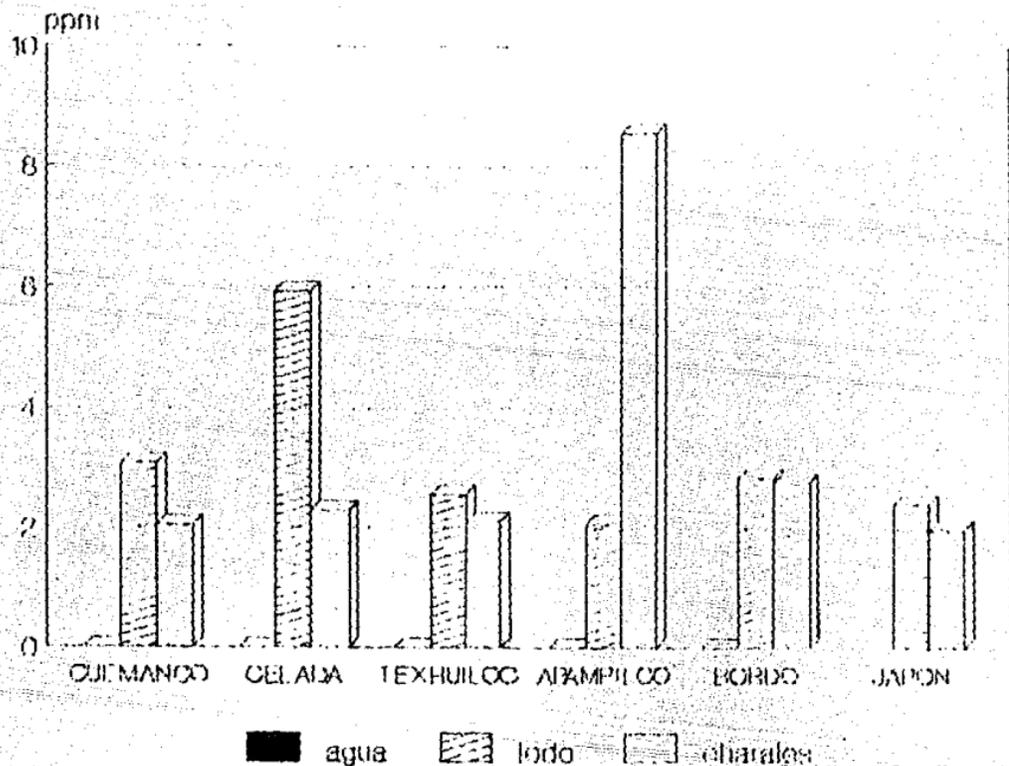
Grafica 7

Conc. de cadmio en agua, lodo y charales
de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



