



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"EVALUACION DE LA CONTAMINACION QUIMICA
Y MICROBIOLÓGICA DEL OSTION PRODUCIDO
EN LA CUENCA LAGUNAR EL LLANO-LA MANCHA
DE VERACRUZ"

T E S I S
M A N C O M U N A D A
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A N :
MONICA GABRIELA GONZALEZ FERRUSCA
CLAUDIA CAROLINA REYES LEON

MEXICO, D. F.

2001

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE QUIMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

JURADO ASIGNADO

Presidente Profa Olga Velázquez Madrazo
Vocal Profa Mercedes Palao Rincón
Secretario Profa Ruth Villaseñor Gutiérrez
1er suplente Profa Martha Giles Gómez
2do suplente Prof Carlos Manuel Shelly Álvarez-Tostado

Sitio donde se desarrollo el tema:

Departamento de Alimentos y Biotecnología. L-4C Edif. A, Facultad de Química.

Asesor del tema

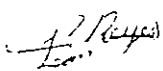

Q.F.B. OLGA VELÁZQUEZ MADRAZO

Supervisor tecnico


Q.F.B. ADRIANA MEJÍA CHAVEZ

Sustentantes


MÓNICA GABRIELA GÓNZALEZ FERRUSCA


CLAUDIA CAROLINA REYES LEÓN

Lo más difícil de aprender en la vida es qué puente hay que cruzar y qué puente hay que quemar.

Franklin Jones.

Asegúrate con frialdad de si pusiste los pies en el lugar adecuado y luego, mantente firme en ese lugar.

Lincoln.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES.

Jesús y Elvira, gracias por darme la vida, todo su amor, su paciencia, experiencia y por ser los guías que me han formado.

A MI ESPOSO.

Sergio has sido el mejor amigo y esposo que pude imaginar, gracias por estar siempre a mi lado, por apoyarme, por tus regaños y por todo tu amor y paciencia.

A MIS HIJAS.

Belem y Natalia ustedes son la luz de mi vida y la bendición que Dios derramo en mi hogar.

A LA FAMILIA LEÓN FLORES.

Mis abuelos Aurora y Antonio, mi tía Chela y el pequeño David, gracias por todo su cariño y apoyo.

A MÓNICA.

Por invitarme a esta loquera y por ser esa muchacha alegre, que lucha y no se deja vencer, gracias amiga.

A LA PROFESORA OLGA.

Gracias por su amistad y consejos.

A MIS AMIGOS.

Gracias por su amistad y por esa gran familia que logramos formar.

Magdala, Adriana y Benjamín, Norma, Arturo, Mari, Adriana, Claudia, Magnolia.

Caro.

DEDICATORIAS

A MI MAMA.

Porqué eres madre, una excelente amiga y una compañera de todas las batallas. Gracias Juditas por todo tu amor.

A ALBERTO FERRUSCA.

Al padre, al amigo y a un incansable luchador por la vida.

A TANIA Y ULISES, MARCO Y MONY.

A mis hermanos que tanto quiero y respeto.

A LA FAMILIA FERRUSCA.

Por todo el cariño y apoyo que me han brindado.

A LA MAESTRA OLGA.

Gracias por su amistad, sus consejos y todo su apoyo.

A CARO.

Gracias por compartir esta loquera, por tu paciencia, tu cariño y tu gran amistad.

A MIS AMIGOS.

Fabiola, Vianey, Lupita y Hector, Pepe, Marco y Adriana, por su gran amistad y apoyo.

A LA FAMILIA ALFARO MENDOZA.

Gracias. Naty por todo tu cariño, a Esteban por su apoyo, a Ricardo por sus palabras de aliento, a Luis por su alegría y sus buenas rolás, a Elvia por su cariño y sus regaños y a Natalia por su bella sonrisa y su noble corazón.

A ADRIAN.

Porque gracias a ti conocí el significado del amor y de todo lo que me rodea, porque me enseñaste a dar todo sin recibir nada a cambio, porque eres la fuerza y la alegría que me hacen estar viva y porque eres el hombre más maravilloso del mundo. TE AMO.

Mónica.

AGRADECIMIENTO

A la Q.F.B Olga Velázquez Madrazo por proporcionarme el tema así como el asesoramiento para el desarrollo del mismo. Gracias.

Al Instituto de Ecología de Jalapa porque sin su participación y apoyo económico no se hubiera podido desarrollar este trabajo.

A la Q.F.B. Adriana Mejía Chavez por su asesoramiento técnico a lo largo de todo el trabajo

A la Dra. Elvira Santos Santos por las facilidades prestadas para las determinaciones de metales pesados.

A todas las personas que de alguna forma participaron en este trabajo y sin las cuales no se hubiera culminado.

INDICE

	Pag.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
3. ANTECEDENTES	3
3.1 LAGUNAS COSTERAS	3
3.1.1 Características Hidrológicas	3
3.1.2 Características Químicas	5
3.1.3 Importancia de las lagunas	7
3.1.4 Contaminación de las lagunas	8
3.1.4.1 Desechos municipales e industriales	8
3.1.4.2 Metales pesados	9
3.2 EL OSTIÓN	11
3.2.1 Biología de los moluscos	11
3.2.2 Composición química del ostión	14
3.2.3 Contaminación Química	14
3.2.3.1 Metales traza o pesados	14
3.2.3.2 Toxicidad de los metales	16
3.2.4 Contaminación Microbiológica	17
3.2.5 Microflora de los bivalvos	20
3.2.5.1 Microflora asociada (natural)	20
3.2.5.2 Microflora alterante	22
3.2.5.3 Brotes infecciosos y moluscos	24
3.2.5.4 Microflora durante el manejo y recolección de bivalvos	36

3.2.6 Purificación de los bivalvos	38
3 2.6.1 Aplicaciones de la depuración	39
4. PARTE EXPERIMENTAL	43
4.1 UBICACIÓN DE LAS LAGUNAS EN ESTUDIO	43
4.1.1 Laguna El Llano	43
4.1.2 Laguna La Mancha	43
4.2 METODOLOGÍA	46
4.2.1 MUESTREO	47
4 2.1.1 Método	47
4 2.1.2 Especies	48
4.2.1.3 Lugar de recolección	48
4.2.1.4 Parámetros “in situ”	48
4.2.1 5 Análisis microbiológico del agua	48
4.3 ESTUDIO MICROBIOLÓGICO	49
4.3.1 Preparación de la muestra	49
4.3.2 Mesófilos aeróbios	49
4.3.3 Coliformes totales y fecales	49
4.3.4 <i>Salmonella</i>	49
4.3.5 <i>Staphylococcus aureus</i>	50
4.3.6 Estudio preliminar	50
4.4 ESTUDIO QUÍMICO	50
4.4.1 Preparación de la muestra	50
4.4.2 Estudio cualitativo	51
4 4 3 Determinación de metales pesados (Pb, Cr y Cd)	51

4.4.3.1 Selección	51
4.4.3.2 Determinación de humedad	51
4.4.3.3 Digestión	51
4.4.3.4 Muestra final	52
5. RESULTADOS	53
5.1 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS	54
5.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO QUÍMICO	60
6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	64
6.1 ESTUDIO MICROBIOLÓGICO	64
6.2 ESTUDIO QUÍMICO	80
7. CONCLUSIONES	88
8. BIBLIOGRAFÍA	91

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL OSTIÓN PRODUCIDO EN LA CUENCA LAGUNAR “EL LLANO-LA MANCHA” DE VERACRUZ.

1. INTRODUCCIÓN.

Es bien conocido que los ecosistemas lagunares-estuarinos se encuentran entre los más productivos y ecológicamente más complejos del planeta. Su alta diversidad de factores ambientales, hábitat, conexiones internas e interacciones con los sistemas adyacentes, así como sus complejas tramas tróficas, dotan a estos ecosistemas de elevada riqueza florística y faunística. Por sus funciones ecológicas como áreas de cría, alimentación y refugio de multitud de especies costeras y marinas, muchas de ellas de importancia comercial, los sistemas estuarinos-lagunares suelen considerarse los de más alta prioridad en el marco de las políticas de conservación y manejo de sistemas costeros.

Debido a la importancia que tienen estos sistemas pretendemos evaluar el nivel de contaminación tanto química como microbiológica que pudiera existir en el ostión y que suponemos afecta su ciclo de producción y por lo tanto su calidad, así como la productividad de las lagunas.

Para lograr este objetivo se estudiarán las lagunas de El Llano y La Mancha, cuyo potencial biológico y económico es importante, pero se encuentra amenazado por los diversos problemas entre los que destaca la contaminación. Este trabajo, así como el estudio del agua y de otras especies se inscriben dentro de un gran proyecto para la Reordenación Ecológica de la zona, por lo cual los resultados obtenidos permitirán, a corto plazo, determinar si el ostión producido es

apto para el consumo humano desde el punto de vista químico y microbiológico. A largo plazo, este trabajo permitirá relacionar las variaciones en la calidad de este importante producto de la zona, con los cambios estacionales, con otras actividades productivas de la zona, la calidad del agua y con el ciclo biológico del ostión, para proponer la reordenación de actividades humanas y productivas, con miras a un desarrollo sostenible.

2. OBJETIVOS.

- Evaluar la calidad microbiológica del ostión que se produce en las lagunas de El Llano, y La Mancha, en el estado de Veracruz a lo largo de un año.
- Evaluar la presencia de metales pesados en el ostión producido en las lagunas costeras de Veracruz a lo largo de un año.

3. ANTECEDENTES.

3.1. Lagunas Costeras.

Las lagunas costeras son una mezcla de dos masas de agua, una marina y otra continental; es decir, son áreas semicerradas donde el agua de mar que penetra se encuentra mezclada con el agua proveniente de los ríos. Topográficamente, las lagunas costeras se disponen en línea paralela a la costa. Las lagunas costeras son llanuras de inundación que, por su extensión, son someras, de corrientes lentas y sedimentos predominantemente fangosos, lo que permite la presencia de una biota bentónica muy peculiar (Contreras, E.F., 1993).

Otra definición de ellas es la siguiente: Las lagunas costeras son cuerpos acuáticos litorales que tienen comunicación permanente o efímera con el mar, y son el encuentro entre dos masas de agua de diferentes características lo que causa fenómenos peculiares en su comportamiento físico, químico y biológico (Becerra T, N. 1995).

3.1.1. Características Hidrológicas.

a) Salinidad.

Las lagunas tienen una gran variación en su salinidad debido a que la mayoría de ellas recibe afluentes de ríos cuyo volumen cambia en cada estación. En lagunas someras que tienen de 1.0 a 1.5 m de profundidad pueden aparecer estratificaciones salinas muy locales, sin embargo en lagunas de más de 2 m de profundidad, la estratificación es generalmente por densidad, ocasionada por la salinidad y la temperatura, aunque sujeta a las variaciones estacionales.

Las diferencias de salinidad se manifiestan también en gradientes horizontales, y se observan propiedades *oligohalinas* cercanas a la desembocadura del río; *mesohalinas* en la zona de mezcla, y *eurihalinas* en la comunicación con el mar. (Contreras, E.F., 1993).

b) Temperatura.

La ubicación latitudinal de México, provoca que estos cuerpos acuáticos se encuentren en zonas subtropicales y tropicales, excepto en el norte del país. De esta forma los organismos que habitan en las lagunas son considerados *euritermos* y están adaptados a los intervalos de temperatura de una zona dada, aunque lógicamente sus funciones biológicas, como la reproducción, se retardan cuando la temperatura es baja.

En nuestras costas no existen las estaciones propiamente dichas, sino, sólo dos épocas: lluvias y secas, teniendo por consiguiente cambios de temperatura y humedad en estas estaciones. En las zonas tropicales, los organismos acuáticos viven muy cerca de su límite máximo de tolerancia térmica, ya que en época de secas, las temperaturas llegan a 30 °C o más. Mientras, que en época invernal la temperatura, rara vez es inferior a los 19 °C. Con las temperaturas elevadas los procesos biogeoquímicos, los de descomposición de la materia orgánica y el metabolismo basal, entre otras cosas, son más veloces que en climas templados.

3.1.2. Características químicas.

a) Oxígeno disuelto.

Este elemento es primordial para la existencia de la biota acuática. En los sistemas acuáticos procede principalmente de dos fuentes: de la atmosférica y de su generación por los productores primarios. La cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua, estará condicionada por la presión, la salinidad y la temperatura. Cuando existe una cantidad elevada de oxígeno disuelto, es decir, una *sobresaturación*, ésta se debe a los procesos fotosintéticos locales. Por el contrario la *anoxia*, o sea, la falta de oxígeno, se presenta porque los procesos dominantes son la descomposición de materia orgánica y *detritus*, además de una pobre circulación y el aislamiento. Otra causa de agotamiento de oxígeno, es lo que se conoce como *eutroficación*, la cual se auspicia por una cantidad elevada de nutrientes que a su vez, genera un exceso poblacional de fitoplancton principalmente cianofitas. Los productores primarios producen oxígeno pero lo agotan durante la noche por medio de la respiración. La eutroficación puede ser natural o provocada. La natural es cuando hay una gran entrada de sedimentos a la laguna, propiciando su azolvamiento y futura desaparición; la otra es causada y acelerada por los desechos producidos por el hombre, como son las aguas negras y los fertilizantes.

En nuestro país, las altas temperaturas disminuyen la solubilidad del oxígeno, pero sin llegar a afectar a la biota.

b) pH y alcalinidad.

Los valores de pH están dados por el intercambio de CO_2 atmosférico y el agua generando ácido carbónico (H_2CO_3). Como este compuesto es inestable las formas en que se encuentra son los carbonatos (CO_3^{2-}) y bicarbonatos (HCO_3^-) asociados a iones positivos (Na^+ , K^+ , Ca^{++}). Al existir más compuestos con carga negativa se provoca que el pH, en el agua de mar, sea ligeramente alcalina, con un valor promedio de 8.2. En cambio en el agua de origen continental los valores son neutros (7.0). Es por esta razón que el pH de una laguna fluctúa en un intervalo de 7.0 – 8.2.

Cuando el pH tiende a ser alcalino (mayor de 7.0) se debe principalmente a la actividad de organismos que intervienen en el ciclo del CO_2 , tales como moluscos bivalvos que, a su muerte, liberan cantidades significativas de carbonatos. Otra causa es la precipitación de CaCO_3 y su resuspensión a partir de suelos calcáreos. En cambio cuando el pH es menor a 7.0, se relaciona con procesos de descomposición de materia orgánica y liberación de ácidos. La introducción de sustancias tóxicas provenientes de la industria generalmente hace que el pH baje.

Las extensiones cubiertas y asociadas a bosques de manglar, comúnmente reportan valores de pH bajos ocasionados principalmente por el contenido de ácidos húmicos que provienen de esta vegetación y son disueltos en el agua. Estos ácidos tienen un peso molecular muy elevado, por lo que su persistencia en el océano es considerable. En la época de lluvias, se nota la presencia de una coloración oscura sobre las lagunas la cual es transportada hacia el mar por el efecto mareal. De no ocurrir esto, los ácidos permanecen en la laguna provocando la proliferación de bacterias y

el consecuente agotamiento del oxígeno por los procesos de degradación a que son sometidos *in situ* (Contreras, E.F., 1993).

3.1.3. Importancia de las lagunas.

El Golfo de México es un sistema ecológico dotado de rica diversidad de ambientes costeros. Pocas zonas en el mundo pueden ofrecer la alta complejidad de los ambientes costeros de las regiones templadas y tropicales del continente americano que aquí encuentran su confluencia. Islas de barreras, estuarios, marismas, manglares, arrecifes de coral, bancos carbonatados y planicies de inundación integran una maravillosa combinación de hábitat, en el continente (Vázquez B.A., 1992).

Como ya mencionamos, los ecosistemas lagunares-estuarinos se encuentran entre los más productivos y ecológicamente más complejos; las conexiones internas con los sistemas adyacentes, los dotan de gran riqueza en flora y fauna y sus condiciones ambientales les permiten cumplir funciones ecológicas como áreas de cría, alimentación y refugio para especies costeras y marinas, muchas de ellas importantes comercialmente. Todo esto hace que los sistemas lagunares estuarinos tengan alta prioridad en el marco de las políticas de conservación y manejo de sistemas costeros.

3.1.4 Contaminación de las lagunas.

En la actualidad las lagunas costeras del país enfrentan serios problemas de contaminación, los cuales producen daños considerables a los organismos que lo habitan. Por contaminación marina se entiende "la introducción, directa o indirecta, de sustancias o energéticos en el medio marino incluyendo los estuarios, la cual daña los recursos vivos, pone en peligro la salud humana, altera las actividades marinas, entre ellas la pesca, y reduce el valor recreativo y la calidad del agua del mar". (De la Lanza E. G. 1994).

Estos ecosistemas son sumamente frágiles y han sufrido transformaciones muy notables, ocasionadas por la represa de los ríos, el cierre de las comunicaciones entre las lagunas y el mar, y por los vertimientos de desechos municipales e industriales, los cuales contienen diversos contaminantes entre los que destacan la presencia de metales y la microflora.

3.1.4.1. Desechos municipales e industriales.

La contaminación marina y costera causada por los desechos domésticos en áreas urbanas, es por lo general el problema más común de toda la región mexicana del Golfo de México, y esta asociada a las grandes ciudades como son: Tampico, Veracruz, Coatzacoalcos, Villahermosa y Campeche, debido a la falta o ineficiencia de las plantas de tratamiento de aguas negras. En todas las ciudades la descarga directa de los desechos municipales e industriales ha propiciado las condiciones potencialmente peligrosas para la salud humana y el ambiente marino.

El vertimiento de estos desechos puede provocar tres tipos de efectos:

- Físicos, como es el cambio en la topografía del fondo, en la circulación, el incremento en la turbidez, la reducción de la fotosíntesis, etc.

- Químicos, como el lavado de los depósitos, la adición de nutrimentos y otras sustancias, la reacción con partículas suspendidas, la pérdida del oxígeno disuelto, etc.
- Biológicos, como la creación de nuevos hábitat, el cubrimiento de bentos, la destrucción de comunidades planctónicas y bentónicas principalmente, así como el cierre de áreas de cultivo debido a la presencia de organismos patógenos.

Algunas bacterias y virus pueden regresar a los seres humanos en los productos de las lagunas y causar graves enfermedades; abundan en áreas litorales donde la población es grande y carece de los servicios básicos de higiene.

3.1.4.2. Metales pesados.

La contaminación marina por metales pesados es evidente en las zonas costeras, como consecuencia de las actividades humanas asociadas a las descargas industriales y municipales, a los desechos de agricultura, los de dragado y de algunos procesos naturales.

Debido a que las descargas se han llevado a cabo desde hace tiempo y sin ninguna regulación, el conocimiento de sus volúmenes, su composición y su distribución en las zonas costeras es muy limitado.

La mayoría de los metales biológicamente activos o potencialmente tóxicos son miembros de la familia de los elementos conocidos como de transición dentro de la tabla periódica; son altamente activos y por lo tanto fácilmente acumulados en minerales y organismos del ambiente acuático.

Dentro de los metales hay muchos que forman parte de los sistemas biológicos, pero que al aumentar sus niveles o al cambiar su forma química pueden convertirse en tóxicos. Los metales en agua pueden encontrarse en forma disuelta, en forma coloidal o bien adheridos a materiales en suspensión como la materia orgánica.

Los contaminantes pueden ser naturales y artificiales. Los primeros se encuentran en el ambiente e incluyen componentes producidos por microorganismos además de los no refinados del petróleo, metales pesados como es mercurio y cadmio. El aporte de estos compuestos al medio acuático se ha incrementado por la intervención del hombre, y se han complicado sus ciclos biogeoquímicos en la naturaleza. Los contaminantes artificiales son aquellos que han sido sintetizados por el hombre, como por ejemplo, productos refinados del petróleo, hidrocarburos halogenados, plásticos, detergentes y elementos radioactivos. Debido a que no forman parte de las concentraciones naturales que se encuentran en el mar, su sola presencia en los estuarios y en las zonas costeras es una señal contundente de contaminación. Este amplio grupo de contaminantes es, por regla general, más persistente y quizá más peligroso ya que los ecosistemas no son capaces de utilizarlo, degradarlo o reciclarlo. (De la Lanza E. G. 1994).

Algunos metales llaman la atención por su potencialidad tóxica para los organismos y el hombre, entre los que pueden mencionarse el mercurio, el cadmio y el plomo. Otros se asocian con actividades petroleras, como el níquel y el vanadio, y otros más se convierten en peligro al cambiar su forma química o aumentar su concentración, como el cobre, el cobalto y el cromo.

Dado el grado de industrialización del país, es indispensable emplear adecuadamente los recursos naturales como fuentes de producción y factores de desarrollo. Sus zonas costeras (bahías, lagunas y estuarios) deben aprovecharse como sitios de asentamientos humanos y de expansión industrial, pero tomando en cuenta que la contaminación va en aumento y es fundamental legislar y regular los efectos de cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo.

