

72  
2ej.



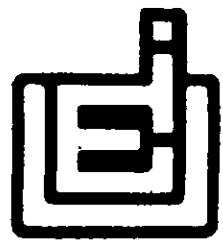
# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

RESISTENCIA A ANTIBIOTICOS DE BACTERIAS  
COLIFORMES AISLADAS DEL OSTION  
(*Crassostrea virginica*) Y AGUA DE SUS BANCOS DE  
EXTRACCION EN LA LAGUNA DE  
PUEBLO VIEJO, VERACRUZ, MEXICO.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
P R E S E N T A:  
MEJIA LOMELI SAMUEL FRANCISCO

DIRECTORA DE TESIS: BIOL. ANA FEDERICA CHAVEZ SANCHEZ



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

JUNIO DE 1998

264735



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO  
CAMPUS IZTACALA

RESISTENCIA A ANTIBIOTICOS DE  
BACTERIAS COLIFORMES AISLADAS DEL  
OSTION (*Crassostrea virginica*) Y AGUA DE SUS  
BANCOS DE EXTRACCION EN LA LAGUNA  
DE PUEBLO VIEJO, VERACRUZ, MÉXICO.

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
PRESENTA:  
Mejía Lomelí Samuel Francisco

DIRECTORA DE TESIS: BIOL. ANA FEDERICA CHAVEZ SANCHEZ

JUNIO DE 1998

## AGRADECIMIENTOS

A MI ASESORA:

BIOL. ANA FEDERICA CHAVEZ SANCHEZ

Por la dirección del presente trabajo, por su apoyo y confianza que depositó en mí para la elaboración de este trabajo.

AL M. C. RAMIRO JESUS SANDOVAL

Por las facilidades y apoyo en la realización del presente trabajo.

A LA BIOL. SUSANA ESTHER GONZALEZ ALMAZAN

Por su valiosa colaboración, comentarios, observaciones, sugerencias y aportaciones que enriquecieron en gran medida este trabajo.

AL M. C. JOSE OTILIO RAMIREZ ROJAS

Por las facilidades, comentarios, sugerencias y apoyo en la realización del presente trabajo.

A MIS SINODALES:

M. en C. AGUSTIN RUIZ CABRERA

M. en C. SAUL FLORES MAYA

M. en C. RAMON V. MORENO TORRES

M. C. JOSEFINA TORRES GOMEZ

Por las facilidades, apoyo, tiempo y sobre todo por sus atinadas sugerencias que contribuyeron a mejorar el trabajo.

A mis COMPAÑEROS del modulo de instrumentación y laboratorios de la carrera de medicina de la unam campus iztacala.

A todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a la realización de este trabajo

Gracias

## DEDICATORIAS

- ⊖ Primeramente a Dios, por darme la vida y permitirme alcanzar este sueño.
  
- ⊖ Dedico este trabajo a mis padres SAMUEL y LETICIA , por haber hecho posible lo que soy y agradeciendo todo su apoyo, cariño y comprensión brindados para poder hacer realidad uno de mis sueños, pudiéndolo convertir en un triunfo que considero que es de todos.
  
- ⊖ A mis Hermanos: GABRIEL y CESAR, quienes siempre me han brindado su apoyo y cariño, confiando en que algún día culminara mi carrera profesional. Gracias a cada uno.
  
- ⊖ A mis ABUELOS, TIOS, PRIMOS, SOBRINOS, por ser la familia que son.
  
- ⊖ A ERIKA y FELIPA por su apoyo y cariño durante la formación de este sueño.
  
- ⊖ A mis AMIGOS “ellos saben quien son” y aquellas personas que me motivaron a seguir adelante hasta alcanzar mi objetivo.

⊖ A mis MAESTROS por los conocimientos que pacientemente me brindaron durante mi formación.

⊖ A los miembros de la cooperativa “Unica regional de pescadores de la laguna de Pueblo Viejo Veracruz. S. C. L.”.

⊖ A PORFIRIO por las facilidades en el desarrollo del trabajo de campo.

⊖ A todos aquellos que escapan de mi mente y que participaron en la realización de este logro.