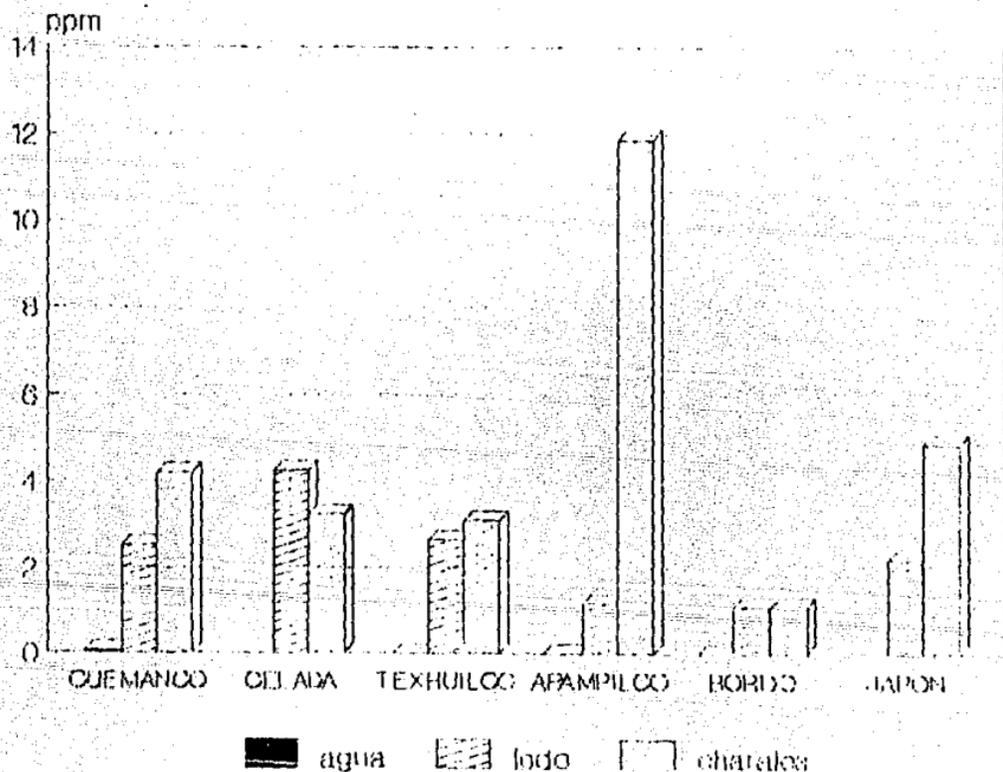
Grafica 8

Conc. de cromo en agua, lodo y charales de la zona lacustre de Xochimilco, D.F.



Grafica 9

Conc. de plomo en agua, lodo y charales
de la zona lacustre de Xochimilco.



Grafica 10

V. APENDICE B.

CUADROS DE INFORMACION
TOXICOLOGICA
DE LOS METALES ESTUDIADOS

METAL	FUENTES	EFFECTOS TOXICOS	LIMITES TOLERABLES	CONSUMO HUMANO	OBSERVACIONES
PLOMO (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> -Combustion de gasolina con aditivos de plomo. -Tuberías de plástico con estabilizadores de plomo que pueden pasar el agua por oxidación. -Soldaduras de envases metálicos. -Recipientes para cocinar, comer o almacenar vinos. -Aparatos para desfilir. -Uso de arseniato de plomo en la agricultura. -Soles para vidriado. -Joyería. -Pinturas -Plantas contaminadas por deposición del Pb. 	<ul style="list-style-type: none"> -Defectos neurológicos. Daño físico-cerebral con secuelas permanentes. -Disfunción renal tubular. -Anemia. -Pérdida de la vista por afectación de nervios oculares. -El Pb en niveles relativamente bajos aumenta la exposición o enfermedades de origen infeccioso o virales. 	<p>FAO-DMS Consumo semanal tolerable provisional:</p> <p>3 mg/persona o 0.05mg/kg de peso</p>	0.35 mg de Plomo	<ul style="list-style-type: none"> -La tolerancia de Pb varía con la edad en todas las especies. El organismo joven es menos tolerante que el adulto. -El plomo aspirado es mayormente absorbido que el ingerido, esto es por el tamaño de las partículas.
CROMO (Cr)	Se conoce aun muy poco sobre las fuentes de Cr y su relativa absorción y actividad biológica.	La exposición crónica al polvo de cromato se ha correlacionado con un aumento en la incidencia de cáncer pulmonar y se ha asociado con una depresión en el crecimiento con la presentación de daño en el hígado y riñón.			<p>Los gatos toleran 1000mg día y los ratos no muestran efectos adversos en dietas que aportan 100 mg/kg.</p> <p>(3, 10, 22, 23)</p>