3.2 El ostión

3.2.1 Biología de los moluscos.

Los moluscos son animales invertebrados de cuerpo blando, protegido por una concha de naturaleza calcárea y de forma diferente según la clase a que corresponda. Los bivalvos son, dentro de las siete clases de moluscos que existen, una de las más importantes desde el punto comercial, y dentro de esta clase se encuentran el ostión, las almejas, mejillones y las vieiras.

Todos los moluscos se caracterizan por tener el cuerpo dividido en tres partes principales: cabeza, pie y masa visceral. La mayoría son sedentarios y viven en los fondos, siendo por lo tanto considerados como animales bentónicos. Se encuentran en la zona intermareal, en aguas de poca profundidad, arrastrándose lentamente por el fondo, excavando o hundiéndose en la arena o en el barro, como las almejas, ó fijándose a objetos sólidos a través del biso o de una de sus valvas, como los mejillones y ostras; las vieiras, en cambio, a pesar de fijarse mediante la secreción de un biso, pueden desprenderse y moverse abriendo y cerrando las valvas.

Los moluscos bivalvos tienen el cuerpo lateralmente comprimido y encerrado en una concha rígida calcárea formada por dos piezas llamadas valvas, que pueden abrirse y cerrarse mediante el juego de una articulación llamada charnela y la presencia de un ligamento elástico. Tanto la concha como el pie, que tiene forma de hacha, dan nombre al grupo. La cabeza se ha reducido y la cavidad del manto se ha expandido presentando unas branquias muy desarrolladas que se relacionan con las funciones de alimentación, además de las respiratorias.

La concha presenta unas líneas concéntricas que corresponden con las del crecimiento de la concha. El manto está sujeto a la concha mediante fibras musculares, quedando impreso en el borde interno de la concha el límite de inserción del manto, denominado línea paleal.

El pie en los bivalvos puede alargarse mucho, o reducirse y modificarse. Independientemente de su modificación, su función está relacionada con la excavación y hundimiento en fondos más o menos blandos.

Las ostras se fijan mediante la cementación de una de sus valvas. Estos individuos yacen sobre un lado por el que se fijan al substrato a la vez que se reduce el pie. Algunos antes de fijarse a través de una de sus valvas, se fijan por medio de una pequeña secreción del biso, y posteriormente es la valva la que se fija al substrato.

Los bivalvos son filtroalimentadores y pasan grandes volúmenes de agua a través de sus branquias, por esto las branquias cumplen una doble función: la respiratoria y la de alimentación, que les permite el intercambio gaseoso y la conducción de partículas de alimento atrapadas en la superficie de las branquias hasta un surco alimentario, en el que abundan cilios y secreciones mucosas que permiten la concentración del alimento que ha de ser conducido hasta los palpos labiales entre los que se abre la boca.

La mayoría de los bivalvos se alimentan de fitoplancton. El material que es rechazado por los palpos y las branquias se denomina pseudoheces y sale a través de un conducto ciliado situado en posición ventral en el manto. El estómago, rodeado de la glándula digestiva, está provisto de un estilete cristalino que hace rotar el contenido estomacal, mezclándolo con la secreción de amilasa, celulasa y lipasa, a la vez que se realiza una selección por tamaños. Las partículas finas son conducidas hacia las aberturas de la glándula digestiva y conductos terminales donde se realiza la absorción y digestión intracelular pasando los productos de desecho al intestino. Las partículas de desechos son descargadas a través del ano. Estos procesos requieren de más de dos horas en

alimentación activa en ostras adultas.

ANATOMIA INTERNA DEL OSTIÓN

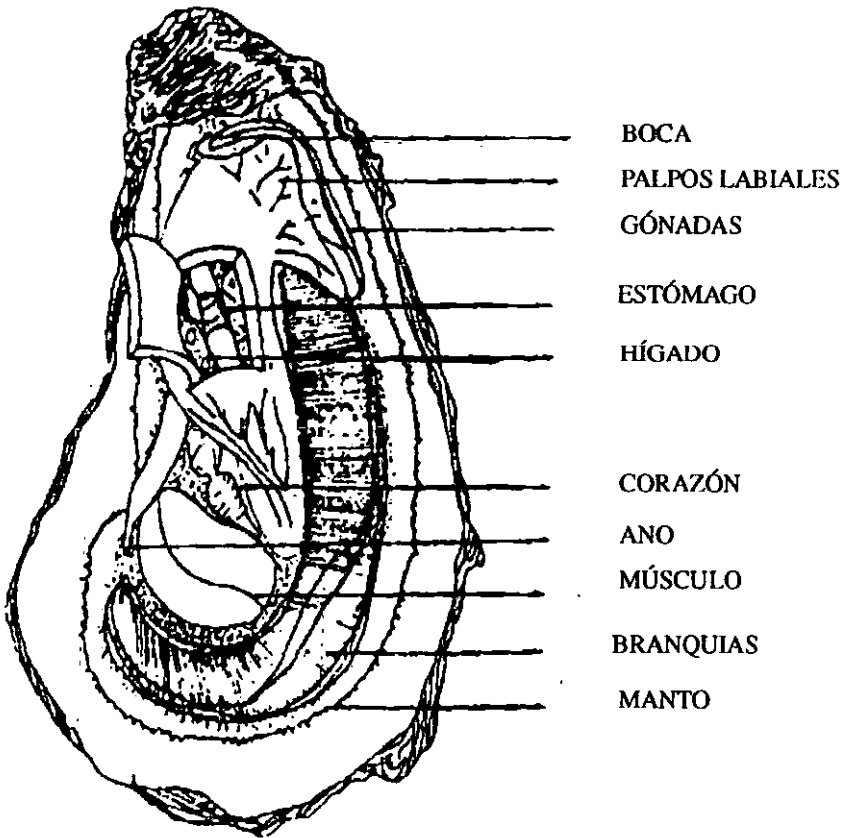


Fig. 1

3.2.2 Composición química del ostión

En general, los moluscos tienen una cantidad importante de compuestos hidrocarbonados y una menor cantidad total de nitrógeno. Los compuestos hidrocarbonados se encuentran principalmente en forma de glucógeno y por lo mismo, con la alteración microbiana se pueden dar actividades de tipo fermentativo. En sus tejidos musculares tienen arginina libre, y concentraciones considerables de ácido aspártico y ácido glutámico. Tienen un alto contenido de carbohidratos a diferencia de los crustáceos (camarón, jaiba).

El pH de las ostras frescas varía entre 6.2 - 6.5.

3.2.3 Contaminación Química.

La contaminación química es uno de los aspectos más importantes a considerar; depende de factores como: los asentamientos humanos que vierten desechos no biodegradables como detergentes; zonas agrícolas alrededor de la laguna de las cuales son arrastrados fertilizantes y plaguicidas; los desechos de la industria azucarera y plantas de tratamiento de agua, entre otros. Dentro de este tipo de contaminación los metales traza o metales pesados son los de mayor importancia. (De la Lanza E. G. 1994).

3.2.3.1. Metales traza o pesados.

Las investigaciones que se han realizado sobre metales traza en la zona costera del Golfo de México son relativamente escasas. Mediante investigaciones anteriores se ha encontrado que los niveles en las aguas del sur del Golfo de México son altos, resultado del desarrollo urbano e

industrial; principalmente para el área del estuario del Río Coatzacoalcos en Veracruz, en donde se encontró un contenido de mercurio de 30 $\mu\text{g/l}$, el cual sobrepasa enormemente el límite permisible para aguas costeras que es de 0.5 $\mu\text{g/l}$ (SEDUE, 1986). En algunas lagunas de los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche los contenidos de plomo, cadmio y cromo sobrepasaron también el límite máximo permisible, que es de 6.0, 0.9 y 1.0 $\mu\text{g/l}$ respectivamente (SEDUE, 1996).

En algunos estudios realizados en lagunas del Golfo de México, se ha encontrado en el molusco-bivalvo *Crassostrea virginica*, que los contenidos de Hg, Pb y Cd se encuentran por debajo del límite máximo permisible para ostiones, recomendados para el consumo humano según la Oficina de Salud Pública de la Food and Drug Administration (1983) de 2.5, 2.5 y 5.0 $\mu\text{g/g}$ peso seco, respectivamente. Los contenidos máximos de Pb correspondieron a la Laguna de San Andrés, Tamaulipas, con 5.85 $\mu\text{g/g}$. La alta concentración de Hg de la Laguna de Mandinga puede ser originada en las áreas industriales de Córdoba y Orizaba, y transportada a la zona costera por medio de los ríos Blanco y Jamapa en Veracruz.

Actualmente el país no cuenta con una regulación o legislación sobre los límites máximos permisibles para estos metales en organismos de agua dulce o marina, por lo que es necesario recurrir a la legislación internacional.

3.2.3.2. Toxicidad de los metales.

3.2.3.2.1. Plomo.

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 como por su elevada toxicidad y amplio espectro de órganos, y sistemas afectados en el hombre. Es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza y se encuentra invariablemente en la atmósfera y en los alimentos.

Desde hace tiempo se ha sabido que el plomo es un contaminante importante en alimentos. Sus principales efectos tóxicos fueron caracterizados desde hace unos 2000 años en la cultura greco-romana, llamándose saturnismo o plumbismo la enfermedad causada por la ingestión de este metal, en la cual se presenta pigmentación de glóbulos rojos, un retraso en la maduración de los mismos en la médula ósea e inhibición de la síntesis de hemoglobina. (Valle, 1991).

3.2.3.2.2 Cadmio.

El cadmio es un elemento cuya 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.

Una ingesta prolongada de cadmio altera el metabolismo del calcio, provocando osteoporosis y problemas en el esmalte de los dientes. Beacham (1976) informa que en general, a este problema

se le conoce como itai-itai, 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 sulfhidrido, las que terminan unidas al metal.

3.2.3.2.3 Cromo.

El cromo y sus derivados pueden causar en el hombre perforaciones en el septo nasal, dañar la piel de manos y antebrazos; sus vapores están asociados con catarros crónicos, enfisema pulmonar y cáncer en los pulmones.

En ecosistemas acuáticos mata a los alevines (pez de río o estanque) y retarda el crecimiento en truchas y gupis.

3.2.4. Contaminación Microbiológica.

Como ya se mencionó, el suministro de estos materiales a los ecosistemas depende en gran parte de los aportes continentales que vía los ríos, vierten a los sistemas lagunares no sólo partículas en suspensión, sino microorganismos patógenos, los cuales pueden producir infecciones en el hombre tales como cólera, tifoidea, shigelosis y salmonelosis, entre otras.

En los sistemas acuáticos, incluyendo las lagunas costeras, los efectos tóxicos de los contaminantes microbianos en organismos varían desde las alteraciones enzimáticas y conductuales hasta intoxicaciones subclínicas, clínicas e incluso la muerte.

Algunos microorganismos patógenos como *Shigella*, *Salmonella* y *Vibrio*, entre otros, pueden llegar a provocar infecciones severas en forma directa, cuando el agua es utilizada para fines recreacionales, o indirectamente cuando están presentes en otros organismos que son consumidos por el hombre, como los peces, crustáceos y moluscos (Becerra T. N. 1995)

En México el desarrollo y la expansión de centros urbanos en la zona costera representan un serio problema para resguardar las condiciones sanitarias y ambientales de los sistemas acuáticos, ya que todos los desechos generados por este tipo de actividades casi siempre van a dar a los ríos y por ende a las lagunas costeras, lo que puede repercutir en la calidad del agua, así como en la gran variedad de especies que habitan en éstas, con su consecuente impacto económico.

Los moluscos, puesto que son animales sésiles filtro alimentadores, pueden acumular microorganismos patógenos y virus que los pueden convertir en vehículos peligrosos de graves enfermedades. Su peligrosidad es doble porque muchos se consumen crudos o ligeramente cocidos. La frecuente descarga de desechos humanos en aguas de estuarios, proximidades de la costa, lagos y ríos y el aumento constante de las poblaciones de las ciudades aumentan la preocupación por estos problemas. (ICMSF, 1985)

Los recuentos microbianos de moluscos se refieren a la carne separada de su concha y generalmente son del orden de $10^3 - 10^7$ UFC/ g. Éstos debido a su vida sedentaria, presentan

recuentos bacterianos que reflejan el estado microbiológico del agua que los rodea, pudiendo observarse variaciones estacionales cuyos recuentos máximos acaecen en los meses veraniegos.

Para alimentarse los moluscos filtran grandes cantidades de agua; una ostra puede llegar a filtrar hasta 10 litros / hora. De aquí que su capacidad de concentrar microorganismos sea grande. Las bacterias entéricas patógenas procedentes de aguas residuales humanas o animales, incluidos los géneros *Salmonella*, *Shigella* así como *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* y los virus son de temer debido a que los moluscos pueden consumirse crudos. Además se ha encontrado *Clostridium botulinum* y posiblemente albergan *C. perfringens*, *Staphylococcus* y otros. Estas bacterias se encuentran corrientemente en el canal alimenticio del molusco y no se eliminan por simple desconchado. Las bacterias patógenas entéricas persisten en las ostras durante su almacenamiento a bajas temperaturas, pero pueden ser sobrepasadas en su desarrollo por la flora alterante corriente. (ICMSF, 1985).

Las áreas de crecimiento son clasificadas por su aceptabilidad microbiológica con base en la inspección sanitaria del contorno de la playa para detectar si hay una contaminación potencial.

Las bacterias coliformes fecales son generalmente usadas como indicadores de contaminación doméstica en aguas de crecimiento de moluscos, aunque los coliformes totales pueden ser usados con el mismo propósito. Las áreas que son aptas para el crecimiento de los moluscos deben mantener en promedio menos de 14 coliformes fecales (CF) /100 ml por la técnica del Número Mas Probable (NMP), para que se consideren aguas apropiadas para la obtención de aquellos.

Después de la recolección, se aplican dos parámetros como regla de aceptabilidad de la carne de moluscos. Los niveles de microorganismos al momento de la venta del molusco deben ser < 500,000 UFC/g de mesófilos aerobios en placas de cuenta estándar a 35 °C y el Número Más Probable de CF no deben exceder de 230 /100 g (Cook D.W., 1991), (Diario Oficial de la

Federación, 1995). Cuentas cercanas a estos valores indican que el molusco puede haber venido de un área clasificada como impropia, o que se procesó bajo condiciones no sanitarias, o que se almacenó a temperaturas inadecuadas y/o exceso de tiempo de almacenamiento.

Las técnicas del NMP son las más usadas para la medición de niveles de CF en agua y muestras de carne de moluscos (Cook D.W., 1991).

3.2.5 Microflora de los bivalvos

La microflora de los bivalvos representa tanto a los microorganismos naturalmente asociados a ellos como a los microorganismos que han sido filtrados del agua e ingeridos como alimento. Los números y tipos de microorganismos contenidos en el agua dependen de su salinidad, temperatura, concentración de nutrientes y nivel de contaminación. En un estuario, estos factores son variables y complican el estudio de la microflora de los bivalvos.

3.2.5.1 Microflora asociada (natural).

Los bivalvos tienen una microflora asociada que no ha sido cultivada en medios de laboratorio. *Criptispira pectineus*, una espiroqueta, frecuentemente coloniza el estilete cristalino de las ostras del Oeste y del Pacífico. Espiroquetas del género *Saprosira* han sido observadas microscópicamente en el estilete cristalino, estómago e intestino de las ostras del Oeste. La función de las espiroquetas en el estilete y proceso digestivo de las ostras es desconocida.

Estas espiroquetas no tienen significación patológica en humanos.

Se han usado varios procedimientos de cultivo para enumerar la microflora cultivable en bivalvos. La cuenta en placa es usada por las agencias regulatorias para estimar la calidad de la

carne. Este procedimiento emplea agar cuenta estándar y un período de incubación de 48 h a 35°C.

Las bacterias presentes en los moluscos son generalmente proteolíticas, al igual que en el caso del pescado, pero además pueden aparecer periódicamente un número desproporcionadamente grande de especies Gram-positivas de los géneros *Bacillus*, *Micrococcus*, etc., así como también otras enterobacterias y *Streptococcus*. Los vibrios constituyen un componente generalmente grande de la microflora de las ostras, al menos en la costa del Pacífico de los Estados Unidos, y muestran un aumento estacional en los meses de verano. La población "normal" de los moluscos generalmente está constituida por bacilos Gram negativos de los géneros *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter-Moraxella* (*Achromobacter*), *Flavobacterium* y *Cytophaga*. (Frazier W. C. 1993)

Puesto que las ostras se recolectan normalmente en zonas de estuarios que reciben ciertos materiales de desecho de origen terrestre, es frecuente que presenten un pequeño número de coliformes que no forman parte de la población microbiana residente normal.

Acercas de las especies del género *Vibronaceae* naturalmente encontradas en aguas estuarinas, varias de ellas son patógenas para los humanos. Estos incluyen *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. cholerae* no 01, *V. mimicus*, *V. hollisae*, *V. fluvialis* y *Aeromonas hydrophila*, y pueden ser acumuladas por los moluscos durante su alimentación. Con excepción de *Vibrio cholerae* 01, la presencia de estos vibrios parece no estar relacionada con la contaminación.

Algunas muertes causadas por *V. vulnificus* han sido vinculadas al consumo de ostras crudas. Estas muertes y el gran número de enfermedades causadas por otros vibrios son hechos no explicados en lo que concierne a la seguridad de moluscos capturados en aguas apropiadas. (Cook D.W., 1991).

Las levaduras están presentes en la microflora de los bivalvos pero usualmente en números bajos. *Rhodotorula rubra* y *Trichosporon* sp. son las más frecuentemente encontradas en las ostras del Oeste y en almejas duras en Florida. Levaduras asociadas a humanos representadas por especies de *Candida* y *Torulopsis* han sido encontradas en bajos niveles en ostras del Oeste, almejas y mejillones azules. Aunque estos descubrimientos demuestran la presencia de levaduras patógenicas en bivalvos, no se ha encontrado una asociación clara de micosis humana con el consumo de moluscos.

Los cambios estacionales se notan en el número de microorganismos en los bivalvos. Estos cambios son afectados por la microflora en el agua y la velocidad de alimentación de los bivalvos, los cuales son dependientes de la temperatura. En áreas del norte donde la temperatura del agua cae cerca de los 0 °C, los microorganismos entran al estado de hibernación y detienen su alimentación. Bajo estas condiciones, la microflora del bivalvo se reduce grandemente.

3.2.5.2 Microflora alterante

Es de esperar que, dependiendo tanto de la calidad microbiológica del agua en donde se recolecta y del agua con que se lava, la flora microbiana de los moluscos varía considerablemente. En ostras alteradas se han encontrado los siguientes géneros: *Serratia*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Streptococcus* y *Achromobacter*. Las ostras frescas permanecen en buen estado de 10 a 20 días, dependiendo de los números iniciales de bacterias y de la temperatura y tiempo de refrigeración.

Durante el almacenamiento y en las primeras fases de la alteración, las especies predominantes son *Achromobacter* y *Pseudomonas* por ser los géneros más activos

metabólicamente, y pueden llegar a encontrarse hasta 10×10^6 UFC/g de carne, y mucho del peso de la carne se pierde con los fluidos. Mientras que en las últimas fases de alteración predominan los géneros *Enterococcus* y *Lactobacillus*, además de las levaduras.

Los aumentos en los ácidos volátiles, indol y trimetilamina (TMA) son muy variables para utilizarlas como índice de alteración.

Debido a la concentración de glucógeno relativamente elevada, la alteración de las ostras es básicamente fermentativa. Varios investigadores, entre los que se encuentran Hunter y Linden y Pottinger utilizan la siguiente escala de pH, para determinar la calidad microbiológica de las ostras:

pH de 6.2 – 5.9	Aceptable
pH de 5.8	“Incorrecto”
pH de 5.7 – 5.5	Pasado
pH de 5.2 e inferior	Agrio o Podrido.

En algunos estudios que se han hecho en ostras del sur se encontraron variaciones estacionales en el pH, la reducción y el olor agrio no siempre se correlacionan con el pH. También se encontró que estas ostras producen más carbohidratos en Mayo que en Agosto, y las formaciones ácidas pueden contribuir a estas diferencias. Cualquiera que sea la causa, hay una clara relación entre el pH del líquido de la ostra y su alteración.

Una levadura rosa, que puede(n) ser *Rhodotorula* o *Sporobolomyces* spp. crece en el líquido de la ostra en refrigeración, impartándole un tinte rosado desagradable. La levadura crece en las pilas de conchas que quedan después del desconchado y que están en condiciones insalubres, y cuando las conchas se depositan en el agua, la inoculan.

3.2.5.3 Brotes infecciosos y moluscos.

El control de la calidad bacteriológica de las aguas de los parques de crecimiento, la limitación de la recolección en las zonas contaminadas y una vigilancia cuidadosa de los moluscos en tránsito por las autoridades sanitarias han determinado que el número de brotes de los países industrializados sea realmente bajo en los últimos años, sin embargo, el peligro potencial de brotes explosivos todavía persiste.