## INDICE

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Objetivos	13
4. Ubicación del área de estudio	14
5. Metodología	20
6. Resultados y Discusión	24
7. Conclusiones	45
8. Bibliografía	47



## RESUMEN

Se determinó la resistencia a antibióticos de bacterias aisladas del ostión y de agua de sus bancos de extracción en la laguna de Pueblo Viejo Veracruz, obteniéndose un total de 532 cultivos puros (351 procedentes del agua de sus bancos de extracción y 181 del ostión), estas bacterias se encontraron agrupadas en 8 géneros: *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Citrobacter*, *klebsiella* y *Proteus*, encontrándose estos géneros en ambas muestras (ostión y agua); al determinarse la resistencia de estas bacterias a los antibióticos mediante la técnica de difusión en disco, se encontró que estas bacterias, no importando de donde habían sido aisladas, presentaron un alto porcentaje de resistencia a los antibióticos  $\beta$  - lactámicos (Penicilinas y Cefalosporinas) y una escasa o nula resistencia a los Aminoglucósidos, Macrólidos y Quinolonas, por lo que estos antibióticos serían los indicados para tratar un brote epidémico en la zona que pudiera estar ocasionado por el consumo de este marisco.

## INTRODUCCION

Desde el punto de vista clínico, entendemos por antibióticos un conjunto de sustancias eficaces terapéuticamente sobre microorganismos (bacterias y hongos, casi exclusivamente) productores de enfermedad. Unas son sustancias producidas por microorganismos (por bacterias: *Streptomyces sp.*, *Bacillus sp.*, *Micromonospora sp.* o por hongos, como *Penicillium sp.*, *Cephalosporium sp.*, *Fusidium sp.*, etc.); otras son sustancias obtenidas por síntesis química (quimioterápicos) y otros son compuestos semisintéticos, o sea obtenidas por manipulaciones químicas sobre las sustancias sintetizadas a partir de microorganismos (García, 1978; Garrod, 1981).

La era moderna de los antimicrobianos comienza en los albores del siglo XX, con la introducción de las primeras sustancias con gran eficacia antibacteriana: las sulfamidas, introducidas por Domagk en 1932 para el tratamiento de las infecciones estreptocócicas y después la penicilina utilizada por Abraham, Chain y Florey en 1940; a partir de los años 50's comienza la "edad de oro" con el descubrimiento de nuevos géneros antimicrobianos; estas sustancias han continuando su desarrollo hasta llegar en la década de los 90's a los modernos azálidos. El factor determinante de la eficacia clínica de los antibióticos es la selectividad de su acción sobre las funciones o estructuras bacterianas, sin interferir con estructuras o funciones del macroorganismo (Neuman, 1979; Calderón, 1997).

Los antibióticos ejercen su acción antibacteriana bien haciendo al microorganismo inviable, mecanismo de acción que se conoce como bactericida o bien inhibiendo la multiplicación bacteriana, mecanismo que se considera como bacterioestático (Neuman, 1979; Roy, 1981; Calderón, 1997). Por lo que se refiere a su actividad sobre los diversos géneros y especies

bacterianos, para que un antibiótico sea eficaz tiene que penetrar en el interior de la célula bacteriana atravesando las estructuras bacterianas y, una vez dentro, tiene que encontrar en la célula el sustrato adecuado para ejercer su acción; el sustrato sobre el que ejercen su acción es muy variado, la penetración de un antimicrobiano no presenta demasiadas dificultades en las bacterias grampositivas para pasar a través del mucopéptido constitutivo de la pared bacteriana, sin embargo el paso de la membrana citoplasmática, si el blanco de acción es intracitoplasmático, puede ser problemático y viene condicionado por la estructura química del antibiótico, habiendo sustancias que pasan por difusión pasiva en tanto que otras precisan de un transportador (difusión facilitada) y otras de sistemas de transporte energético (transporte activo) (Chopra, 1982). En las bacterias gramnegativas existe una estructura externa al mucopéptido, la membrana externa. Esta actúa a modo de criba o cedazo más o menos eficaz según la especie bacteriana; el paso está condicionado en gran parte por el tamaño molecular del antibiótico, ya que para la mayoría de preparados antibacterianos tiene lugar a través de poros proteicos que atraviesan la membrana (Neuman, 1979; Calderón, 1997).

Una vez que el antibiótico ha penetrado, actuará si puede fijarse específicamente sobre la estructura, o interfiriendo en la secuencia metabólica, exacta y única, que le permita por bloqueo o sustitución, alterar el metabolismo de la célula bacteriana.

Los mecanismos de acción de los diferentes antimicrobianos sobre las diferentes estructuras bacterianas son los siguientes: 1) actúan sobre la síntesis de la pared bacteriana (antibióticos  $\beta$ -Lactámicos), 2) alteran el funcionamiento de la membrana citoplásmica (Polimixinas), 3) interfieren con la síntesis proteica a nivel de los ribosomas (Macrólidos y Aminoglucósidos), 4) inhiben vías metabólicas importantes en el microorganismo (Nitrofuranos y Sulfas) y

finalmente, 5) interfieren con la síntesis del ADN bacteriano inhibiendo la síntesis de los catabolitos esenciales ó alterando enzimas implicadas en su replicación (Quinolonas) (Neuman, 1979; Calderón, 1997).