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

METAL	FUENTES	EFFECTOS TOXICOS	LIMITES TOLERABLES	CONSUMO HUMANO	OBSERVACIONES
CADMIO (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> - Fertilizantes fosforados. - Plantas electricas. - Estabilizadores en plasticos. - Pigmentos de pinturas. - Cigarra. - Sales para vidrioado. - Utensillos de cocina galvanizados. - Baterias de Cadmio - Refinerias de Zinc o de otros metales. - Corrientes de agua y aire que salen de las factorias donde se utiliza el Cd. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retardo en el crecimiento - Anemia - Cardiomegalia - Alargamiento renal - Fibrosis intersticial renal - Fibrosis Interlobular hepatico - Enfisema y otras enfermedades pulmonares cronicas (bronquitis, neumonia) - Problemas con el esmalte de los dientes - Hipertension - Arteriosclerosis - Osteoporosis - Paralisis del nervio olfatorio - El Cd puede atravesar placenta con posibles efectos mutagenicas para el feto. - Daño a conductos seminferos causando sarcomas en testiculos 	<p>FAO - OMS</p> <p>Consumo semanal tolerable:</p> <p>400-500µg de Cd/per.</p>	<p>de 50µg/dia a</p> <p>150µg/dia</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El alimento normalmente es la principal fuente de Cd para los animales y humanos que no fuman. - El Cd inhalado es mejor absorbido que el ingerido.

METAL	FUENTES	EFECTOS TOXICOS	LIMITES TOLERABLES	CONSUMO HUMANO	OBSERVACIONES
HIERRO (Fe)	<p>Principales fuentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carnes rojas (hígado, riñón) - Yema de huevo - Legumbres secas - Cacao - Melaza de caña - Perejil <p>Fuentes pobres:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leche y subproductos de la misma - Pan (no enriquecido) - Arroz molido - Papas - Frutas frescas <p>Allmentos con contenido intermedio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carne de musculo - Pescado - Aves - Nuecas - Vegetales verdes 	<p>Los niveles consumidos de Hierro que producirían signos de intoxicación en el organismo necesitarían ser muy elevados.</p>	<p>No existe información que permita una delimitación de los niveles tóxicos, así como existen requerimientos de este mineral.</p> <p>Los consumos de 50 mg/día o de 25 a 75 mg/Fe/día han sido reportados como seguros.</p> <p>FAO - OMS indica una dosis diaria admisible de:</p> <p>0.8mg/kg/ peso corp.</p>	<p>E. U. A. 14 - 20 mg/Fe/día</p> <p>Australia: 20 - 22 mg/Fe/día</p> <p>Japón: 19 mg/Fe/día</p> <p>Inglaterra: 23.2 ± 1.1 mg/Fe/día</p>	<p>La inclusión de alimentos de origen animal, incrementa la absorción del hierro de origen vegetal y viceversa.</p>

METAL	FUENTES	EFECTOS TOXICOS	LIMITES TOLERABLES	CONSUMO HUMANO	OBSERVACIONES
<p>COBRE (Cu)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Crustaceos y mariscos -Carne de oveja -Higado de res -Nueces -Legumbres secas -Frutas secas -Cacao -Derivados de la leche -Azucar blanca -Miel -Vegetales verdes -Pescado 	<p>Keivay ha hipotetizado que un desbalance en el metabolismo del Zinc y del Cobre contribuye a representar un alto riesgo en la enfermedad de las coronarias.</p> <p>La enfermedad de Wilson es una expresion de un error innato del metabolismo que afecta la homeostasis del Cobre. La anomalidad genetica conduce a una acumulacion excesiva de Cobre en el higado, cerebro y riñon.</p>	<p>El Cu metabólicamente interactua con una gran cantidad de elementos tales como al Zn, Fe, Cd y Mo, por lo que es imposible determinar los niveles dieteticos del Cu de maxima seguridad o mínima tolerancia.</p> <p>FAO-OMS Dosis diaria máxima admisible: 0.05-0.5 mg/kg peso corporal (provisional).</p>	<p>Alemania y Escocia: 4.5 a 5.6 mg/Cu/día</p>	<p>El envenenamiento crónico de Cu puede ocurrir en animales:</p> <p>a) como consecuencia de un excesivo consumo de Cu contenido en la mezcla de sales.</p> <p>b) de la contaminación de alimentos con compuestos de Cu derivados de fuentes contaminantes o industriales.</p> <p>(3, 10, 22, 23)</p>