Muchas de las enfermedades humanas causadas por el consumo de alimentos contaminados con microorganismos patógenos, son el resultado de la contaminación fecal del alimento o directamente por el mal manejo de los trabajadores que son asintomáticos, o por animales domésticos infectados. El hombre es un portador común de bacterias patógenas tales como *Salmonella* spp y *Shigella* spp, las cuales pueden contribuir a las enfermedades humanas por transmisión directa fecal-oral. En este caso los moluscos actúan como un **vehículo ó fomite** y el nivel de contaminación no necesita ser grande, porque una dosis infecciosa baja puede ser bastante peligrosa si no se aplica ningún proceso de calor después de la preparación del alimento y antes de su consumo. La primer categoría de riesgo incluye las especies de pescado que se consume crudo (sushi) y otros animales acuáticos como son los moluscos. Los moluscos capturados en aguas contaminadas podrían considerarse más bien como portadores que como vehículos o fomite, a causa del contacto cercano de estos organismos con el hombre y el ganado en áreas de cosecha restringida o cercana. Las bacterias contaminantes también pueden entrar a los moluscos mediante una contaminación generalizada de áreas abiertas de captura en el medio acuático, causada por escurrimientos de desechos humanos o animales.

La mayor contaminación de moluscos con bacterias patógenas es causada por prácticas insalubres durante el manejo del producto. El abuso de la temperatura del producto y su

contaminación pueden ocurrir durante todas las fases de la cadena alimentaria humana después de su captura. Cualquier interrupción en la cadena de frío es un abuso de temperatura que ofrece la mayor oportunidad de multiplicación a los microorganismos introducidos al producto durante su procesamiento y/o distribución.

Los productos que son sometidos a una cocción u otro tipo de procesamiento están sujetos a una subsecuente contaminación cruzada. La multiplicación de estos microorganismos por el abuso del tiempo-temperatura coincide con el manejo poco higiénico, aumentando así la potencialidad de la enfermedad. La presencia de patógenos de origen terrestre es aún incierta, pero la oportunidad para la infección es provista por el mal manejo del hombre al producto. Tales microorganismos como *Salmonella*, *Campylobacter* y *Listeria monocytogenes* y las formas patogénicas de *Escherichia coli* y *Yersinia enterocolitica* son comunes en el ambiente humano y la oportunidad de infección humana a través de los moluscos es incrementada con el mal manejo del producto. Estos nichos no albergan comúnmente patógenos entéricos comunes al tubo digestivo de mamíferos y pájaros (Kvenberg J.E., 1991).

El segundo grupo de contaminantes incluye a los que se encuentran en el ambiente marino natural o de agua fresca. Dentro de este grupo se encuentran *Vibrio* spp y *Clostridium botulinum* el cual existe en las columnas de agua o sedimentos del área de captura (Kvenberg J.E., 1991).

El potencial de la contaminación de las dos fuentes arriba mencionadas puede crecer en el futuro como resultado de confundir factores tales como el incremento en la demanda del consumo de moluscos, la llegada de cantidades masivas globales de productos de acuicultura, y la pérdida de las áreas disponibles de captura no contaminadas por el hombre. Además, nuevos procesos y técnicas de distribución tales como empaque al vacío y con atmósferas modificadas así como tratamientos anteriores puede cambiar los riesgos de brotes de enfermedades potenciales porque las condiciones microaerófilas o anaeróbicas creadas por estas tecnologías

permitirán modelos bacteriológicos de crecimiento que son diferentes de los que se han encontrado normalmente.

3.2.5.3.1 Incidencia relativa de enfermedades entéricas por moluscos.

Es difícil contar con la información confiable sobre la incidencia de estas enfermedades y sus causas en México, por diversos motivos como la remisión natural, es decir sin atención médica, de la infección o, al menos, del cuadro agudo; la automedicación y/o la utilización de herbolaria a nivel doméstico; la falta de datos y/o registros en los centros de atención y la falta de estadísticas elaboradas a partir de los registros de las consultas.

En países como Estados Unidos, donde hay un mayor control de este tipo de padecimientos, se dispone de mayor información. Por ejemplo, el número de brotes y enfermedades reportados al Centro para el Control de Enfermedades (Centers for Disease Control. CDC) de Atlanta en el período de 1973 a 1987 (15 años) es de 208 brotes y 1,124 casos. Esto parece bastante menor cuando se compara con los millones de libras de mariscos consumidos. Los datos, sin embargo, ponen en perspectiva la relativa importancia de los microorganismos patógenos que pueden transmitirse a través de este grupo de alimentos.

Para el período de 1973-1987, los datos del CDC se resumen en dos grandes clasificaciones: la de los mariscos (incluyendo a los moluscos) y la de los peces y otras especies. La siguiente tabla muestra los brotes y casos de morbilidad alimentaria, por bacterias y por otras causas.

Reporte de brotes y enfermedades por mariscos. CDC, 1973-1987

Vehículo	Brotos	Casos
Entéricas	13	205
<i>C. perfringens</i>	2	28
<i>Salmonella</i>	3	80
<i>Shigella</i>	4	77
<i>S. aureus</i>	2	14
<i>B. cereus</i>	2	6
Vibrio	23	325
<i>V. parahaemolyticus</i>	18	298
<i>V. cholerae</i>	3	16
<i>V. cholerae (no 01)</i>	2	11
Virus	11	377
Hepatitis A	9	335
Otros virus	2	42
Toxinas de mariscos	21	160
Paralizante (PSP)	19	155
Neurotóxica	2	5
Otros químicos	1	57
TOTAL	69	1,124

El mismo reporte incluye 144 brotes de etiología no identificada y con un número indeterminado de casos

En los mariscos los brotes de enfermedades por bacterias entéricas representaron 13 de 213 incidentes y causaron 205 de 1,124 lo que implica 19% en los brotes pero 18% de los casos totales; siendo *Shigella* y *Salmonella* las que presentaron un mayor número de brotes (4 y 3 respectivamente) y de casos: 80 y 77 que en conjunto representan casi el 14% del total. *Vibrio parahaemolyticus* se consideró causante de 18 brotes y 298 casos. Es el grupo con mayor incidencia de brotes, pues representa el 34%; los casos (325) son el 29% del total pero tan sólo la especie *V. parahaemolyticus* causó el 26.5% del total de casos.

Entre los virus, en cambio aunque causaron la menor cantidad de brotes con sólo 16% del total, provocaron el mayor número de casos de infección por un solo microorganismo: el virus de la hepatitis A que causó el 30% del total de los casos.

Las intoxicaciones causadas por mariscos ocupan proporcionalmente el 2º lugar en número de brotes con 21, que representa casi el 31% de ellas, afortunadamente el número de casos es sólo el 14%, destacando la toxina paralizante (Paralasing Seafood Poisson: PSP) con 13.8% de los casos.

Si esto es en Estados Unidos, aun cuando los datos que se presentan son de hace algunos años, con mayor razón en México, en donde las condiciones de salud son muy pobres, y donde la gente está acostumbrada a comer mariscos en puestos ambulantes en los que no se tiene la higiene adecuada.

3.2.5.3.2. *Listeria monocytogenes*.

Este microorganismo causa la enfermedad conocida como listeriosis y es especialmente interesante para los grupos de riesgo, que incluyen mujeres embarazadas y al feto, pacientes con cáncer y otros inmunodeprimidos, así como diabéticos, cirróticos y ancianos. Aunque el riesgo de contraer listeriosis es menor para individuos sanos, también pueden llegar a contraerla. Una infección típica de *Listeria* tiene como síntomas septicemia, meningitis y encefalitis, aunque también se ha reportado enteritis. El índice de mortalidad es alto entre los infectados con este microorganismo, teniendo como evidencia el 29% de las muertes en pacientes infectados con *Listeria* en un brote en Nueva Inglaterra, presumiblemente causado por leche fluida.

En Estados Unidos no se ha reportado ningún caso de listeriosis asociada a mariscos. *Listeria monocytogenes* es un patógeno interesante debido a que es un parásito facultativo

intracelular. El microorganismo entra en el cuerpo mediante el intestino y tiene un tiempo de incubación que va de 1 día a un mes o más. Las células ingeridas entran al cuerpo mediante células vellosas del íleon y son tomadas posteriormente más arriba por macrófagos en el torrente sanguíneo. En vez de ser digeridas, las células sumergidas se multiplican dentro de la célula huésped hasta que el macrófago se rompe y libere las células de *Listeria monocytogenes* y se repita el proceso. Esto causa los síntomas de una gripe transitoria, la cual es característica en las primeras etapas de la enfermedad. La fase entérica de la enfermedad no es uniforme; algunos informes reportan diarrea y molestias estomacales, y hay otros que se reportan como asintomáticos. La actual enfermedad conocida como listeriosis no ocurre hasta que una forma severa de septicemia, encefalitis, lesiones o meningitis se desarrolla. Todas estas formas de listeriosis se pueden acompañar de infección en personas que no son inmunocomprometidas.

Listeria spp se ha relacionado poco con el consumo de mariscos. Se sabe que *Listeria* puede encontrarse en el medio ambiente, ya que se ha aislado de suelo, agua y de humanos.

En Auckland, Nueva Zelanda se reporto un brote de listeriosis perinatal desde 3 hospitales obstétricos. La causa del brote no fue descubierta pero se pensó que estaba relacionado con el consumo de mariscos.

La vigilancia alimentaria para este microorganismo se ha incrementado desde 1987, después de que se aisló de carne de jaiba refrigerada y congelada.

Listeria es relativamente resistente al calor, sin embargo generalmente no se presenta en alimentos que reciben un tratamiento térmico adecuado. La presencia de *L. monocytogenes* en un alimento cocinado indica una contaminación cruzada o un procesamiento deficiente. Este microorganismo es aeróbico bajo la mayoría de las circunstancias, pero puede ser anaerobio facultativo y crecer bien con niveles reducidos de oxígeno en productos empacados. Sobrevive y crece debajo de la temperatura de refrigeración; puede sobrevivir a la congelación. Por lo tanto

son extremadamente importantes una adecuada cocción y prevención de la contaminación cruzada.

3.2.5.3.3 *Staphylococcus aureus*.

Los mariscos son una fuente de crecimiento importante para este microorganismo debido al alto contenido proteico que tienen. Los brotes típicos de enfermedad estafilocócica se presentan en productos cocinados, ya que se destruye la flora competitiva y permite libremente el crecimiento de *Staphylococcus*. Otra ventaja que tiene este microorganismo es la presencia de sal en productos curados; ya que *S. aureus* es muy tolerante a altos niveles de sal y bajo A_w , cercano a 0.86, condiciones en las que puede llegar a producir su enterotoxina.

Staphylococcus aureus es un coco Gram (+), que aparece en pares, cadenas cortas o racimos de uva. La mayoría de las cepas de *S. aureus* que producen enterotoxina también producen coagulasa la cual tiene la habilidad de coagular el plasma sanguíneo. Esta cualidad es usada para predecir la potencialidad toxigénica; junto con la presencia de la termonucleasa y la capacidad de fermentar al manitol. Existen 5 tipos serológicos de enterotoxina estafilocócica designados de la A a la E. Los tipos involucrados en intoxicaciones alimentarias son el A y D.

Se han encontrado 3 brotes de enterotoxigenia estafilocócica y 32 casos reportados al CDC durante el período de 1973-1987, asociados con pescado. En el mismo período se reportaron 2 brotes y 14 casos asociados con mariscos.

Se sabe que la dosis mínima infectiva es de 1×10^6 UFC/g, sin embargo no es necesaria la presencia del microorganismo para causar la enfermedad si su toxina está presente, lo cual es especialmente importante en alimentos enlatados o empacados, en los que puede haber sido

inactivado el microorganismo pero no la toxina producida. En 16 incidentes alimentarios estudiados se encontró que los niveles de enterotoxina eran de $<0.01 - 0.25 \mu\text{g/g}$.

Los síntomas en las primeras etapas son rápidos y agudos. Las reacciones comunes incluyen náuseas seguida por vómito y postración. En casos más severos hay cambios en la presión sanguínea y pulso. La muerte es muy rara; aunque en el caso de ancianos e infantes el riesgo puede existir.

Los humanos y animales domésticos son los principales reservorios de este microorganismo. Se encuentra presente en la piel, pelo, fosas nasales y garganta, y por lo tanto se consideran que el 50% o más de individuos sanos que manejan alimentos pueden transmitir o infectar a los mismos. Además de los humanos, las superficies de contacto y el equipo pueden ser vehículo de contaminación.

Las enterotoxinas son resistentes al calor. Temperaturas de $80\text{ }^\circ\text{C}/3$ minutos y $100\text{ }^\circ\text{C}$ son necesarias para eliminar a la enterotoxina A (Kvenberg J.E., 1991). La inactivación de la enterotoxina parece dependiente del nivel en que se encuentre presente.

3.2.5.3.4 *Salmonella*

La presencia de este microorganismo en pescado, mariscos y aguas marinas, se ha asociado con la contaminación fecal del área y de la zona donde se capturaron. El interés sobre este microorganismo y su relación con productos marinos no es algo nuevo. En años recientes la industria de alimentos marinos se vio plagada con *Salmonella typhi* como uno de los patógenos primarios encontrados en mariscos crudos capturados en aguas contaminadas. Se tienen indicios

de que el microorganismo puede encontrarse aun después de 30 días en mariscos que provienen de aguas altamente contaminadas.

Salmonella es un bacilo, no formador de esporas, Gram (-). Existen alrededor de 2,000 serotipos de *Salmonella* reconocidos hasta el momento y cada vez se agregan más. Los nombres de las especies de *Salmonella* son determinados por un serotipo único de antígenos flagelar y somático.

Salmonella spp es flora normal del tracto intestinal de mamíferos, aves, anfibios y reptiles; no así de peces, crustáceos o moluscos. Debido a que este microorganismo es de origen fecal, puede encontrarse en los mariscos mediante la contaminación del agua o por contaminación después de la captura.

Durante el período 1973-1987 el CDC reporta 4 brotes y 96 casos de salmonelosis relacionados con pescados. En mariscos, se encontraron 1 brote y 25 casos de *S. typhi* y 3 brotes con 80 casos de *Salmonella* spp

Kvenberg (1991) estima que en los Estados Unidos se presentan cada un promedio de 2 millones de casos; aunque la salmonelosis es una enfermedad de reporte obligado en ese país, se cree que sólo un porcentaje de los casos es reportado al CDC en Atlanta, Georgia, cada año.

Los síntomas de la enfermedad son náusea, vómito, dolores abdominales, diarrea, fiebre y dolor de cabeza. El tiempo de incubación es usualmente de 6-48 horas pero puede reducirse aún con bajas dosis de cepas muy virulentas. La dosis infectiva de *Salmonella*, es muy variable y depende del serotipo y otros factores; puede oscilar desde 1 célula hasta mayor de 10^5 células. La susceptibilidad de la persona expuesta es muy importante para determinar el grado de la enfermedad. La dosis infecciosa puede ser baja como de 15-20 células, dependiendo de la variación de los factores de virulencia, edad y estado de salud de la víctima. Personas de todas las edades son susceptibles a una infección por *Salmonella* pero los síntomas son más severos y

prolongados entre los ancianos, infantes y gente con enfermedades subyacentes. Los síntomas agudos pueden tener una duración variable, entre 1-2 días y 1 semana o más. La duración de la enfermedad depende de los mismos factores de la dosis infecciosa. Pueden haber severas complicaciones con una salmonelosis aguda, estas son septicemia, lesiones locales y sitios reactivos o estériles en condiciones artríticas.

◆ **Salmonelosis.**

La enfermedad más común asociada con *Salmonella* es la salmonelosis y es una gastroenteritis aguda. Los síntomas se presentan de las 6 a las 48 horas; e incluyen náusea, vómito, dolor abdominal, diarrea, fiebre y dolor de cabeza. Estos síntomas normalmente persisten varios días y la enfermedad es autolimitada. Sin embargo; la víctima puede continuar esparciendo a la bacteria por periodos de semanas o meses. Estos individuos se conocen como portadores y son causantes de algunos casos de salmonelosis transmitida de persona a persona y a través de la preparación de alimentos. El portador de *Salmonella* es asintomático y puede esparcir cantidades mayores de 10^8 organismos/g después de 6 meses de haber sufrido la enfermedad.

◆ **Fiebre tifoidea y paratifoidea**

Las formas más serias de salmonelosis son fiebre tifoidea y paratifoidea causada por *Salmonella typhi* y *Salmonella paratyphi* A, B y C. La septicemia y secuelas secundarias causadas por estos microorganismos incluyendo lesiones en órganos vitales provocan enfermedades prolongadas de gran severidad que amenazan la vida si no se tratan adecuadamente. El porcentaje de mortalidad de fiebre tifoidea es de 10%, en tanto que es <1% en los demás serotipos de *Salmonella*. Hay otras especies que tienen un porcentaje de septicemia humana asociada con la infección. *Salmonella dublin*, por ejemplo, tiene una mortalidad de 15% asociada con ancianos cuando se desarrolla la septicemia. *Salmonella enteritidis* ha mostrado una mortalidad de 3.6% en hospitales y establecimientos como guarderías.

La presencia de cualquier especie de *Salmonella* en un alimento indica contaminación y debe considerarse seriamente por las graves consecuencias que implica. La septicemia está asociada con la subsecuente infección de todos los órganos del cuerpo. Hay reportes que relacionan la artritis con pequeños porcentajes de víctimas de infecciones alimentarias. En el síndrome o triada de Reiter, además de la inflamación de las articulaciones existen conjuntivitis y uretritis.

Los moluscos requieren de prácticas sanitarias especiales desde su captura hasta su consumo, porque generalmente se consumen crudos. Las autoridades de Salud Pública han puesto especial énfasis en regular y controlar la producción de moluscos para proteger al público de brotes de fiebre tifoidea por comer ostras y almejas infectadas con *S. typhi*, para lo cual se ha normalizado y se inspeccionan desde los moluscos mismos hasta el personal involucrado y las características de las zonas de producción.

3.2.5.3.5 *Shigella*

Este microorganismo está íntimamente relacionado con *Escherichia coli*, ampliamente conocido como un patógeno alimentario; *Shigella dysenteriae* es el causante de la enfermedad conocida como disentería bacilar. Fue una enfermedad predominante en los años primeros años del siglo XX a causa de la poco control higiénico de los desechos humanos. Estas especies son poco conocidas en los países desarrollados hoy en día, donde las especies *S. flexneri* y *S. sonnei* son las usualmente implicadas cuando se trata de infecciones de persona a persona. Estas transmisiones pueden ser o por el agua o por alimento vía la ruta fecal-oral. Otra especie patógena para el humano es *S. boydii*

Shigella spp es principalmente un patógeno transmitido por agua, pero también concierne a los alimentos. La asociación de agua-alimentos hace resaltar aun más la importancia de este patógeno.

Shigella es un bacilo, no móvil, no formador de esporas, Gram (-).

De acuerdo con los datos del CDC, en el período 1973-1987, se presentaron 3 brotes de shigelosis y 60 casos a causa del consumo de pescado, y 4 brotes y 77 casos por el consumo de mariscos.

La shigelosis, se transmite usualmente de persona a persona, pero los alimentos marinos pueden servir de vehículo para la infección. Esta enfermedad es rara entre los animales domésticos, por lo que se trata principalmente de una enfermedad del hombre. Los síntomas incluyen dolor abdominal, calambres, diarrea, fiebre, vómito, así como sangre, pus o moco en las evacuaciones. La naturaleza destructiva de la enfermedad se debe a la capacidad de este microorganismo para adherirse, invadir y destruir las células epiteliales del intestino. La dosis infectiva es muy baja; se necesita ingerir < 100 organismos para causar la enfermedad. Los niños, ancianos e inmunocomprometidos son los más afectados, pero esto no descarta a la demás gente. Las complicaciones después de la infección incluyen ulceración de la membrana mucosa, sangrado y severa deshidratación. La muerte puede ocurrir en un 10-15% de los casos en algunos brotes. Destaca en este género una cepa de *Shigella sonnei* con gran resistencia a múltiples antibióticos, lo cual limita en gran medida los medios para tratar adecuadamente la enfermedad.

La prevención de esta enfermedad, se basa en la sanitización y buenos hábitos de higiene personal. Los brotes a través de mariscos ocurren porque un humano portador de *Shigella* contamina sus manos y posteriormente el producto, con materia fecal.

3.2.5.3.6 *Vibrio vulnificus*

Es un microorganismo fermentador de la lactosa, que ha causado principalmente septicemia y muerte debido al consumo de ostras crudas en individuos con inducción terapéutica o natural de baja acidez gástrica, diabetes, cirrosis, leucemia, síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), complejos relacionados con el SIDA, hemocromatosis, talasemia mayor o alcoholismo. En personas con enfermedades previas se ha registrado un 50% de mortalidad (Miescier J.J., 1992). También se presentó gastroenteritis en individuos sanos, por el consumo de mariscos contaminados con este microorganismo.

3.2.5.4. Microflora durante el manejo y recolección de bivalvos.

El método por el cual los bivalvos son recolectados depende de las especies y la profundidad en la cual estén situados sobre el agua. Se utilizan desde pinzas, rastrillos, dragas y recolectores mecánicos hasta un cuchillo para recolección manual.