Sin embargo, aunque estos compuestos han sido utilizados con éxito en el tratamiento de las enfermedades infectocontagiosas, hoy en día su uso plantea grandes dilemas, debido, por una parte, a un cambio en los patógenos involucrados en las infecciones, y por otra al reconocimiento de nuevas bacterias (Serafín, 1983) y otra, quizá más importante, constituida por organismos que inicialmente tenían un bajo potencial de patogenicidad, virulencia e invasividad y que actualmente, son identificados como una causa importante de infecciones severas en individuos hospitalizados, así como en el huésped inmuno comprometido (Lederberg, 1992; Tamayo, 1992; Ramírez, 1995), en los cuales se documenta un aumento progresivamente creciente de resistencia a diversos antimicrobianos. Hace algunos años la mayoría de los géneros de bacterias eran habitualmente sensibles a las penicilinas, sin embargo, en 1946 justo 5 años después de que la penicilina fuera ampliamente usada en la segunda guerra mundial, los doctores descubrieron microorganismos casi invulnerables a esta sustancia, encontrando que, de forma paulatina, se ha incrementado la resistencia a este antibiótico, sobre todo en los gramnegativos; esta resistencia también se ha incrementado para otro tipo de antibióticos, creándose el siguiente círculo vicioso: nuevos antibióticos, nuevos mutantes (Begley, 1994). La seriedad del problema de las bacterias resistentes a los antibióticos, desde el descubrimiento de los primeros antimicrobianos, puede ilustrarse a través de brotes y epidemias de proporciones devastadoras, como las infecciones respiratorias entre el personal de servicio de la segunda guerra mundial, debidas a *Streptococcus pyogenes* resistentes a la sulfadiazina; en Japón a finales de la década de los 50's se presentó un brote de disentería por *Shigella* resistente a

muchos de los antibióticos disponibles en ese momento (Anderson, 1968). Voogd (1977), analizó la resistencia de especies de *Salmonella*, aisladas en Holanda durante el período de 1972 a 1974 (14241 cultivos de *Salmonella* en 1972, 13086 en 1973 y 22927 en 1974 respectivamente), a 4 antimicrobianos Ampicilina, Cloramfenicol, Kanamicina y Tetraciclina, observando que estas bacterias presentaban resistencia principalmente a Tetraciclina 37.63%, 42.69% y 35.49% respectivamente, y que los valores de resistencia a los demás antibióticos no sobrepasaba el 1%, y que las especies de este género, que presentaban una alta incidencia de multirresistencia, correspondían a *Salmonella typhimurium* y *Salmonella typhi*. Casal (1989), estudió la resistencia de *Mycobacterium fortuitum* y *Mycobacterium chelonae* a Amikacina, Roxitromicina, Cefpiromona, Ciprofloxacina, Rifampicina, Isoniacida y Ethambutol de manera individual y asociada, encontrando que cuando eran usados de manera individual se presentaba un alto porcentaje de resistencia por parte de *Mycobacterium fortuitum* a Rifampicina 100%, Ethambutol 100%, Cefpiromona 92% y Roxitromicina 52%, y de *Mycobacterium chelonae* a Rifampicina 100%, Ethambutol 100%, Isoniacida 89% y Ciprofloxacina 69%, sin embargo, cuando estos eran usados en combinación (por parejas), los porcentajes de resistencia para ambas bacterias frente a los antibióticos anteriormente mencionados disminuía hasta llegar a un 8% y, en algunos casos, hasta el 100% de las cepas analizadas resultaron sensibles a los antibióticos utilizados en combinación. Leibovici (1992), determinó los patrones de resistencia a los antibióticos en bacterias gramnegativas aisladas de hemocultivos durante 1988 - 1989, de un total de 670 (58% aisladas en la comunidad) encontró que la bacteria más frecuentemente aislada era *Escherichia coli* con 38%, seguida de *Klebsiella sp.* 18%, *Pseudomonas sp.* 17%, *Acinetobacter sp.* 12%, *Enterobacter sp.* 8% y *Proteus mirabilis* 7%,

encontrando que las cepas aisladas presentaban un alto porcentaje de resistencia a los antibióticos utilizados, principalmente a Ampicilina y a tetraciclina, encontrando altos valores de resistencia en las cepas de *Acinetobacter sp.* y *Pseudomonas sp.*, Sirot (1993), en un estudio de 3 años de duración en Francia, evaluó la resistencia a Cefotaxime y a otros 7  $\beta$  - lactámicos en miembros de la familia *Enterobacteriaceae*, al analizar un total de 30,715 cultivos, (10,641 en 1988, 10,692 en 1989 y 9,382 en 1990) encontró una gran variedad de resistencia a los antibióticos utilizados (Amoxicilina, Ticarcilina, Cefalotina, Cefoxitina, Ceftazidima, Imipenem) y que ésta dependía del género aislado, presentándose una alta incidencia de resistencia a Amoxicilina, Ticarcilina y Cefalotina (35 al 98%).