VI. L I T E R A T U R A C I T A D A

1. Agget, J. and O'Brien, A.G.: Detailed model for the mobility of Arsenic in lacustrine sediments based on measurements in lake Ohakuri. Environ. Sci. Technol., 19: 231-238 (1985).
2. Castillo, C.I.: Identificación y determinación de la composición química de las malezas acuáticas de importancia forrajera de la zona de Xochimilco, D.F.. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México (1986).
3. 16 informe del comité mixto FAO/OMS de expertos en aditivos alimentarios. Evaluación de diversos aditivos alimentarios y de los contaminantes, mercurio, plomo y cadmio. Organización Mundial de la Salud. Serie de informes técnicos. No. 505. Ginebra. (1972).
4. García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. México. (1973).
5. Gómez, P.A.: Vino nuevo, odre viejo. Mazingira S., Pergamon Press LTD (1978).
6. Margalef, R.: Ecología. 2ª. ed. Ediciones Omega. España 1977.
7. Navarrete, S.N.: Contribución a la biología del charal (Chirostoma jordani) de la presa Taxhimay. Tesis de licenciatura Fac. de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. (1981).
8. Novelo, A. and Quiroz, A.: The chinampa: an agricultural system that utilizes aquatic plants. Journal plant management. 17:74-75. (1979).

9. Office consolidation of the food and drugs act and of the food and drug regulations with amendments to march 26 1974. Issued by: Department of national health and welfare. Canada, Ottawa. (1974).
10. Organización Mundial de la Salud. Normas internacionales para el agua potable. 3ª. ed. Ginebra. (1972).
11. Perkin-Elmer: Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin-Elmer. Norwal, Connecticut, U.S.A. (1976).
12. Plan ejidal alternativo para el rescate ecológico de Xochimilco y Tlahuác. Ejidatarios de Xochimilco, San Gregorio Atlapulco y Tlahuác. Ediciones Gea, A.C. México, D.F. 1989.
13. Programa rector del uso del suelo para el desarrollo agropecuario, D.D.F., Depto. de estudios y metodología. D.D.F. México, D.F.
14. Reid, K.G. and Wood, D.R.: Ecology of island water and estuaries. D. Van Nostrad Company, U.S.A. (1976).
15. Rosas, M.N.: Biología acuática y piscicultura en México. Serie de materiales didácticos en ciencia y tecnología del mar. (SERP). México. (1982).
16. Salim, R.: Adsorption of lead on the suspended particles of river water. Water Research. 17:423-429. (1983).
17. Secretaria de Salud: Reglamento de la ley general de salud en materia de control sanitario de actividades, establecimientos, productos y servicios. Diario oficial de la federación. (18 de enero de 1988).

18. Senent, J.: La contaminación. Biblioteca Salvat de Grandes Temas. Libros GT. Ed. Salvat Editores. Barcelona, España. 1974.
19. Sierra, Z.J.: Reseña histórica de la pesca en México. Depto. de Pesca. México. (1977).
20. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. 2^a ed. Ed. McGraw Hill. Kogakuska, LTD. Tokio, Japón. 1980.
21. Tate, B.M. and Bates, H.M.: Bulk deposition of metals in Tulsa, Oklahoma. Water, Air and Soil Pollution. 22:15-26. (1984).
22. Underwood, J.E.: Trace elements in human and animal nutrition 4th ed. Academic Press. New York. 1977.
23. Valle, V.P.: Toxicología de alimentos. Centro Panamericano de Ecología humana y salud. Organización Mundial de la Salud. (1986).
24. Wolverton, B.C. and McDonald, R.C.: Nutritive composition of water hyacinth growth domestic sewage. Econ. Bot. 32: 363-370. (1978).