Una vez que son recolectados, se separan por tamaño y se desechan los que no cumplan con determinada talla. Posteriormente se procede a un lavado con la misma agua de donde se recolectaron. Se transportan sin refrigeración en redes, hasta el lugar en donde serán procesados o consumidos; dependiendo de que tan lejos este el lugar de recepción, será el tiempo que duren sin refrigerar (1-5 días).

La recolección, por si misma, no cambia la microflora de los bivalvos, pero si inicia una serie de eventos que provocan ciertos cambios. Cuando hay ciertos disturbios por el proceso de captura, los bivalvos cierran fuertemente sus conchas, cerrando así el paso de cualquier sustancia. Como los bivalvos y su microflora asociada respiran, los niveles de oxígeno

disminuyen y los desechos metabólicos son acumulados en el líquido intervalvar. Estos desechos sirven como nutrientes para el crecimiento de bacterias; el cual depende de la temperatura. Por esta razón es importante un enfriamiento rápido y completo de todas las conchas para prolongar su vida de almacén y un lento crecimiento microbiano.

Hoff y otros autores siguieron los cambios post-recolección en 4 especies de bivalvos: en Ostras del Pacífico, *Ostra Olympia*, una especie de almeja nativa de las costas del Pacífico (*Prototheca staminea*) y Almeja Manila (*Venerupis japonica*). Al momento de la recolección todas las especies tenían cuentas de mesófilos aerobios del orden de 10^3 y 10^4 UFC/g. Después de 15 días de almacenamiento a $10\text{ }^\circ\text{C}$ el número aumento a $< 10^5$ UFC/g, excepto la almeja nativa, en la cual se observó un número más bajo. Las cuentas de Coliformes Totales y Coliformes Fecales fueron relativamente estables a lo largo de 15 días (Cook D.W. 1991).

Dentro del grupo de los Coliformes que se encuentran en las ostras se tienen: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y algunas especies de *Citrobacter*. Todas estas especies son capaces de multiplicarse durante el almacenamiento a $T > 10\text{ }^\circ\text{C}$, pero generalmente el que predomina es *Klebsiella* sp. También se pueden encontrar especies de *Pseudomonas*, *Edwardsiella*, *Providencia* y *Acinetobacter*. A diferencia de las bacterias indicadoras, los patógenos no se multiplican durante el almacenamiento.

Vibrio parahaemolyticus se incrementa durante los primeros días, para posteriormente declinar, esto cuando la temperatura de almacenamiento es $> 10\text{ }^\circ\text{C}$. Lo mismo sucede con *Aeromonas hydrophila* y vibrios lactosa (+), que muestran un incremento durante los primeros 7 días.

También pueden encontrarse virus, que no se multiplican en los tejidos de los bivalvos, pero que si pueden llegar a causar enfermedades en humanos. Entre ellos destaca el virus de la hepatitis A, como se ha mencionado.

3.2.6 Purificación de los bivalvos.

La contaminación del medio ambiente marino ha comprometido la calidad y seguridad de algunos alimentos marinos, particularmente los moluscos cercanos a la orilla. Con el crecimiento de la población a lo largo de las costas, los problemas con las ostras, almejas y mejillones también se han incrementado.

Los moluscos son gastronómicamente irregulares porque son de los pocos animales que frecuentemente se consumen crudos y vivos. El cocinado los hace más seguros para comer, pero para algunos consumidores, esto los hace inaceptables.

Los moluscos raramente son ahumados por períodos adecuados para garantizar la total inactivación de microorganismos patógenos.

Un medio alternativo para su limpieza es a través de 2 procesos conocidos como *relaying* o redifusión y purificación controlada también llamada depuración. (Cook D.W. 1991)

En el método de redifusión o reacomodo los bivalvos son colocados en agua que es libre de microorganismos y en la cual pueden cubrir todas sus funciones fisiológicas. Esto se puede complementar por la transferencia de los animales capturados de aguas con moderada contaminación a aguas apropiadas para el crecimiento de moluscos. Este proceso requiere de 15 días para limpiar a los bivalvos, manteniendo la temperatura del agua adecuada, la cual es de 10 °C aproximadamente, y la salinidad en un nivel aceptable para las especies.

La depuración es un proceso dinámico por medio del cual los moluscos son purgados de contaminantes en tanques de agua de mar limpia. La depuración comercial permite la reducción de los niveles de patógenos en los moluscos. Por su eficiencia para lograr alimentos seguros, por el tiempo que requiere y por sus resultados, la depuración ha ganado terreno paulatinamente, después de un inicio cuestionado por razones económicas, principalmente; hoy en día es

obligatoria en muchas partes del mundo y es una práctica cada vez más común entre los productores que se comprometen con la seguridad de los alimentos que producen.

3.2.6.1 Aplicaciones de la Depuración.

➤ Remoción de bacterias.

Las bacterias indicadoras y microorganismos patógenos pueden ser depurados adecuadamente en 72 horas. La presencia de trazas de bacterias patógenas en moluscos depurados, generalmente no confiere enfermedades a los consumidores porque los niveles de umbral requeridos para causar una enfermedad, son difícilmente alcanzados. La adecuada refrigeración de los moluscos los garantiza antes y después de la depuración.

Aún cuando la depuración causa una reducción en la cuenta total de bacterias en el tejido de los moluscos, los estudios indican que hay un remanente de microflora persistente para la cual la depuración parece inefectiva. Se ha observado una gran reducción de los microorganismos aeróbicos en agar cuenta estándar. Rara vez se observa una reducción de poco más de 10^4 organismos/g; tal vez porque la presencia de una flora normal intestinal influye en el resultado.

Los microorganismos alterantes todavía presentes en los moluscos después de la depuración se controlan mejor mediante técnicas apropiadas de refrigeración.

Las bacterias del género *Vibrio* son normales en el medio marino y un nuevo problema en la planta depuradora. Parece ser un género persistente en todo el tejido de los moluscos durante periodos largos de depuración. Estudios realizados a nivel laboratorio, muestran que no existe diferencia significativa ($p > 0.1$) en el conteo de *Vibrio parahaemolyticus* en ostras no depuradas y las depuradas. También se sabe que las ostras a las cuales se les contaminó en el laboratorio con este microorganismo se depuran más rápidamente, que las que se contaminan naturalmente. Las

ostras contaminadas en el laboratorio con *Vibrio vulnificus* requieren de 16 días para depurarse y tener niveles no detectables. El ozono y el oxígeno activado mejoran la efectividad de la depuración para vibrios y otros microorganismos persistentes.

En la siguiente tabla se muestra la temperatura y salinidad óptimas para la eliminación de bacterias y virus en moluscos. (Richards G.P. 1991).

TEMPERATURA Y SALINIDAD DE DEPURACIÓN PARA LA ELIMINACIÓN DE BACTERIAS Y VIRUS DE LOS MOLUSCOS.

MOLUSCO	CONTAMINANTE	TEMPERATURA DE DEPURACIÓN (°C)			SALINIDAD PARA DEPURACIÓN (ppm)		
		ÓPTIMA	BUENA Ó PROLONGADA	POBRE	ÓPTIMA	BUENA Ó PROLONGADA	POBRE
Almeja dura	<i>E. coli</i>	20	10-15	-	20-30	15	-
Almeja blanda	<i>E. coli</i>	12-15	8-16	2	-	-	-
Ostra Sydney Rock	<i>E. coli</i>	18-22	13-17 y 24-29	-	23-36 y 43-47	-	16-20
Ostra del Oeste	Coliformes Fecales	27.5	24.4-28.7, 16.3-19.5	-	24.8-25.5	16.6-18 ó 9.3-11.8	6.3-6.9
Almeja blanda	Coliformes Totales	12-13	8-16	2			
Ostra del Oeste	Coliformes Totales	27.5	24.4-28.7, 16.3-19.5	-	24.8-25.5	16.6-18 ó 9.3-11.8	6.3-6.9
Ostra Sydney Rock	Coliformes Totales	18-20	27-29	-	-	-	-
Almeja blanda	<i>Salmonella sp</i>	13	-	-	-	-	-
Ostra Sydney Rock	<i>Salmonella sp.</i>	18-22	27-29	-	-	-	-
Almeja dura	<i>Vibrio sp</i>	15	18-25	-	-	-	-
Ostra Sydney Rock	Microorganismos aerobios	18-20	27-29	-	-	-	-
Almeja dura	Polio tipo 1	20 ó 19	10-15 ó 7-8 y 13-14	-	31	23-28 ó 17-21	-
Ostra del Oeste	Polio tipo 1	28	6 ó 12, 17 y 23	-	-	8, 18 y 28	-
Almeja dura	Polio tipo 3	18-20	5-6 y 10-15	-	-	-	-
Almeja dura	Coxsackie B4	20	10-15	-	-	-	-
Ostra del Oeste	Hepatitis A	-	-	12, 17 y 23	28	8 y 18	-
Almeja blanda	ET Coliformes (Elevada Temperatura Coliformes)	-	-	-	25-30	20	15 y 5
Ostra Sydney Rock	<i>Salmonella charity</i>	-	-	-	23-36 y 43-47	-	16-20

En general es recomendable que la temperatura de depuración no varíe mucho de la temperatura

ambiental de origen de los moluscos; el tiempo de depuración debe tomarse a partir de que los individuos se han adaptado a las condiciones del tanque, lo cual se evidencia por su actividad biofiltradora.

➤ **Remoción de Toxinas, Metales, Plaguicidas y Contaminantes Orgánicos.**

Hay muy poca información al respecto, pero se sabe que las toxinas, metales pesados, hidrocarburos de petróleo y radionúcleos son difíciles de eliminar; no se logran eliminar con un procedimiento de depuración común o son depurados lentamente con los métodos comerciales, lo cual encarece el proceso. Algunos de estos contaminantes han sido purgados después de períodos largos. (Richards G.P., 1991)

➤ **Remoción de virus.**

Existen varios estudios al respecto, algunos son inconclusos y aún no existe un método estándar para la extracción de virus de los moluscos. Se requieren períodos largos para depurar a la almeja Manila (*Tapes japonica*, *Tapes philippinarum*) y ostras Olympia (*Ostrea lurida*) y aún así se llegan a encontrar cuentas elevadas de poliovirus.

Se sabe que es relativamente más rápido depurar al molusco de poliovirus que de Coxsackievirus tipo B4, hepatitis A y colifagos. Al mismo tiempo se ha encontrado que el poliovirus puede estar presente en el molusco al momento de su captura pero no después de 3 días de depuración; sin embargo el Coxsackie B4 persiste aún después de 8 días de depuración.

El virus de la hepatitis A es muy resistente a la depuración, se ha encontrado más del 40% después de 5 días de depuración a temperaturas de 12 °C y 18 °C, depurando a 25 °C queda un 2.7%. Con una temperatura de 25 °C y salinidades de 8,18 y 28 ppm aún queda más del 9% del virus.

➤ **Mejoramiento en la Calidad Organoléptica (Sensorial).**

La preservación de los atributos sensoriales es importante para el comerciante y para el consumidor de moluscos. El principal objetivo de la depuración es la remoción de contaminantes microbianos, pero esta reducción alarga la vida de anaquel, lo cual es ventajoso. La depuración también permite la eliminación de arena del intestino de los moluscos mejorando así la palatabilidad para algunos consumidores.

Las cualidades organolépticas también mejoran si los moluscos se depuran en agua ligeramente más salinas que la de su hábitat. El incremento en la sal retenida por los moluscos, reporta un mejor sabor; aunque debe cuidarse que esta salinidad ligeramente mayor mejore también la eficacia de la depuración y no la inhiba.

4. PARTE EXPERIMENTAL

4.1 Ubicación y características de las lagunas en estudio.

4.1.1 Laguna El Llano.

La laguna de **El Llano** se encuentra localizada dentro del Municipio de Actopan, en el Estado de Veracruz, situada sobre la llanura costera del Golfo de México, entre los 19° 36' y 19" de latitud norte y entre los 96° 21' de longitud oeste; y entre las playas del paraiso y Villa Rica. La laguna mide aproximadamente 3.5 Km de largo y su parte más ancha mide aproximadamente 500 m; el nivel de la profundidad varía entre 0 y 1.70 m. Se encuentra limitada en su comunicación directa con el mar, por una barra arenosa. Posee una superficie aproximada de 2.36 Ha. Estudios realizados sobre macrocrustáceos indican un total de 26 especies, 25 géneros y 27 familias; 23 de estas especies pertenecen a los decápodos y 3 a los peracáridos. (Contreras E. F. 1993)

4.1.2 Laguna La Mancha.

La laguna de **La Mancha** se sitúa en el litoral del Golfo de México, hacia la parte central del estado de Veracruz, en las coordenadas 19°34' y 19°42' de latitud norte y a los 96°27' de longitud oeste; se halla a 39 Km aproximadamente al noreste de ciudad José Cardel, en el municipio de Actopan. Mide aproximadamente 3 Km de longitud y tiene 140 Ha de superficie. En el crucero se encuentra la parte más angosta y la más ancha, entre la piragua y la barra de desembocadura al mar. Tiene una comunicación estacional con el Océano por medio de una

barrera localizada al noreste de la laguna, la cual se abre en la época de lluvia y establece un intercambio; el cual permite una importante incorporación de organismos marinos que explota la población ribereña. El principal afluente de agua dulce es el río Caño Gallego, al Suroeste del sistema. (Contreras E. F. 1993).

La vegetación circundante es predominantemente agregada a la selva baja subperennifolia, selva baja caducifolia, vegetación de dunas costeras, selva baja inundable y asociaciones de algas marinas macroscópicas. El manglar de los alrededores está dominado por *Avicennia germinans*. La productividad de materia orgánica es de 2.8 g/m²/día y el estimado anual es de 1025 g/m². La producción de hojarasca se cuantificó en 905 g/ m². Existen 44 especies de moluscos, las más importantes son: *Crassostrea virginica*, *Melongena melongena* e *Isognomom alatus*.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS LAGUNAS

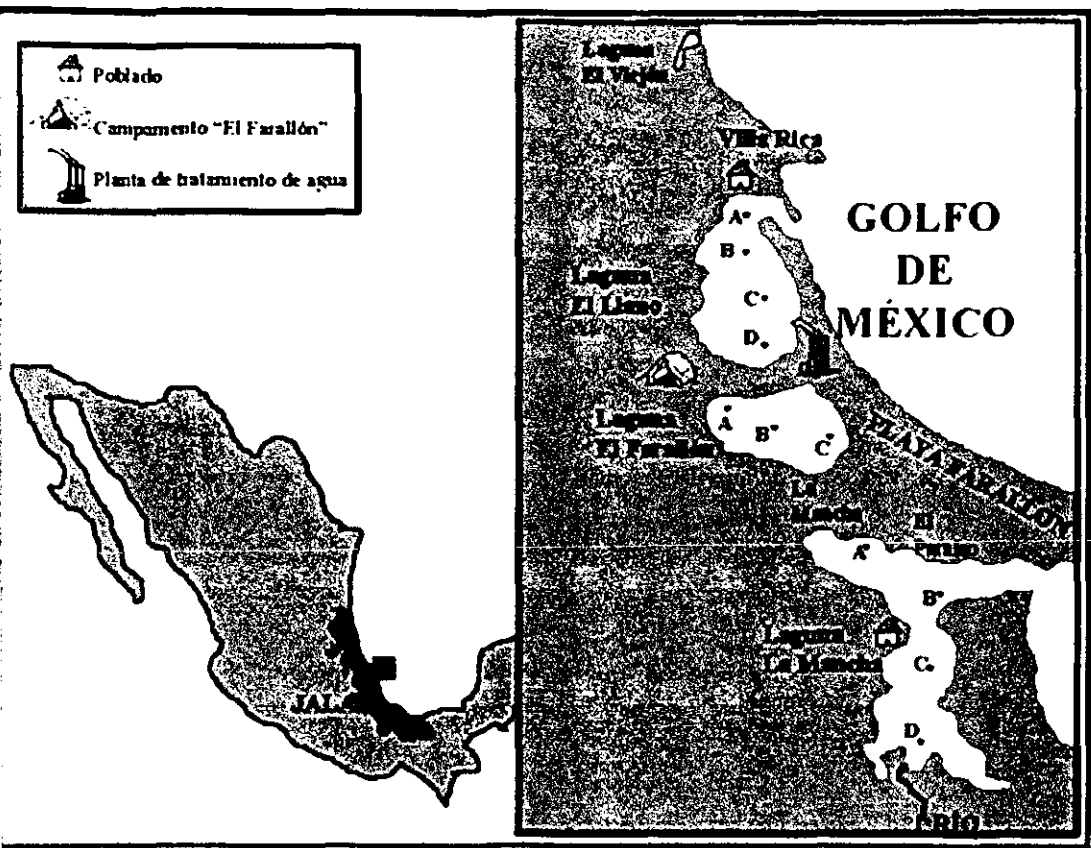
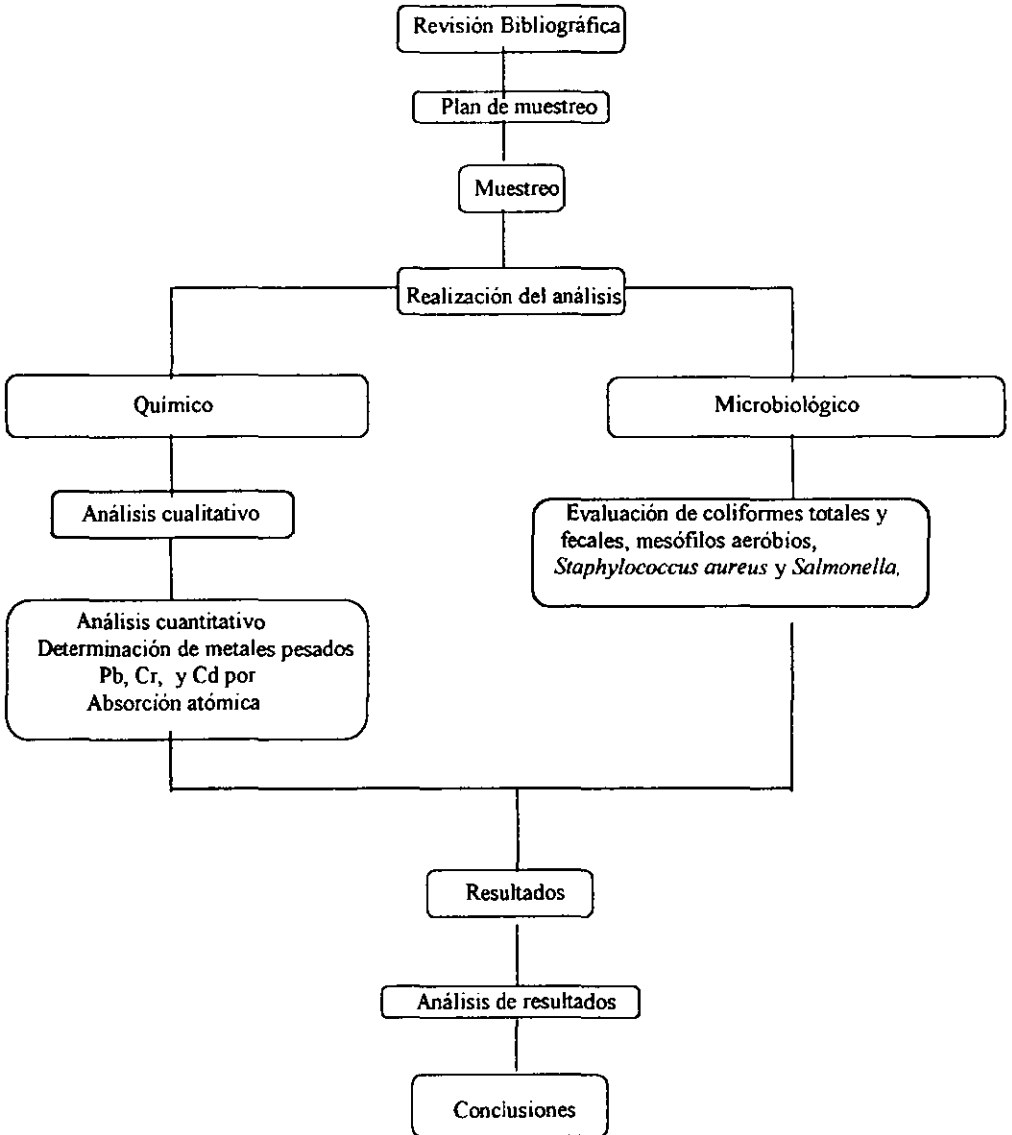


Fig.2

4.2 METODOLOGÍA



4.2.1 MUESTREO DE OSTIONES.

4.2.1.1 Método

Se realizó un estudio en ostión a lo largo de un año, durante el cual se efectuaron 8 muestreos con intervalos de 6 a 8 semanas.

Los muestreos se realizaron en las fechas señaladas en la siguiente tabla; el número del muestreo corresponde al mes en que se realizó. Esto es útil ya que nos permite relacionarlo con las condiciones ambientales y con los eventos que se presentaron a lo largo de este estudio.

NÚMERO DE MUESTREO	FECHA
02	Febrero 14 y 15 1998
03	Marzo 30 y 31 1998
05	Mayo 13 y 14 1998
07	Junio 30 y Julio 1 1998
08	Agosto 19 y 20 1998
10	Octubre 3 y 4 1998
11	Noviembre 14 y 15 1998
13	Enero 16 y 17 1999

El muestreo se realizó con base a la “red fija”¹ establecida en conjunto con los otros grupos de investigación, considerando la inclusión de los puntos más representativos para este estudio, como por ejemplo lugares cercanos a asentamientos humanos, en donde se junta el río con la laguna y en donde hay comunicación con el mar.

¹ Se refiere a los puntos de muestreo, localizados de acuerdo a las coordenadas de latitud y longitud establecidas por el Instituto de Ecología de Jalapa Ver.

4.2.1.2 Especies

Para obtener los ostiones se contó con la participación de los pescadores quienes los recolectaban manualmente y separaban el organismo de la concha, empacandolos por sitios de muestreo en bolsas de polietileno nuevas. Las muestras empacadas se colocaron en las hieleras y se transportaron al laboratorio 4-C de la Facultad de Química para analizarlas a las 48 h después de haber sido capturados. En todos los casos se verificó que la temperatura de la mezcla frigorífica al llegar fuera inferior a 2 ° C.

4.2.1.3 Lugar de recolección

Se utilizó una red fija de sitios de muestreo común a los grupos de investigación participantes. Los sitios de muestreo incluyen: 4 sitios en el Llano y 4 sitios en La Mancha, los cuales se señalan en el mapa

Los ostiones se encuentran en “bancos” (estacas de madera a las cuales se adhieren los moluscos) o en los manglares, fue variable en función del nivel del agua la laguna (30-231 cm), que es la práctica usual de recolectarlos.

4.2.1.4 Parámetros “in situ”

Se consideraron temperatura, pH (determinado con un potenciómetro de campo), salinidad y oxígeno disuelto (determinado mediante un electrodo) como los parámetros ambientales que más afectan a los microorganismos. Estos datos fueron proporcionados por los miembros del Instituto de Ecología que participaron en esta investigación, ya que fueron quienes los determinaron.

4.2.1.5 Análisis microbiológico del agua.

Se realizó en otra tesis de la Facultad de Química paralela a ésta (Zuleta C.B., Tesis, 2000, en

proceso) con muestras tomadas de los mismos sitios y fechas de muestreo ya señaladas anteriormente.

4.3 ESTUDIO MICROBIOLÓGICO

4.3.1 Preparación de la muestra.

Las muestras se prepararon de acuerdo con la NOM-110-SSA1-1994 “Preparación y dilución de muestras para el análisis microbiológico”.

4.3.2 MESÓFILOS AERÓBIOS.

Para esta determinación se aplicaron las NOM-110-SSA1-1994. “Preparación y dilución de muestras para su análisis microbiológico” y NOM-092-SSA1-1994. “Método para la cuenta de bacterias en placa”.

4.3.3 COLIFORMES TOTALES Y FECALES.

Las determinaciones de coliformes totales y fecales se hicieron por la técnica del Número Más Probable (NMP) como lo describe la NOM-112-SSA-1994. “Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable” utilizando series de 3 tubos.

4.3.4 *Salmonella*

La determinación de *Salmonella* se realizó siguiendo la técnica de la NOM-114-SSA1-1994. “Método para la determinación de *Salmonella*”.

4.3.5 *Staphylococcus aureus*

La determinación de *Staphylococcus aureus* se realizó siguiendo la técnica de la NMX-F-310-1978. “Determinación de cuenta de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva en alimentos”.

4.3.6 ESTUDIO PRELIMINAR.

Debido a que las muestras se analizarían de 42 a 48 h después del muestreo por falta de material para analizarlas en las lagunas; se decidió hacer una prueba preliminar con ostiones del mercado de la Viga (D.F.), haciendo las determinaciones a las 24, 48 y 72 h, de Mesófitos aerobios, Coliformes Totales y Coliformes Fecales.

El propósito era establecer si había diferencias importantes en los resultados.

4.4 ESTUDIO QUÍMICO.

4.4.1 Preparación de la muestra.

Se lavan los organismos con agua desionizada.

Material.

Cajas petrí
Estufa de desecación
Matraces Erlenmeyer
Matraces Kjeldahl
Vasos de precipitado

Todo el material debe ser previamente lavado con una solución de ácido nítrico 1:1 y agua desionizada.

4.4.2 Estudio cualitativo.

Se realizó primero un estudio cualitativo mediante pruebas a la gota (González J. S., 1992) con el fin de determinar la presencia de metales pesados en el agua. Como si se encontraron, se procedió a determinarlos en los ostiones.

4.4.3 Determinación de metales pesados (Pb, Cr y Cd)

La determinación de los metales se realizó con base en la NOM-117-SSA1- 1991.

4.4.3.1 Selección.

Se eligen entre 20 y 26 individuos por sitio de muestreo, estos deben de ser de tamaño y peso uniforme

4.4.3.2 Determinación de humedad.

Se pesan los ostiones

Se colocan en una estufa de desecación a 70 °C durante 3 días.

4.4.3.3 Digestión.

Las muestras se tratan con 5 ml de HNO₃ y se dejan reposar 24 h.

Se colocan en una parrilla y se calientan hasta elevar su temperatura al punto de ebullición, permaneciendo así hasta disminuir su volumen aproximadamente a 2 ml.

Se añaden 5 ml de H₂O₂ gota a gota y se hace hervir durante 1 h.

4.4.3.4 Muestra final.

Las muestras se filtran con papel Whatman previamente lavado con la solución de HNO_3 1:1

Las soluciones obtenidas se guardan en recipientes de plástico para su posterior lectura

La determinación analítica se realiza mediante un espectrofotómetro de Absorción Atómica de Emisión de Flama (AAEF) realizando un blanco de reactivos.

5. RESULTADOS.

Se presentan a continuación los resultados que se obtuvieron al analizar los ostiones extraídos de las lagunas. Cabe señalar lo siguiente:

- a. En algunos sitios de muestreo de la laguna de El Llano, no hubo agua en algunos meses, por la sequía o por el dragado que se realizó entre mayo y julio. Estos sitios y meses se han quitado de las tablas.
- b. En el muestreo 8 no se logro realizar el análisis debido a que las muestras llegaron al laboratorio después de 96 h. de haber sido recolectadas; por lo cual los resultados obtenidos no serian confiables, ni comparables con las condiciones del resto del estudio.
- c. En el análisis de *Staphylococcus aureus* no fue posible hacer la identificación bioquímica de las cepas, para establecer si son toxigénicas o no. Por ello solo se reporta como resultado presuntivo.
- d. Otros datos que no se reportan en las tablas son aquellos en donde la cantidad de muestra fue insuficiente para la determinación de *Salmonella* y para el estudio químico.

5.1 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS.

Tabla 1. Resultados Microbiológicos del Estudio Preliminar en ostiones de la Viga, D.F.

Tiempo (h)	Coliformes Totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	Mesófilos aerobios UFC/ml
24	120	120	30×10^6
48	120	120	30×10^6
72	120	120	10×10^6

Tabla 2. Resultados Microbiológicos del ostión producido en la laguna de "El Llano"

mes/lag/sit.	Coliformes Totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	Mesófilos aerobios UFC/g	<i>Salmonella</i> en 25 g	<i>Staphylococcus aureus</i> (presuntivo)
Feb-LL-B	9.3	0.4	31×10^6	-	-
Feb-LL-C	0.4	0.2	10×10^2	-	-
Ene-LL-A	15	2.3	37×10^2	-	-

- no se encuentra el microorganismo

Tabla 2.1 Características físicas y químicas de la laguna "El Llano" durante todo el estudio.

mes/lag/sitio	Oxígeno (m/l)	Salinidad (ppm)	Temperatura (°C)	pH
Feb-LL-A	3.3	56.1	25.8	8.3
Feb-LL-B	0.2	27	26.7	8.2
Mar-LL-A	5.1	58.3	30.7	8.6
May-LL-A	8.9	62.5	35.4	8.7
Ago-LL-A	4.1	30.2	30.2	8.6
Ago-LL-B	4.3	31	29.1	8.5
Ago-LL-D	3.9	32.1	29.6	8.4
Oct-LL-A	8.4	23.1	32.7	8.1
Oct-LL-C	7.7	22.2	32	8.4
Oct-LL-D	7.8	21.4	32	8.4
Nov-LL-A	sd	17.4	29.3	7.8
Nov-LL-B	sd	16.9	29.4	8
Nov-LL-C	8.7	16.8	29.3	8.2
Ene-LL-A	6.3	21.5	21.5	7.2
Ene-LL-B	8.4	21.1	20	7.1
Ene-LL-C	8.3	20.8	19.9	7
Ene-LL-D	6.2	20.8	21	7.6

sd = sin dato

Tabla 3. Resultados Microbiológicos del ostión producido en la laguna de "La Mancha"

mes/lag/sit.	Coliformes Totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	Mesófilos aerobios UFC/g	Salmonella en 25 g	Staphylococcus aureus (presuntivo)
Feb-M-B	2.3	2.3	40x10 ²	+	-
Feb-M-C	2.3	2.3	30 x10 ²	+	-
Feb-M-D	2.3	2.3	40 x10 ²	+	-
Mar-M-A	0.9	0.2	31x10 ⁶	-	+
Mar-M-C	24	24	330	-	+
Mar-M-D	120	1.5	28x10 ⁵	-	+
May-M-A	120	1.5	180	-	+
May-M-B	15	0.4	49 x10 ²	-	+
May-M-C	120	0.4	250	-	+
May-M-D	21	21	200	-	+
Jul-M-A	0.3	0.3	900	-	+
Jul-M-B	120	24	31x10 ⁵	-	+
Jul-M-C	2.8	0.9	700	-	+
Jul-M-D	110	110	10 x10 ²	-	+
Oct-M-A	120	46	31x10 ¹	-	+
Oct-M-B	110	0.2	20x10 ⁴	-	+
Oct-M-D	120	2.3	31x10 ³	-	+
Nov-M-A	0	0	350	-	-
Nov-M-B	4.3	0.2	350	-	-
Nov-M-C	120	0.2	11 x10 ²	-	-
Ene-M-B	120	120	40x10 ³	sm	+
Ene-M-C	9.3	9.3	71 x10 ²	sm	+

- no se encuentra el microorganismo

+ presencia del microorganismo

sm = sin muestra suficiente para el análisis

Tabla 3.1 Características físicas y químicas de la laguna "La Mancha" durante todo el estudio.

mes/lag/sitio	Oxígeno (mg/l)	Salinidad (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (cm)
Feb-M-B	4.5	22.7	25	8.2	30
Feb-M-C	3.9	18.4	25.3	7.9	55
Feb-M-D	2.7	1.9	23.4	7.6	128
Mar-M-C	4.8	19.2	27.2	8.4	124
Mar-M-D	3.6	14.5	28.1	7.9	177
May-M-A	4.4	18	29.1	8.3	120
May-M-B	3.5	19.3	28.4	8	51
May-M-C	4.9	14.9	29.1	8.1	128
May-M-D	3.1	13.4	29.4	7.6	231
Jul-M-B	4.7	30.9	33.1	8.6	71
Jul-M-C	3.2	22.9	33.4	8.4	91
Jul-M-D	1.7	3.1	29	7.4	133
Oct-M-A	6.9	15.7	34.1	8.1	50
Oct-M-B	8.2	15.4	33.9	8	106
Oct-M-D	1.3	1.5	30.4	6.9	171
Nov-M-A	4.4	11.8	24.9	7.9	sd
Nov-M-B	11.6	19.9	26.2	8	67
Nov-M-C	7.3	18.3	27.2	8	92
Ene-M-B	6.6	12.9	26.4	8.4	63
Ene-M-C	6	11.5	26.8	8.3	121

sd = sin dato

Tabla 3.2 Resultados Microbiológicos del ostión producido en la laguna de "La Mancha".
Sitio A

mes/lag/sit.	Coliformes Totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	Mesófilos aerobios UFC/g	Salmonella en 25 g	Staphylococcus aureus (presuntivo)
Mar-M-A	0.9	0.2	31×10^6	-	+
May-M-A	120	1.5	180	-	+
Jul-M-A	0.3	0.3	900	-	+
Oct-M-A	120	46	31×10^3	-	+
Nov-M-A	0	0	350	-	-

- no se encuentra el microorganismo

+ presencia del microorganismo

Tabla 3.3 Resultados Microbiológicos del ostión producido en la laguna de "La Mancha". Sitio B

mes/lag/sit.	Coliformes Totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	Mesófilos aerobios UFC/g	Salmonella en 25 g	Staphylococcus aureus (presuntivo)
Feb-M-B	2.3	2.3	40×10^2	+	-
May-M-B	15	0.4	49×10^2	-	+
Jul-M-B	120	24	31×10^5	-	+
Oct-M-B	110	0.2	20×10^4	-	+
Nov-M-B	4.3	0.2	350	-	-
Ene-M-B	120	120	40×10^3	sm	+

- no se encuentra el microorganismo

+ presencia del microorganismo

sm = sin muestra suficiente para el análisis

Tabla 3.4 Resultados Microbiológicos del ostión producido en la laguna de "La Mancha". Sitio C

mes/lag/sit.	Coliformes Totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	Mesófilos aerobios UFC/g	Salmonella en 25 g	Staphylococcus aureus (presuntivo)
Feb-M-C	2.3	2.3	30 x10 ²	+	-
Mar-M-C	24	24	330	-	+
May-M-C	120	0.4	250	-	+
Jul-M-C	2.8	0.9	700	-	+
Nov-M-C	120	0.2	11 x10 ²	-	-
Ene-M-C	9.3	9.3	71 x10 ²	sm	+

- no se encuentra el microorganismo

+ presencia del microorganismo

sm = sin muestra suficiente para el análisis

Tabla 3.5 Resultados Microbiológicos del ostión producido en la laguna de "La Mancha". Sitio D

mes/lag/sit.	Coliformes Totales NMP/g	Coliformes Fecales NMP/g	Mesófilos aerobios UFC/g	Salmonella en 25 g	Staphylococcus aureus (presuntivo)
Feb-M-D	2.3	2.3	40 x10 ²	+	-
Mar-M-D	120	1.5	28x10 ³	-	+
May-M-D	21	21	200	-	+
Jul-M-D	110	110	10 x10 ²	-	+
Oct-M-D	120	2.3	31x10 ³	-	+

- no se encuentra el microorganismo

+ presencia del microorganismo

Tabla 3.6 Características físicas y químicas de la laguna "La Mancha" durante todo el estudio. Sitio A

mes/lag/sitio	Oxígeno (mg/l)	Salinidad (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (cm)
May-M-A	4.4	18	29.1	8.3	120
Oct-M-A	6.9	15.7	34.1	8.1	50
Nov-M-A	4.4	11.8	24.9	7.9	sd

sd = sin dato

Tabla 3.7 Características físicas y químicas de la laguna "La Mancha" durante todo el estudio.
Sitio B

mes/lag/sitio	Oxígeno (mg/l)	Salinidad (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (cm)
Feb-M-B	4.5	22.7	25	8.2	30
May-M-B	3.5	19.3	28.4	8	51
Jul-M-B	4.7	30.9	33.1	8.6	71
Oct-M-B	8.2	15.4	33.9	8	106
Nov-M-B	11.6	19.9	26.2	8	67
Ene-M-B	6.6	12.9	26.4	8.4	63

Tabla 3.8 Características físicas y químicas de la laguna "La Mancha" durante todo el estudio.
Sitio C

mes/lag/sitio	Oxígeno (mg/l)	Salinidad (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (cm)
Feb-M-C	3.9	18.4	25.3	7.9	55
Mar-M-C	4.8	19.2	27.2	8.4	124
May-M-C	4.9	14.9	29.1	8.1	128
Jul-M-C	3.2	22.9	33.4	8.4	91
Nov-M-C	7.3	18.3	27.2	8	92
Ene-M-C	6	11.5	26.8	8.3	121

Tabla 3.9 Características físicas y químicas de la laguna "La Mancha" durante todo el estudio.
Sitio D

mes/lag/sitio	Oxígeno (mg/l)	Salinidad (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Profundidad (cm)
Feb-M-D	2.7	1.9	23.4	7.6	128
Mar-M-D	3.6	14.5	28.1	7.9	177
May-M-D	3.1	13.4	29.4	7.6	231
Jul-M-D	1.7	3.1	29	7.4	133
Oct-M-D	1.3	1.5	30.4	6.9	171

5.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO QUÍMICO.

5.2.1. ESTUDIO CUALITATIVO.

Por medio de las pruebas cualitativas en muestras de agua se identificaron los siguientes metales.

Tabla 4. Resultados. Estudio químico cualitativo en agua. Laguna EL LLANO

mes/lag/sit.	Cr	Pb	Cd
01-LL-A	+	+	+

Tabla 5. Resultados. Estudio químico cualitativo en agua. Laguna LA MANCHA.

mes/lag/sit.	Cr	Pb	Cd
01-M-B	+	+	+
01-M-D	+	+	+

5.2.2. HUMEDAD EN OSTIÓN.

El contenido de humedad se reporta en % p/p (g de H₂O/100g de muestra) de las muestras que se obtuvieron a lo largo del estudio.

Tabla 6. Resultados. Determinación de humedad en ostión. LAGUNA EL LLANO.

mes/lag/sit.	PESO HUMEDO	PESO SECO	% DE HUMEDAD
Feb-LL-A	31.8990	4.8504	84.79
Feb-LL-B	37.1543	5.7433	84.54
Feb-LL-C	23.1618	1.23	94.68

Tabla 7. Resultados. Determinación de humedad en ostión. LAGUNA LA MANCHA.

mes/lag/sit.	PESO HUMEDO	PESO SECO	% DE HUMEDAD
Feb-M-A	35.4118	6.8286	80.71
Feb-M-B	46.9464	6.9090	85.28
Feb-M-C	39.6370	5.3053	86.61
May-M-A	36.5681	4.1000	88.78
May-M-B	20.8449	1.7600	91.55
May-M-C	34.5034	3.6845	89.32
Jul-M-A	18.2101	2.5160	86.18
Jul-M-B	16.5820	2.0734	87.49
Jul-M-C	16.0082	2.5060	84.34
Jul-M-D	37.2138	6.4444	82.69
Ago-M-A	23.3329	1.5496	93.35
Ago-M-B	9.7767	0.6945	92.89
Ago-M-C	59.2223	8.8266	85.09
Ago-M-D	33.3649	4.1053	87.69

5.2.3. DETERMINACIÓN DE Cd, Cr y Pb POR EL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA.

Tabla 8. Resultados. Determinación de Cd en el ostión capturado en la laguna de EL LLANO.

mes/lag/sit.	PESO (g)	AFORO	LECTURA	CONC. DE Cd (ppm)
Feb-LL-A	1.0800	50	0.12	5.5550
Feb-LL-B	1.0000	50	0.08	4.0000
Feb-LL-C	1.0000	50	0.10	5.0000

Tabla 9. Resultados. Determinación de Pb en el ostión capturado en la laguna de EL LLANO.

mes/lag/sit.	PESO (g)	AFORO	LECTURA	CONC. DE Pb (ppm)
Feb-LL-A	1.0800	50	0.04	1.8518
Feb-LL-B	1.0000	50	0.05	2.5000
Feb-LL-C	1.0000	50	0.13	6.5000

Tabla 10. Resultados. Determinación de Cr en el ostión capturado en la laguna de EL LLANO.

mes/lag/sit.	PESO (g)	AFORO	LECTURA	CONC. DE Cr (ppm)
Feb-LL-A	1.0800	50	0.01	0.4629
Feb-LL-B	1.0000	50	0.03	1.5000
Feb-LL-C	1.0000	50	ND	< 0.2380

Tabla 11. Resultados. Determinación de Cd en el ostión capturado en la laguna de LA MANCHA.

mes/lag/sit.	PESO (g)	AFORO	LECTURA	CONC. DE Cd (ppm)
Feb-M-A	1.0102	50	0.07	3.4646
Feb-M-B	1.0400	50	0.04	1.9230
Feb-M-C	0.9919	50	0.04	2.0163
May-M-A	1.0120	50	0.03	1.4822
May-M-B	1.0017	50	0.02	0.9983
May-M-C	1.0158	50	0.03	1.4766
Jul-M-A	1.0000	50	0.24	12.0000
Jul-M-B	1.0013	50	0.73	36.4526
Jul-M-C	1.0104	50	0.29	14.3507
Jul-M-D	1.0000	50	0.29	13.0000
Ago-M-A	1.0013	50	0.05	2.4967
Ago-M-B	0.6945	50	0.91	65.5147
Ago-M-C	1.0016	50	0.26	12.9792
Ago-M-D	1.0080	50	0.27	13.3928

Tabla 12. Resultados. Determinación de Pb en el ostión capturado en la laguna de LA MANCHA.

mes/lag/sit.	PESO (g)	AFORO	LECTURA	CONC. DE Pb (ppm)
Feb-M-A	1.0102	50	0.02	0.9899
Feb-M-B	1.0400	50	0.04	1.9230
Feb-M-C	0.9919	50	0.19	9.5775
May-M-A	1.0120	50	0.09	4.4466
May-M-B	1.0017	50	0.04	1.9966
May-M-C	1.0158	50	0.06	2.9532
Jul-M-A	1.0000	50	0.05	2.5000
Jul-M-B	1.0013	50	0.06	2.9996
Jul-M-C	1.0104	50	0.04	1.9794
Jul-M-D	1.0000	50	0.20	10.0000
Ago-M-A	1.0013	50	0.12	5.9922
Ago-M-B	0.6945	50	0.10	7.1994
Ago-M-C	1.0016	50	0.14	6.9888
Ago-M-D	1.0080	50	0.21	10.4166

Tabla 13 Resultados. Determinación de Cr en el ostión capturado en la laguna de LA MANCHA.

mes/lag/sit.	PESO (g)	AFORO	LECTURA	CONC. DE Cr (ppm)
Feb-M-A	1.0102	50	0.02	0.9899
Feb-M-B	1.0400	50	0.03	1.4423
Feb-M-C	0.9919	50	ND	< 0.238
May-M-A	1.0120	50	0.01	0.4940
May-M-B	1.0017	50	0.01	0.4991
May-M-C	1.0158	50	0.04	1.9688
Jul-M-A	1.0000	50	ND	< 0.2380
Jul-M-B	1.0013	50	ND	< 0.2380
Jul-M-C	1.0104	50	0.11	5.4433
Jul-M-D	1.0000	50	0.23	11.5
Ago-M-A	1.0013	50	0.08	3.9948
Ago-M-B	0.6945	50	0.12	8.6393
Ago-M-C	1.0016	50	0.13	6.4896
Ago-M-D	1.0080	50	0.19	9.4246

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

6.1 ESTUDIO MICROBIOLÓGICO.

Estudio Preliminar.

Como podemos observar en la tabla 1, los resultados encontrados con este estudio, nos indican que la población microbiológica no se ve afectada enormemente si la muestra se analiza a las 24 o a las 48 h, siempre y cuando se mantengan en las condiciones apropiadas de refrigeración. Con esto podemos asegurarnos que los resultados obtenidos al analizar las muestras de ostión a las 48 h de recolectarlos son válidos, desde luego aplicando esta condición a TODAS las muestras.

Debido a la falta de disponibilidad de muestras a lo largo del estudio en la laguna de "La Mancha" y el problema del azolvamiento en la laguna de "El Llano", la discusión se centra en la calidad del ostión por sitios.

Para realizar el análisis se tomaron en consideración las siguientes especificaciones:

ESPECIFICACIONES SANITARIAS. *Microbiológicas*

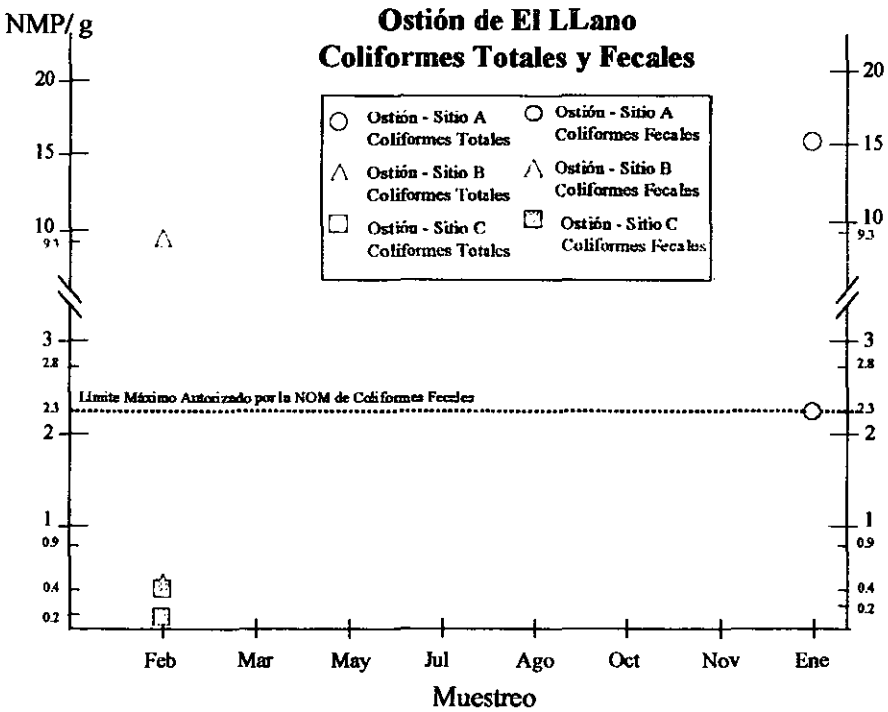
ESPECIFICACIONES	LÍMITE MÁXIMO
Mesófilos aerobios	5×10^5 UFC/g
Coliformes fecales	NMP: 230 /100 g en carne más líquido intervalvar
<i>Salmonella spp</i> en 25 g	Ausente

RESUMEN DE LA NORMA PARA MOLUSCOS BIVALVOS FRESCOS-REFRIGERADOS Y CONGELADOS.
Publicada en el DOF el 6 de marzo de 1995, vigente con carácter obligatorio a partir del 5 de marzo de 1996.

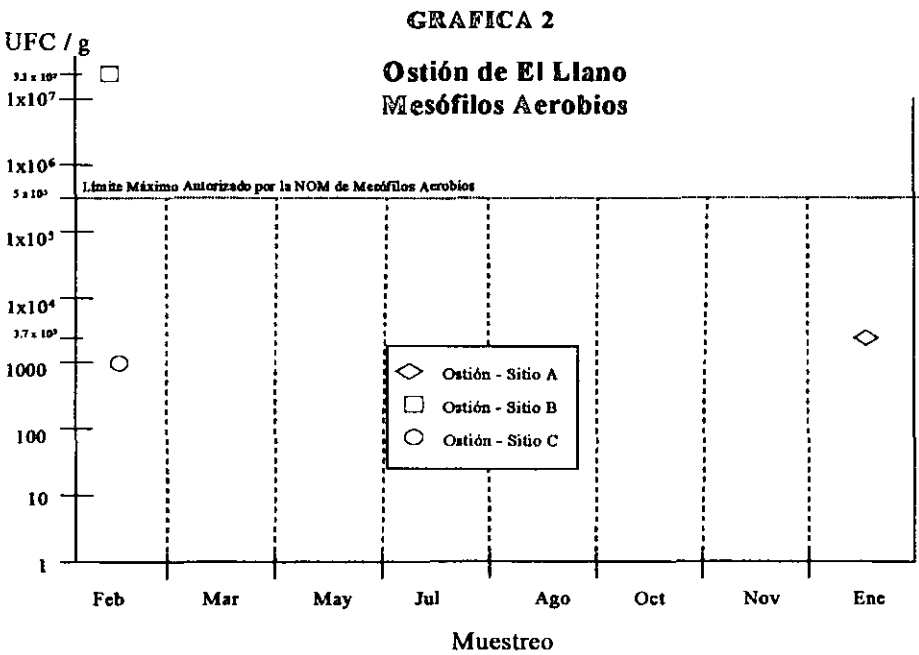
LAGUNA "EL LLANO".

En este caso es muy difícil concluir sobre la calidad del ostión, por la escasez de muestras, ya que la laguna se encontraba sin comunicación con el mar debido al huracán "Gilberto", y sólo se obtuvieron muestras en el primer muestreo (febrero-98) y en el último (enero-99). Durante el primer muestreo (Febrero), se colectaron ostiones sólo en los sitios B y C; en dichas muestras se observa que el nivel de Coliformes Fecales (CF) y Coliformes Totales (CT) es muy bajo, destacando que en el sitio C es mucho menor que en el B, probablemente porque está más alejado al poblado. (Gráfica 1)

GRAFICA 1



De igual manera el sitio B es el que presentó un mayor número de Mesófilos Aerobios (MA), sobrepasando el límite establecido en la Norma para moluscos bivalvos frescos, refrigerados y congelados (Diario Oficial de la Federación. 1995). (Gráfica 2)



La otra muestra recolectada, fue en el último muestreo, en Enero, en el sitio A, para estas fechas la laguna ya se encontraba desazolvada, y la cantidad de agua era suficiente para la reproducción y crecimiento del ostión, pero el tiempo transcurrido aún no era el necesario para el desarrollo pleno. En la muestra, los CF se encuentran en el límite permisible de acuerdo a la Norma para moluscos bivalvos frescos refrigerados y congelados (Diario Oficial de la Federación.1995), sin embargo, el número de CF es mas bien bajo al igual que el de MA. El número alto de CT puede estar causado por la cercanía a la población y porque aún quedaban rastros de lodo proveniente del azolvamiento.

Sin embargo en lo que respecta a *Salmonella*, no se le encontró en ninguna de las 3 muestras, y la causa más probable de su ausencia es la alta salinidad de la laguna, ya que el único afluente para ella es el mar. En el agua salada es difícil que un microorganismo patógeno como *Salmonella* resista las condiciones ambientales, lo cual nos da un margen de seguridad al consumir el ostión.

En el caso de *S. aureus* no se logró confirmar su presencia, pero de acuerdo al análisis presuntivo, estuvo ausente en las muestras analizadas.

LAGUNA “LA MANCHA”.

Esta es una laguna mixta, ya que tiene dos afluentes, por un lado el mar (agua salada) y por otro lado el río “Caño Grande o Gallego” (agua dulce); es decir, hay puntos en los que hay mayor salinidad que en otros, principalmente en los cercanos al mar y hay lugares en que se mezclan las dos corrientes, lo cual afecta nuestros resultados, como veremos enseguida.

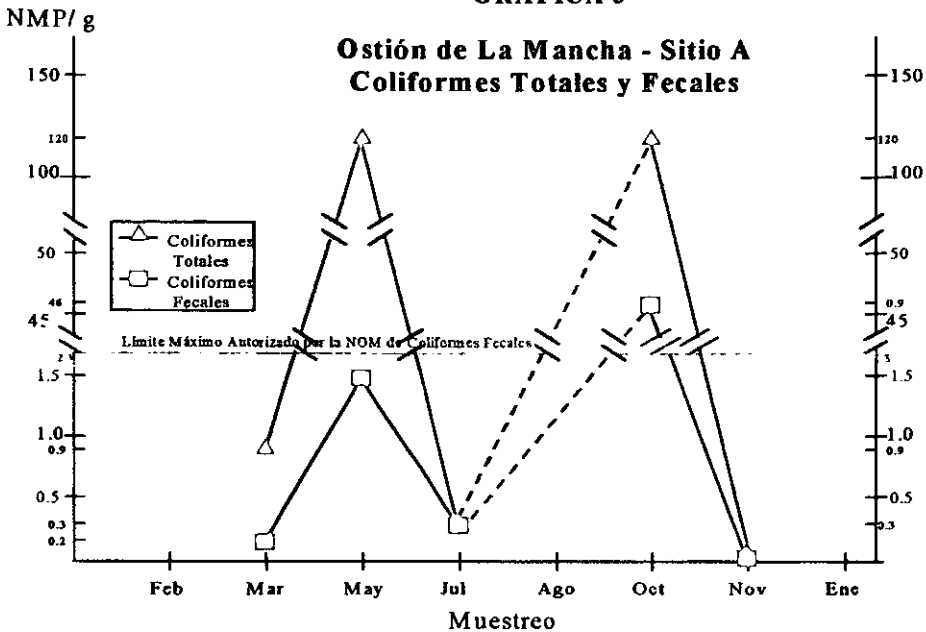
Sitio A. Este sitio como se observa en el mapa de la región (Fig. 2) está próximo a la comunicación con el mar pero hacia el lado opuesto del resto de los puntos de muestreo.

En este sitio se recolectaron muestras durante los meses de Marzo, Mayo, Julio, Octubre y Noviembre, observándose en la gráfica 3 que para CF, el nivel más alto se encontró en el mes de Octubre (NMP: 46 /g), sin embargo en los otros meses no se sobrepasó el límite establecido en la Norma para moluscos bivalvos frescos refrigerados y congelados (Diario Oficial de la Federación, 1995). La tendencia en este sitio es que en el mes de Marzo el número de CF es más bajo, luego aumenta en Mayo y disminuye en Julio para aumentar considerablemente en Octubre y tener ausencia de estos microorganismos en el mes de Noviembre.

Con esta misma tendencia se encuentran los CT. El nivel elevado de CT y CF en Octubre puede estar causado por:

- Una falta de autodepuración del ostión, provocada por la baja profundidad: 50 cm de agua contra 120 cm en Mayo.
- La baja salinidad, ya que en el mes de Octubre que fue de 15.7 ppm, comparada con la de 18 ppm en Mayo.
- La Temperatura, que sin duda favoreció de manera importante a la flora mesófila, ya que fue de 34 °C en Octubre, en tanto que hubo 25 °C en Febrero y de 25 a 29 °C en otros meses con cuentas relativamente bajas.

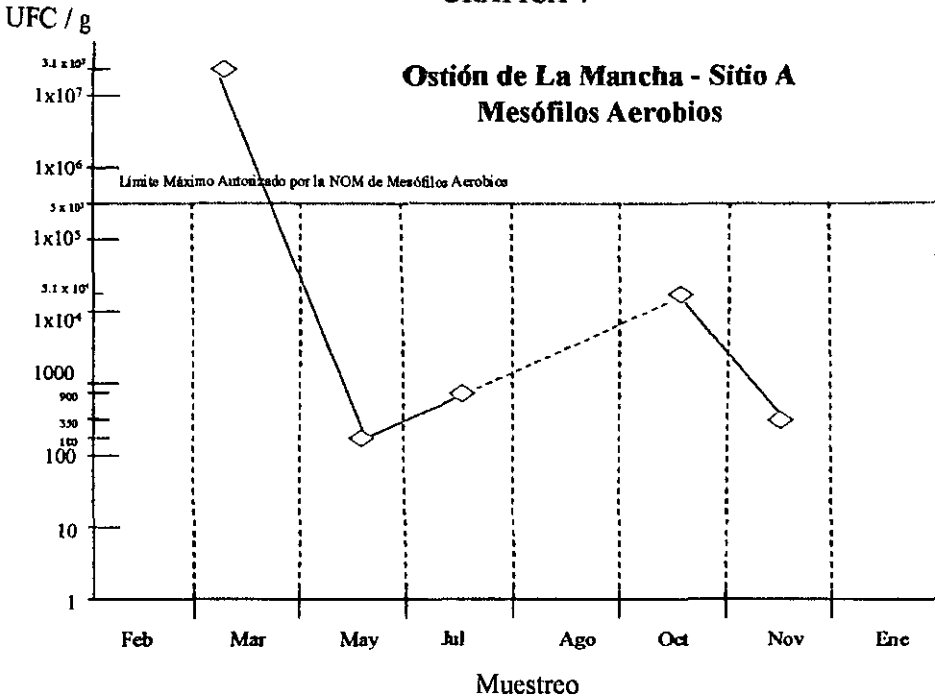
GRÁFICA 3



En lo que se refiere a los MA el comportamiento es muy similar, a partir del mes de Julio, a los CT y CF: en el mes de Marzo se encuentran el nivel más alto (31×10^6 UFC/g), para luego observarse una disminución en Mayo (nivel más bajo), aumentos ligeros en Julio y Octubre y una disminución en Noviembre.

Aunque aumentan en Octubre, este pico no sobrepasa el límite de la NOM y es mucho más moderado que en el caso de los CT y CF lo cual nos hace pensar que sean los propios coliformes, que sí sobrepasan los límites de NOM, los que hagan aumentar a los MA. Sería muy importante identificar la causa de esta explosión de coliformes.

GRAFICA 4

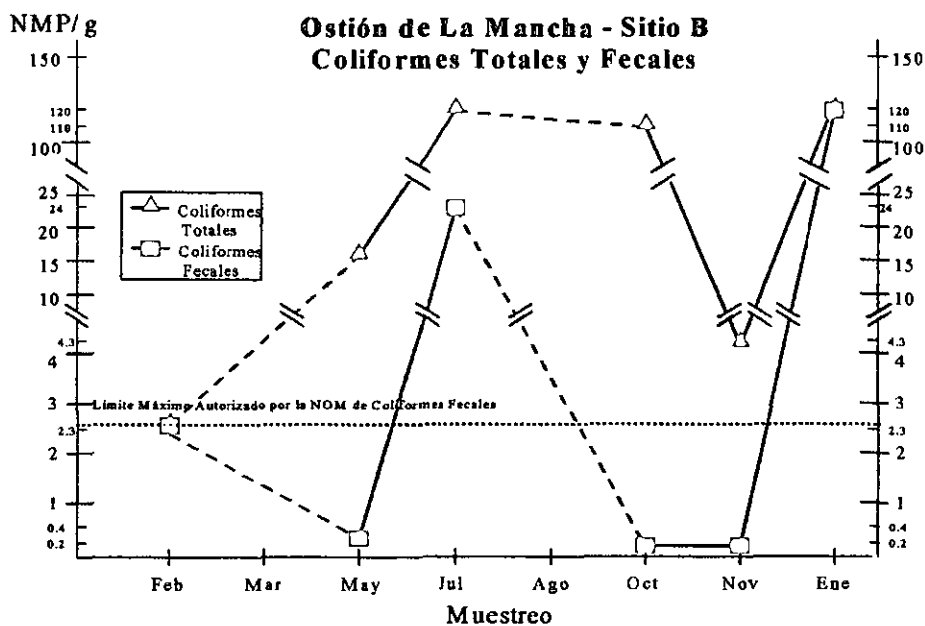


En ninguna de las muestras se encontró la presencia de *Salmonella*, suponemos que se debe a la salinidad y el pH que tiende a la alcalinidad.

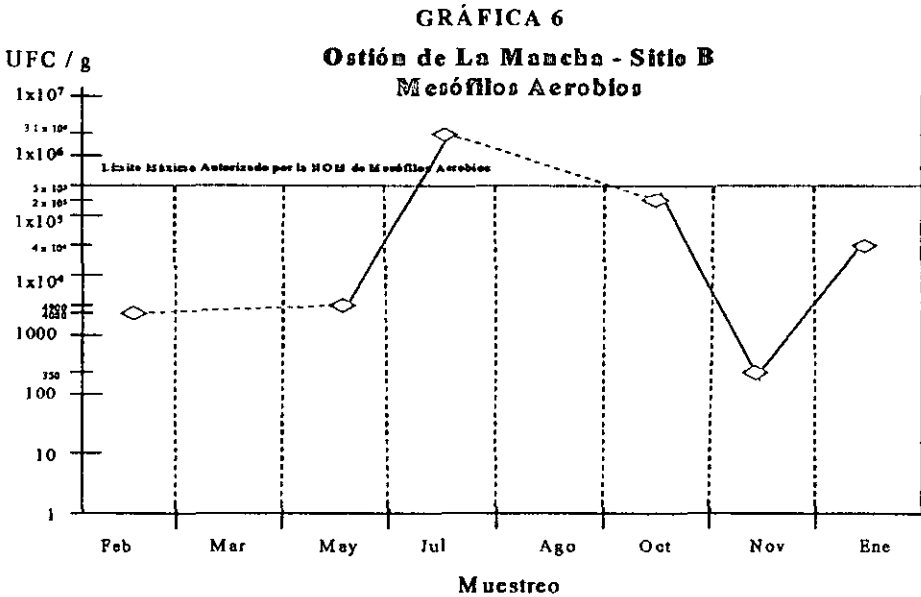
Sitio B. Este sitio se encuentra más cercano al mar y recibe directamente la entrada de agua de mar, como se observa en la Fig. 2; es conocido como Chapo. De este sitio se obtuvieron muestras en los meses de Febrero, Mayo, Julio, Octubre, Noviembre y Enero. El nivel más alto de CF se encontró en el mes de Enero (NMP: 120/g), observándose los niveles más bajos en Mayo, Octubre y Noviembre, seguido de Febrero que se encontró en el límite máximo establecido por la NOM.

En el caso de los CT la tendencia es muy parecida, sin embargo los niveles más altos son en Julio, Octubre y Enero, y el más bajo en Febrero, como se aprecia en la gráfica 5. Lo notable es que los coliformes fecales tienden a ser mucho menos que los totales, excepto en Febrero y Enero donde puede decirse que todos los coliformes son de origen fecal. Esto indica una mayor contaminación y sería importante detectar las causas.

GRÁFICA 5



En lo que respecta a los MA el nivel más alto se encuentra en Julio (31×10^5 UFC/g); lo más notable es que la tendencia en todo el año es que están por debajo del límite que señala la Norma, como se aprecia en la gráfica 6.



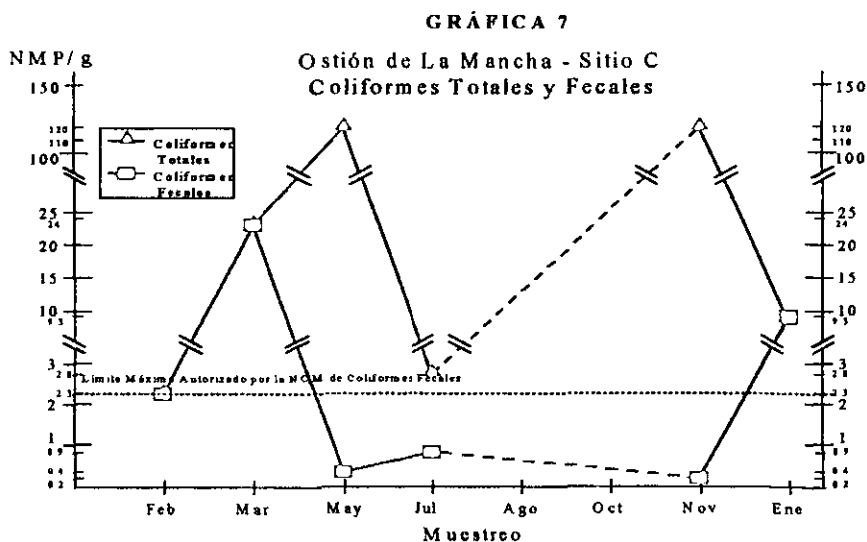
En este sitio encontramos la presencia de *Salmonella* en el mes de Febrero y esto es lógico si toda la población de CT es de origen fecal, aun cuando el número de MA sea bajo; también se favorece la presencia de *Salmonella* por la poca profundidad (30 cm) que no permite una autodepuración del ostión y teniendo, también en contra el pH de 8.2 y la salinidad de 22.7 ppm.

Sitio C. Conocido por los pescadores como Crucero, es el punto donde se encuentran las dos corrientes: de agua dulce y de agua salada. De este lugar se obtuvieron muestras en los meses de Febrero, Marzo, Mayo, Julio, Noviembre y Enero. Los CF tienen los niveles más altos en los meses de Marzo y Enero (NMP: 24 y 9.3 /g respectivamente) los cuales sobrepasan los límites establecidos en la Norma para moluscos bivalvos frescos refrigerados y congelados (Diario Oficial de la Federación.1995). Las muestras de Febrero se encuentran en el límite.

Con esto identificamos una tendencia clara: las muestras de Mayo a Noviembre están muy por debajo del máximo aceptable para los CF, en tanto que los de Enero a Marzo sobrepasan el límite, como se aprecia en la gráfica 7.

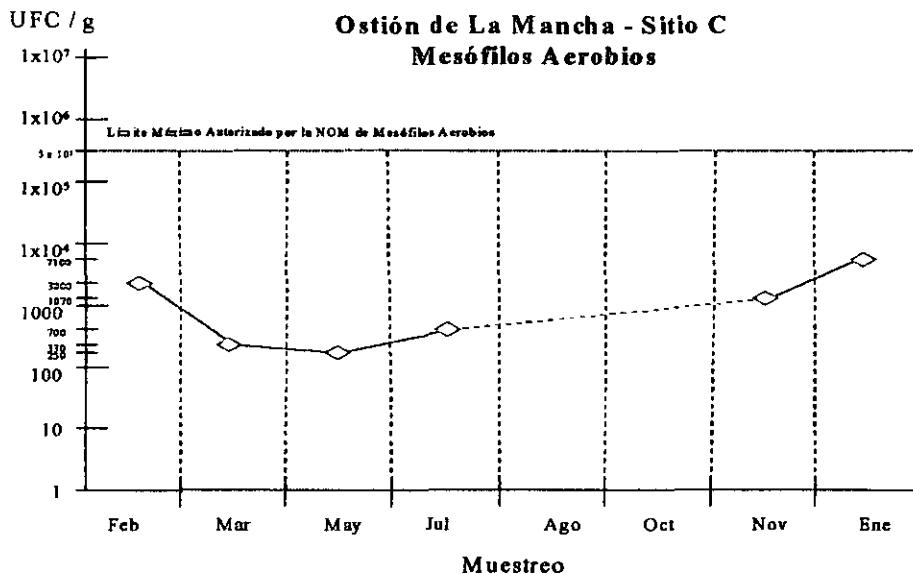
La tendencia de CT son más altos en Mayo y Noviembre (NMP: 120 /g), seguidos de Marzo y Enero (NMP: 24 y 9.3 /g) respectivamente.

Nuevamente en Febrero, Marzo y Enero, encontramos que el número de CT coincide con el de CF.



Los niveles de MA son bajos, casi del mismo orden de magnitud y muy por debajo del límite establecido (gráfica 8).

GRÁFICA 8



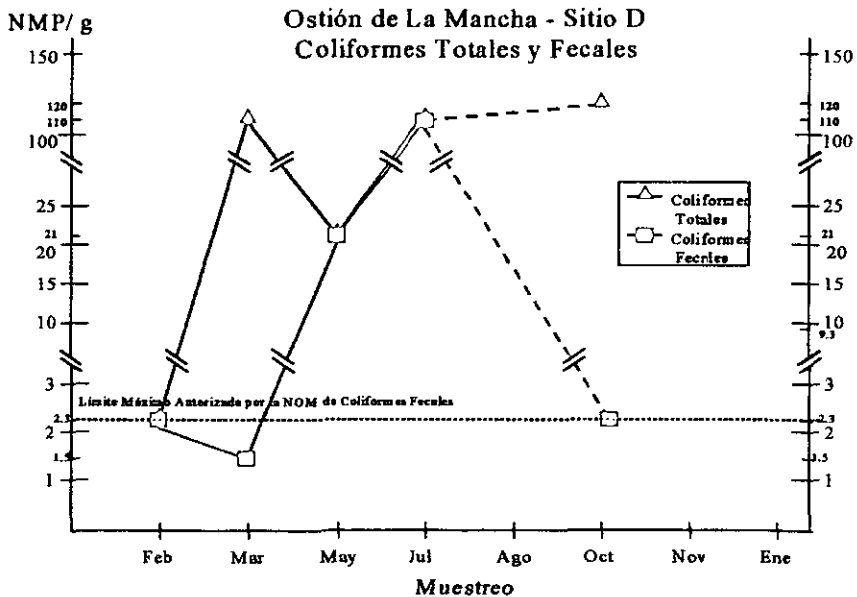
En este sitio también se encontró la presencia de *Salmonella* en el mes de Febrero; coincide con una escasa profundidad: 55 cm, pH < 8.0, salinidad de 18.4 ppm y el O₂ disuelto de 3.9, condiciones adecuadas para su desarrollo, pero sobre todo, con el hecho de que todos los coliformes son de origen fecal.

Sitio D. Conocido también como Caño, es el que tiene comunicación directa con el río Caño Gallego o Grande, el cual le aporta un sin fin de materiales como son: desechos humanos, pesticidas, materia orgánica de animales, desechos de los ingenios azucareros que se encuentran en los alrededores y fertilizantes provenientes de los sembradíos cercanos.

De este lugar se obtuvieron especímenes en los muestreos de Febrero, Marzo, Mayo, Julio y Octubre. El nivel mayor de CF se tiene en el mes de Julio (NMP: 110 /g), seguido por el mes de Mayo (NMP: 21 /g); lo importante aquí es que únicamente en Marzo quedan dentro del límite aceptable.

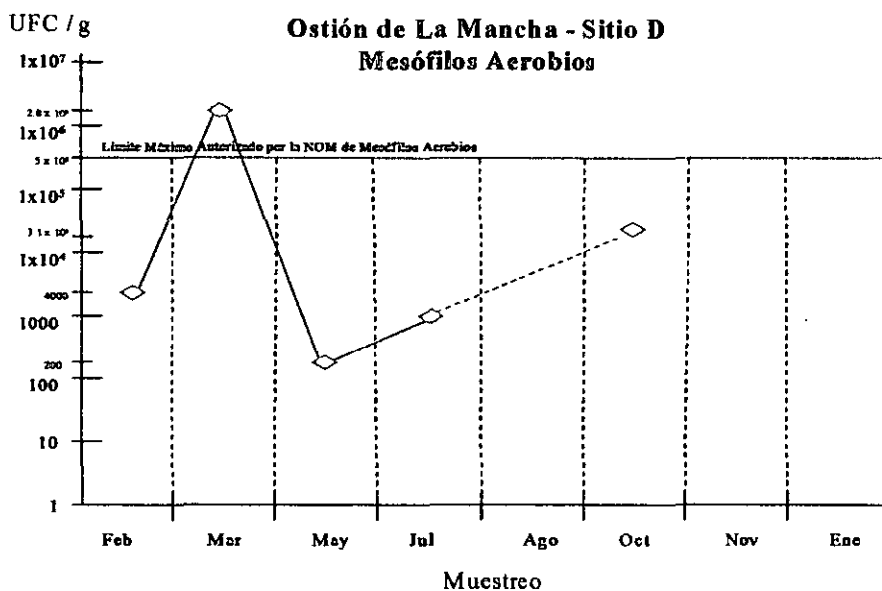
En el caso de CT los mayores niveles se encuentran en Marzo, Octubre y Julio (NMP: 120 y 110/g), con la de que en Mayo y Julio todos los coliformes son de origen fecal; esto también sucede en Febrero pero con NMP: 2.3 /g que es el límite aceptable. Gráfica 9.

GRÁFICA 9



En lo que respecta a MA los niveles son bajos con excepción del mes de Marzo (28×10^5 UFC/g) en el cual se sobrepasa el límite permitido por la Norma para moluscos bivalvos frescos refrigerados y congelados (Diario Oficial de la Federación, 1995). Gráfica 10.

GRÁFICA 10

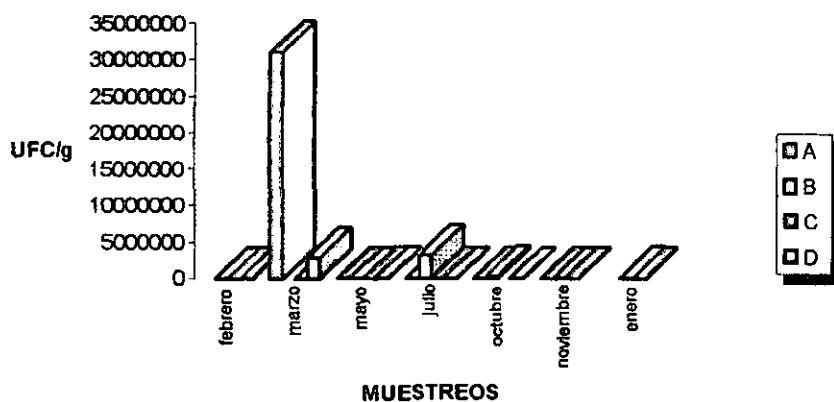


Al igual que en los sitios B y C encontramos la presencia de *Salmonella* en las muestras de Febrero, cuando las condiciones son óptimas para su desarrollo y todos los CT son de origen fecal, pH de 7.6, temperatura de 23.4 °C, salinidad de 1.9 ppm. En este sitio, la profundidad de 128 cm es buena porque le permitiría una mejor autodepuración al ostión, pero este sitio recibe la mayor cantidad de desechos a través del río y tiene la menor salinidad. También podemos considerar la cantidad de O₂ disuelto, que es de los más bajos, con un proceso de eutroficación causado por el aporte del río.

En resumen aunque la disponibilidad de ostión en los muestreos fue variable se recolectaron 22 muestras de ostión, en los cuales puede decirse que existe una importante contaminación con coliformes, relacionada con los cambios de coliformes del agua (Zuleta C.B., Tesis, 2000, en proceso), pero pocos son de origen fecal y seguramente se pueden eliminar con la depuración.

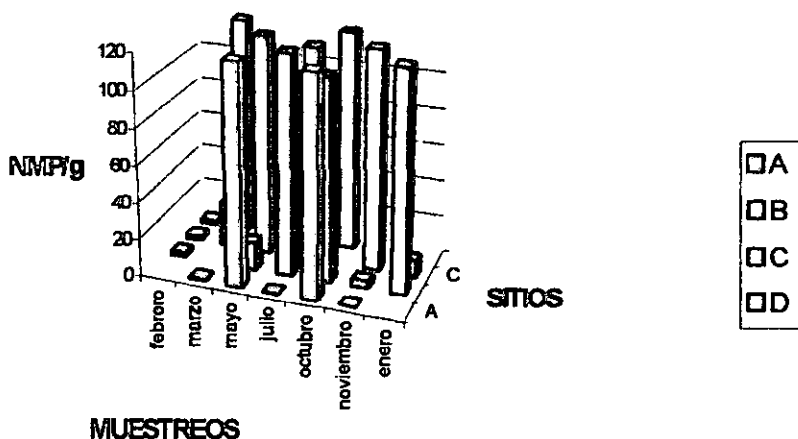
En la gráfica 11 se muestran los resultados de MA en ostión, en todos los sitios a lo largo del estudio. El ostión del sitio C tiene las cuentas más bajas de MA durante casi todo el año. Los picos en MA, ligeramente por arriba del límite que establece la NOM, se presentan en sitios y meses no repetidos. La depuración sería suficiente para reducir estas cargas a niveles aceptables.

GRÁFICA 11.
DETERMINACIÓN DE MESÓFILOS AEROBIOS EN OSTIÓN DE
"LA MANCHA"

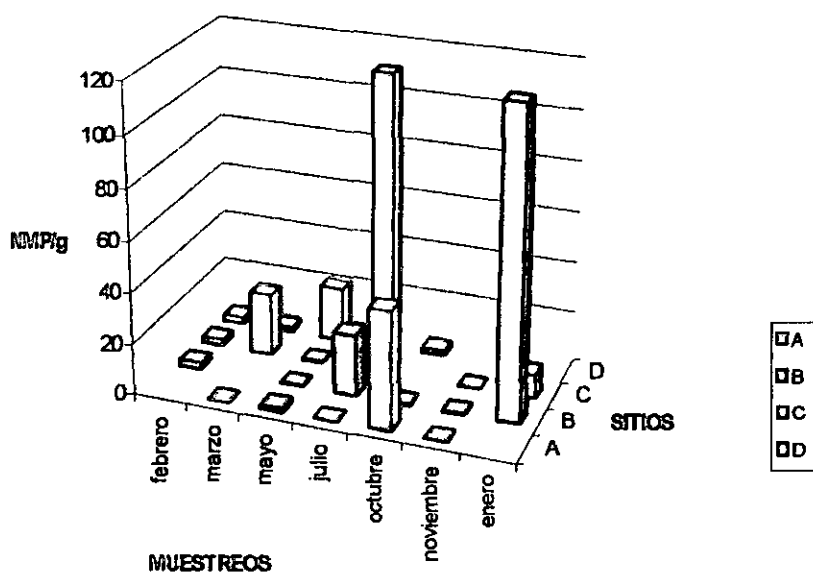


En la gráfica 12 se presentan los resultados de CT y CF; se aprecia que el sitio B es uno de los que tienen mayor número de muestras y en donde se aprecia que de las 22 muestras de ostión de La Mancha (Tabla 3), sólo 7 rebasan el límite de CF y de ellas, 2 son del sitio D, 2 del sitio B, 2 del C y 1 del A.

GRÁFICA 12 a
DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES EN OSTIÓN DE "LA MANCHA"



GRÁFICA 12 b.
 DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES EN
 OSTIÓN DE "LA MANCHA"



No se encontró correlación entre la contaminación en el agua y la contaminación en los ostiones con ($P > 0.05$), el valor calculado de r fue menor a 0.3 en todos los casos y el de tablas de 0.4438, para ninguno de los grupos estudiados, para la laguna ni por sitios, aunque cabe insistir en que son pocas muestras; probablemente por la misma razón, no se encontró tendencia alguna en el análisis de componentes principales.

Se detectó presencia de *Salmonella* en las 3 muestras de ostión de Febrero, y en ninguna otra, a pesar del bajo número de coliformes; los ostiones permiten detectar *Salmonella* fácilmente cuando su presencia en el agua de mar es muy baja (Plusquellec A., 1994)

ESTA TESIS NO SALE
 DE LA BIBLIOTECA

6.2 ESTUDIO QUÍMICO.

	Cd	Pb	Cr
LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (ppm). FDA (1983)	5.0	2.5	5.0

Fuente: Vázquez B. A., 1994

LAGUNA DE “EL LLANO”

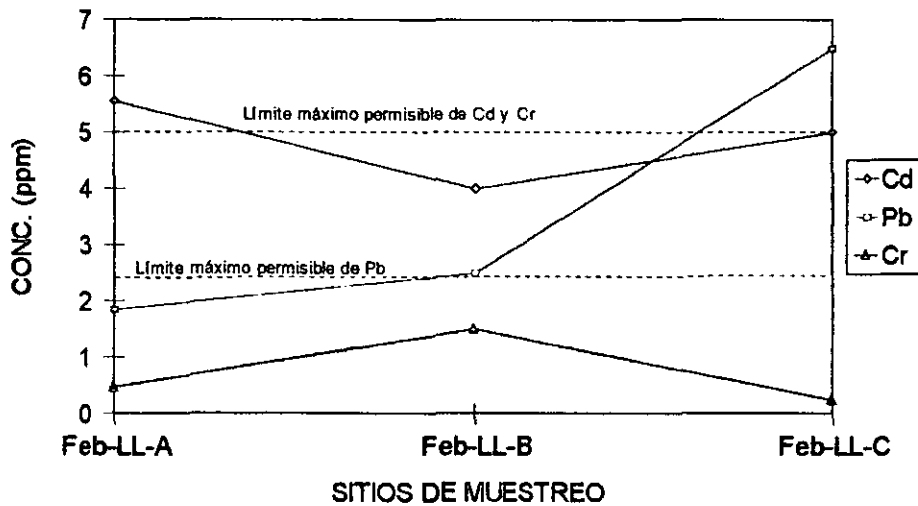
Para la determinación de metales traza en los ostiones de esta laguna sólo se obtuvieron muestras en el mes de febrero por lo que no nos es posible determinar el nivel de contaminación a lo largo del año.

Sin embargo de los resultados en la tabla 8 y la gráfica 13 indican que la cantidad de cadmio es más elevada en el sitio “A” lo cual puede atribuirse a su cercanía con los asentamientos humanos y a la baja profundidad del agua, que por la falta de comunicación con el mar y la evaporación propia del tiempo de secas pueden ser vías para el transporte de este elemento.

Por su parte, la cantidad de plomo que se detecta en el sitio C (tabla 9, gráfica 13) es mucho mayor que en los demás sitios, aumento que puede ser provocado por varios factores entre ellos la cercanía con la planta de tratamiento de aguas, el campamento y la escasa cantidad de agua con la que contaba la laguna en ese sitio.

El cromo se detectó en bajas cantidades (tabla 10, gráfica 13).

GRÁFICA 13.
DETERMINACIÓN DE Cd, Pb Y Cr EN OSTIÓN DE LA LAGUNA "EL LLANO"



LAGUNA DE “LA MANCHA”

En la laguna de “La Mancha” las muestras fueron recolectadas en los meses de febrero, mayo, julio y agosto lo que nos permite determinar que:

CADMIO

La concentración de cadmio en los ostiones, es menor en los meses de febrero y mayo, que en los meses de julio y agosto; esto nos indica que la concentración de cadmio se ve afectada por las precipitaciones pluviales que arrastran todos los desechos industriales a la laguna; sobre todo en los sitios C y D que son los más cercanos a la desembocadura del río Caño Gallego; el cual como ya se ha mencionado con anterioridad introduce de muchos desechos a la laguna. Es extraño el pico de cadmio hasta 65.5147 ppm en agosto, que se aprecia en la gráfica 15 en la que se utilizó una escala diferente para el cadmio y en la gráfica 18, en el sitio B.

PLOMO

La concentración de plomo es aceptable en los ostiones de los sitios A y B es aceptable con respecto a límite máximo permisible (2.5 ppm). Esto se debe a que el agua disponible para el ostión en dichos puntos es predominantemente agua de mar. Esto durante los meses de Febrero y con ciertas reservas por encontrarse en el límite permitido en Julio. Observándose en los meses de Mayo y Agosto una elevación de los niveles de este metal, lo cual puede ser provocado por los aportes pluviales que se mezclan con el agua de la laguna es ésta época del año. En los sitios C y D en cambio, que son los más cercanos a los asentamientos humanos y que reciben la descarga de

desechos provenientes del río; el Pb se encuentra generalmente muy por arriba del límite. Otro de los factores que influyen en el aumento de la concentración de plomo en ésta zona es la mezcla de las corrientes de agua salada y agua dulce. En el sitio C la cantidad de Pb sólo se encuentra por debajo del límite permisible en Julio, y en el sitio D sólo es aceptable en los meses de Febrero y Mayo.

CROMO

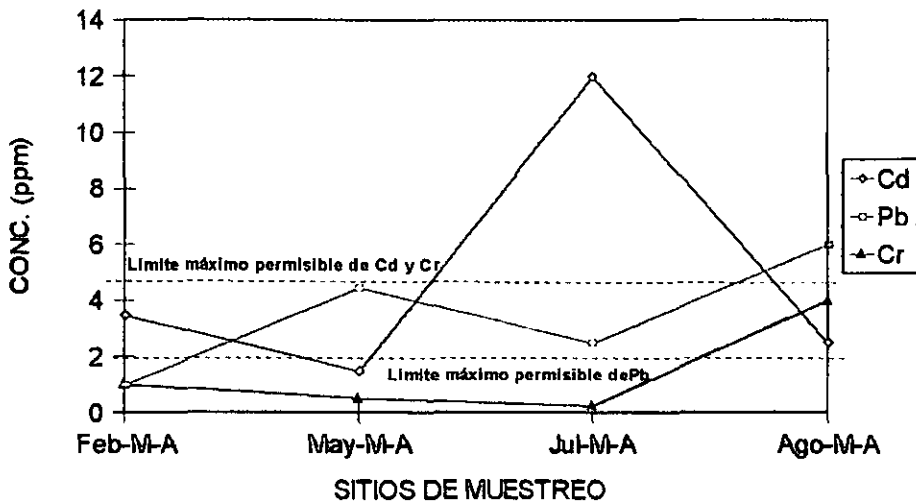
Este elemento se encuentra dentro del límite permisible en los sitios A y B; con excepción del mes de Agosto en el sitio B, en el cual sobrepasa este límite.

En los sitios C y D el nivel de Cr es elevado en los meses de Julio y Agosto, debido a los aportes pluviales que recibe la laguna en estos meses.

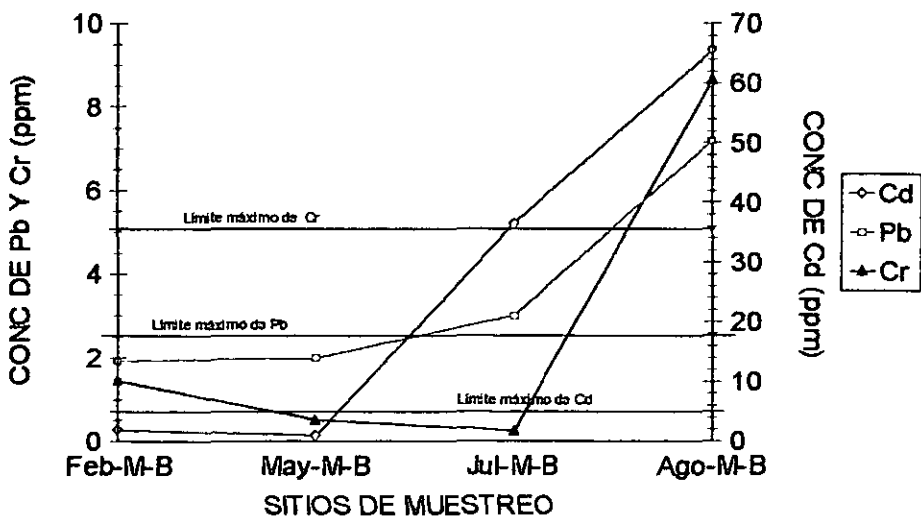
Aún cuando el cromo es un metal tóxico al cambiar su estado de oxidación o aumentar su concentración, el cromo III forma parte de los metales esenciales en los organismos, y son bioacumulados en la biota en niveles más elevados que los de la columna de agua que los rodea.

Queda muy claro que los picos se presentan generalmente en la temporada de lluvias, lo cual hace pensar que para controlarlas hay que controlar su utilización en las zonas agrícolas o industriales y de asentamientos humanos, desde donde son arrastrados.

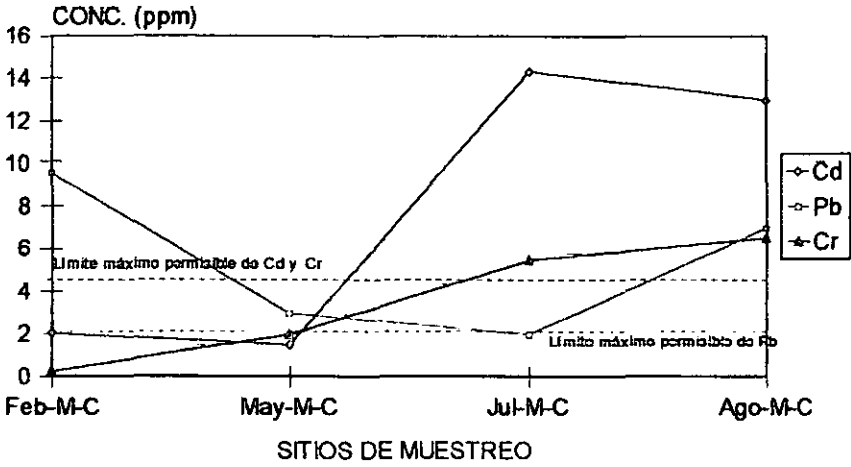
GRÁFICA 14.
DETERMINACIÓN DE Cd, Pb Y Cr EN OSTIÓN DEL SITIO A, DE LA LAGUNA "LA MANCHA"



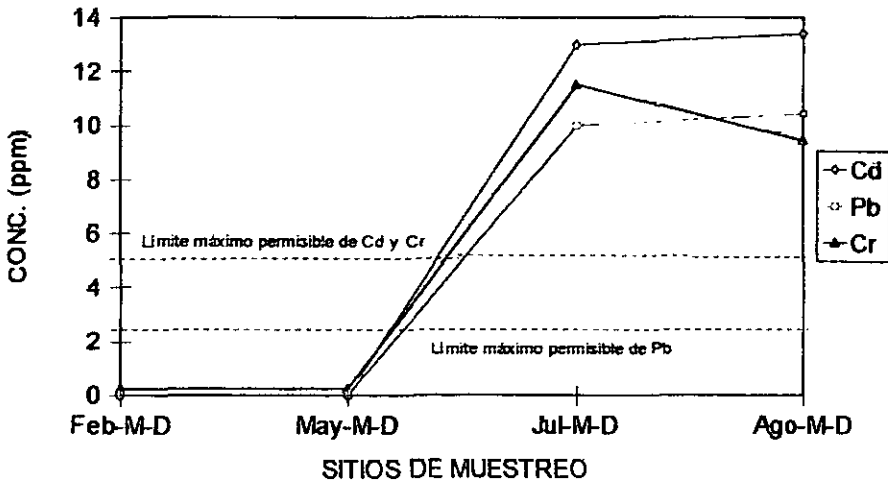
GRÁFICA 15.
DETERMINACIÓN DE Cd, Pb Y Cr EN OSTIÓN DEL SITIO B, DE LA LAGUNA "LA MANCHA"



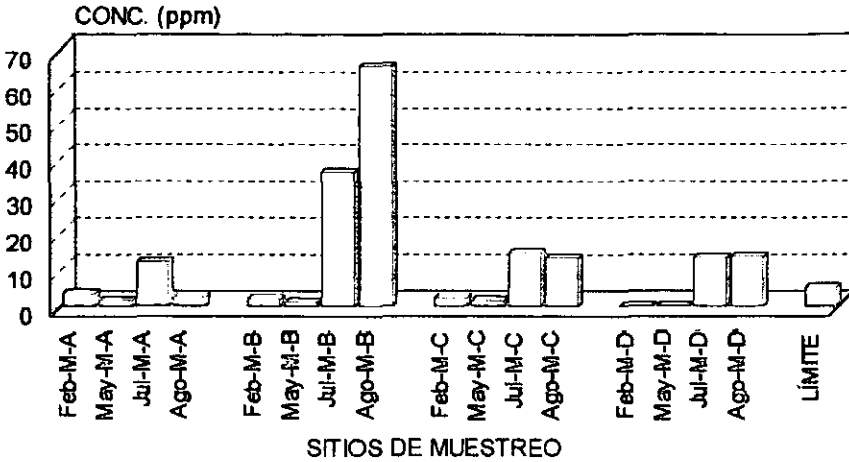
GRÁFICA 16.
DETERMINACIÓN DE Cd, Pb Y Cr EN OSTIÓN DEL SITIO C, DE LA LAGUNA "LA MANCHA"



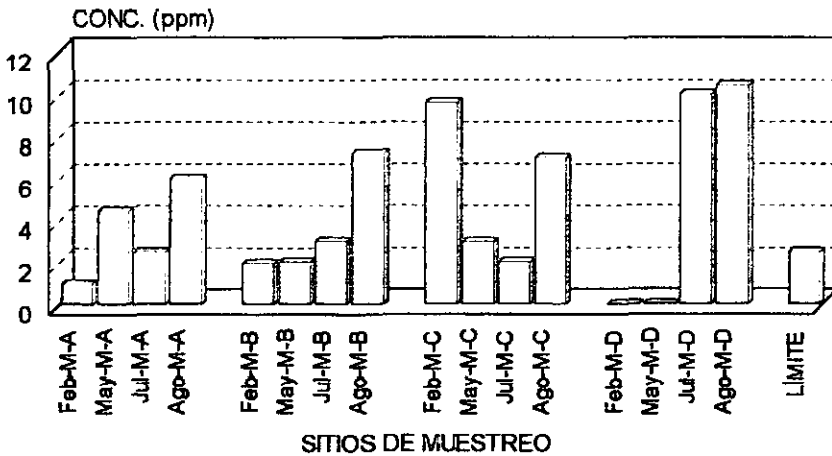
GRÁFICA 17.
DETERMINACIÓN DE Cd, Pb Y Cr EN OSTIÓN DEL SITIO D, DE LA LAGUNA "LA MANCHA"



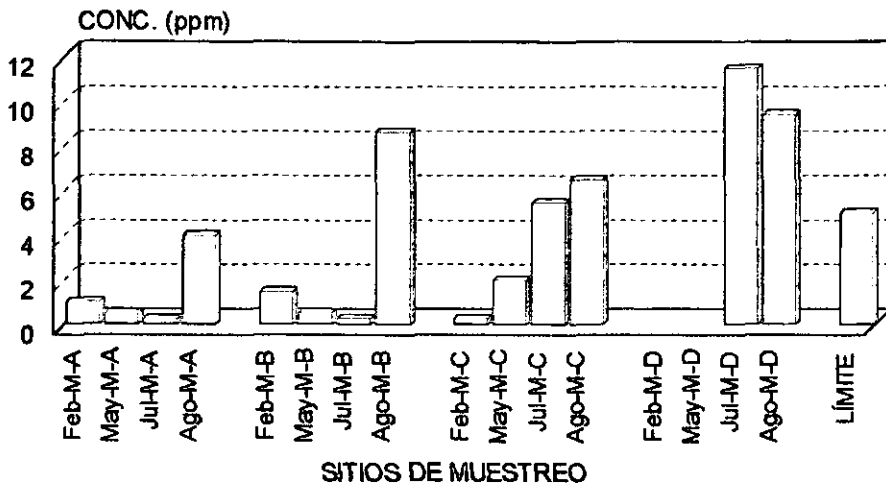
GRÁFICA 18.
DETERMINACIÓN DE Cd EN OSTIÓN EN LA LAGUNA "LA MANCHA"



GRÁFICA 19.
DETERMINACIÓN DE Pb EN OSTIÓN EN LA LAGUNA "LA MANCHA"



GRÁFICA 20.
DETERMINACIÓN DE Cr EN OSTIÓN EN LA LAGUNA "LA MANCHA"



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la laguna de El Llano:

- ❖ El ostión capturado fue microbiológicamente apto para el consumo humano, considerando únicamente los datos de Febrero de 1998 y Enero de 1999. La hipersalinidad de la laguna funciona como un margen de seguridad para el ostión, ya que disminuye sus posibilidades de contaminación con patógenos.
- ❖ Químicamente el ostión capturado en esta laguna sólo pudo analizarse en febrero; no fue apto para consumirse por presentar cantidades elevadas de Cd (>5 ppm) y Pb (>3.5 ppm), en los 3 sitios de muestreo. Hace falta estudiar mas la presencia de estos elementos en la zona, especialmente después del desazolve.
- ❖ Esta laguna debe vigilarse más por los derrames que sufre a lo largo del año de compuestos químicos.

En cuanto a la laguna de La Mancha:

- ❖ El ostión del sitio A fue microbiológicamente apto para consumo humano, (a excepción del mes de Marzo, con respecto a Mesófilos, que están ligeramente altos).
- ❖ Químicamente sólo fue apto para consumirse en los meses de Febrero y Mayo. No así en Julio por tener elevada concentración de Cd y en Agosto por tener un poco más de lo permisible de Pb.
- ❖ El ostión de los sitios B y C no fue apto microbiológicamente para consumo humano en el mes de Febrero por la presencia de *Salmonella* y debe tenerse mucho cuidado cuando existen condiciones apropiadas para el desarrollo de patógenos, como sucedió en Enero en el sitio B y en Enero, Marzo y Julio en el sitio C.
- ❖ Desde el punto de vista de la contaminación química no debió consumirse en los meses de Mayo y sobre todo en Julio y Agosto por tener elevada concentración de Cd.

- ❖ La contaminación química en el sitio C, hace al ostión no apto para consumo, debido a las elevadas concentraciones de Cd, Pb y Cr a lo largo de todo el estudio.
- ❖ El ostión del sitio D en la laguna de “La Mancha”, no fue microbiológicamente apto para consumo humano en el mes de Febrero por la presencia de *Salmonella* y debe tenerse mucho cuidado en los meses de Mayo y Julio por existir condiciones apropiadas para el desarrollo de patógenos.
- ❖ La contaminación química lo hizo no apto para consumirse en los meses de Julio y Agosto debido a la elevada concentración de Cd, Pb y Cr (>12, 2.5 y 4 ppm respectivamente).
- ❖ Del total de muestras analizadas microbiológica y químicamente sólo los del sitio B el mes de Mayo cumple con todos los requisitos.

Sugerencias importantes a considerar para próximos proyectos:

- ❖ A partir de los resultados, podemos sugerir que el efecto principal para asegurar la calidad microbiológica y química de los moluscos bivalvos (y seguramente de otros productos pesqueros) en los humedales o lagunas costeras, es la combinación de factores climáticos (como temperatura, salinidad o lluvia) con las actividades y asentamientos humanos cuyos desechos van a dar a estos ambientes.
- ❖ En la zona estudiada se detectan los efectos de la contaminación química y microbiológica y se relacionan claramente con la estacionalidad y con las principales actividades humanas de la zona, como son los ingenios azucareros, los pequeños asentamientos y plantas de tratamiento de residuos, por mencionar algunas.
- ❖ En todo el estudio, los sitios de muestreo que destacan como los de mayor problemática sanitaria y de contaminación química son el Río Grande o Caño Gallego y el sitio D de la laguna de La Mancha, donde dicho río desemboca. Esto subraya la necesidad de atender, a la brevedad, el problema de contaminación que el Río introduce al sistema.

- ❖ Sin embargo, la contaminación detectada podría ser reducida hasta niveles aceptables mediante la depuración del ostión, aunque, desde luego hay que evaluarla y establecer las condiciones óptimas para llevarla a cabo.
- ❖ Además de la depuración, para llevar a cabo una adecuada Reordenación ecológica de la zona, debe considerarse la disminución de contaminantes provenientes de los alrededores y la adecuada explotación incluyendo captura, encierro y/o cultivo de las especies, en los sitios en donde se obtienen productos más seguros; éstos podrían ir cambiando a lo largo del año, según el efecto de los demás factores.
- ❖ También es conveniente combinar esta planeación con el conocimiento del ciclo biológico del ostión para asegurar su óptimo crecimiento y la captura o recolección en las mejores condiciones.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. - Becerra T, N., Vázquez B, A.1995. Bacterias coliformes totales, fecales y patógenas en el sistema lagunar Chantunto-Panzacola, Chiapas, México. *Hidrobiológica*. 5 (1-2): 87-94.
2. - Cabrera M, I.1981. Evaluación de metales pesados en 4 lagunas del Golfo de México en las que se realizó explotación ostrícola. Facultad de Ciencias, UNAM.
3. - Contreras, E. F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad; 415 p.
4. - Contreras, F. E.1984. Estudios Hidrobiológicos en Lagunas Costeras. *Ciencia*. 35 (1)
5. - Cook D.W. 1991 *Microbiology of Bivalve Molluscan Shellfish*. Cap. 2. Tomado de Ward D.R. y Hackney C. 1991. *Microbiology of Marine Food Products*. AVI. USA.
6. - De la Lanza, E. G., Cáceres, H. C. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad.
7. - Diario Oficial de la Federación.1995. Resumen de la norma para moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. 6 de Marzo
8. - Frazier, W.C., Westhoff, D.C.1993. *Microbiología de los Alimentos*; España. Acribia; 4ª edición.
9. - González F, A., Vázquez B., Villanueva F., S.1994. Presencia de metales en sedimentos recientes y organismos de la laguna Sontecomapan, Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 4 (1-2): 35-43.
- 10.- González J. S., Martínez D. L.B. 1992. Cuantificación de Arsénico, Cadmio, Mercurio y Plomo en Pescados y Mariscos por Espectrofotometría de Absorción Atómica. Facultad de Química. UNAM.
- 11.- International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1985. *Ecología Microbiana de los Alimentos*. Vol. Productos Alimenticios; España. Acribia.
- 12.- Kaysner, C.A., Trast, P.A., Jinneman, K.C., Abeyta, C., Stott, R.F. 1995. Uptake, survival and elimination of four enteric pathogens in pacific oyster (*Crassostrea gigas*) shellstock. Abstracts of the annual meeting. American Society for Microbiology. Abs. No.382.
- 13.- Kvenberg J.E. 1991. Nonindigenous Bacterial Pathogens. Cap. 10. Tomado de Ward D.R. y Hackney C. 1991. *Microbiology of Marine Food Products*. AVI. USA.

- 14.- León y Peña N., Olga de. 1987. Evaluación de metales pesados en sedimentos recientes de dos sistemas costeros del caribe mexicano. Facultad de Ciencias, UNAM.
- 15.- Marmolejo R, C.1989. Acumulación de metales pesados en tres especies de moluscos bivalvos de la región costera aledaña al puerto de Mazatlán; Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México.
- 16.- Miescier J.J.; Hunt D.A., Redman J., Salinger A., Lucas J.P. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Molluscan Shellfish: Oysters, Mussels, and Clams. APHA, Third Edition. USA.
- 17.- Mo-C; Neilson-B. 1991. Variability in measurements of zinc in oysters, *C. virginica*. Marine Pollution Bulletin. 22 (10) 522-525.
- 18.- Moreno R., G. 1994. Estudio Ambiental del Ingenio Fomento Azucarero; Facultad de Química, UNAM.
- 19.- NMX - FF - 001 - 1994 - SCFI. Productos de la Pesca - Ostión en concha - Especificaciones; Dirección General de Normas.
- 20.- NOM - 1, F - 8 - 1964. Método de Prueba para la Determinación de Microorganismos. Dirección General de Normas.
- 21.- NOM - 117 - SSA1- 1991. Determinación de metales pesados en alimentos.
- 22.- NOM - F - 286 - 1962. Preparación y dilución de muestras de alimentos para análisis microbiológicos. Dirección General de Normas. Alimentos
- 23.- NOM-092-SSA1- 1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.
- 24.- NOM-114-SSA1- 1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos.
- 25.- NOM-115-SSA1- 1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de *Staphylococcus aureus*.
- 26.- NOM-112-SSA1- 1994. Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del Número Más Probable.
- 27.- NOM-113-SSA1- 1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- 28.- Paez O. F, Zazueta P., Izaguirre F. G. 1991. Trace metals in bivalves from Navachiste Lagoon, México. Marine Pollution Bulletin. 22 (6) 305-307.

- 29.- Plusquellec A., Beucher M., Le Lay C., Gueguen D., Le Gal Y. 1994. Uptake and retention of *Salmonella* by bivalve shellfish. *Journal of Shellfish Research*. 13 (1) 221-227.
- 30.- Ponce V., M. G. 1988. Evaluación de metales pesados en sedimentos recientes y tejidos del ostión *Crassostrea virginica* de la laguna de Términos, Campeche, México. Facultad de Ciencias, UNAM.
- 31.- Richards G.P. 1991. Shellfish Depuration. Cap. 16. Tomado de Ward D.R. y Hackney C. 1991. *Microbiology of Marine Food Products*. AVI. USA.
- 32.- Sevilla H., M. L. 1990. Las Ostras en México: Aspectos Básicos para su Cultivo; México; Limusa; 165 p.
- 33.- Sikorski, Z. 1990. *Tecnología de los Productos del Mar*. España. Acribia.
- 34.- Valle V. P. *Toxicología de Alimentos*; Cap. 3. México; ECO; 2ª de; 145 p.
- 35.- Vázquez B., A. 1992. Ecología, recursos costeros y contaminación en el Golfo de México; *Ciencia y Desarrollo*. XVII, (102); 28-48.
- 36.- Vázquez B.A., Ponce V. G., Villanueva F.S., Rueda Q.L. 1994. Cap. Contaminación. Tomado de De la Lanza E. G., Cáceres M. C. 1994. *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. México. Limusa.
- 37.- Villalobos F., C. E. 1990. Niveles de plaguicidas organoclorados presentes en sedimentos recientes de la laguna de Términos, Campeche. Facultad de Ciencias, UNAM.
- 38.- Zamora F. M. C. 1987. Determinación de plaguicidas organoclorados por cromatografía gas-líquido en los sedimentos de la laguna Huizache, Carmanero, Sinaloa. Facultad de Química, UNAM.