Nuestro país no es la excepción, los primeros trabajos reportados datan de la epidemia ocasionada por un brote de *Salmonella typhi* multirresistente en 1972, ocasionando 1350 muertes a partir de 10 000 casos (González, 1977; Neu, 1990). Kupersztoch (1982), ha reportado en México una gran variabilidad de la resistencia a antimicrobianos de *Salmonella sp.*, en el año de 1981, señala que el porcentaje de resistencia es proporcional a la cantidad exagerada de fármacos consumidos y considera que este aumento de resistencia en los microorganismos presentes en los hospitales se debe al consumo mayor de antimicrobianos. Cisneros (1987) , determinó la sensibilidad de 97 cepas del género *Enterobacteriaceae*, aisladas de coprocultivos en Xochimilco, a 17 antimicrobianos; de las cepas estudiadas 18.6% presentó sensibilidad a los 17 fármacos antimicrobianos probados; 11.3% mostró a un solo agente y 70.1% manifestó resistencia a más de dos antimicrobianos, observando también que los antibióticos que presentaban un mayor porcentaje de resistencia en orden decreciente fueron Sulfametoxazol 61.4%, Amoxicilina 61.2%, Tetraciclina 52.7%, Ampicilina 47.4% y Carbenicilina 42.4% y que de los 4 géneros aislados

(*Escherichia*, *Proteus*, *Citrobacter* y *Klebsiella*), el género *Escherichia* fue el que presentó el mayor porcentaje de resistencia a los antibióticos anteriormente mencionados. Mendoza (1989), analizó la resistencia a Trimetoprim (Tp) en cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y *Shigella sp.* aisladas en la ciudad de Toluca, comparándola con la resistencia a Cloramfenicol (Cm) y Ampicilina (Amp). Encontrando que la resistencia global a Tp fue superior al 20%, lo cual contrastó significativamente con el 8% y 3% encontrados en *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*. Sin embargo, la tasa de resistencia a Tp sigue siendo la menor pues para Cm se detectó un 35% de cepas resistentes y para Ama un 54%; La facilidad con la cual las bacterias desarrollan resistencia a los antibióticos usados comúnmente ha sido y continua siendo un problema de gran importancia que involucra a los médicos, especialistas en salud pública e investigadores. La transferencia de resistencia a antibióticos representa el mayor reto en el tratamiento de las enfermedades infecciosas tanto en humanos como en animales, el uso de antibióticos en la medicina humana como en la veterinaria ejerce una fuerte presión selectiva, la cual induce la resistencia a los antibióticos entre las bacterias (Calderón, 1997). La resistencia de un microorganismo puede ser debida a 2 mecanismos diferentes: 1) por mutación 2) asociada al intercambio genético. La resistencia por mutación es poco frecuente y se presenta al azar, dando como resultado una modificación en la susceptibilidad al antibiótico, sirviendo este como agente selectivo que favorece la supervivencia de microorganismos resistentes sobre los no resistentes, una vez que se ha producido la modificación genética y ésta ha sido expresada fenotípicamente (Amabile, 1988; Murray, 1991). La resistencia por intercambio genético se debe a genes presentes en el cromosoma bacteriano o en el ácido desoxirribonucleico (ADN) extracromosómico llamado plásmido o factor de resistencia, el carácter resistente puede ser transmitido de una célula que lo

posee a otra que no por medio de la transferencia del material genético por los fenómenos de transformación, conjugación o transducción. La transformación implica al ADN "desnudo", la materia de los genes. El ADN puede extraerse de una cepa de bacteria donadora y añadir al cultivo de la cepa receptora; algunos de los genes extraídos pueden recombinarse, o bien, reemplazar a los genes homólogos de los cromosomas de las bacterias receptoras, transfiriendo así una mutación desde el donador al receptor. De esta manera, por ejemplo, las bacterias sensibles a la estreptomicina pueden transformarse en estreptomicina resistentes. La transformación tiene lugar en un cierto número de bacterias diferentes y puede ocurrir espontáneamente, así como experimentalmente. Debido a que, en la transformación, las bacterias solo toman pequeños fragmentos de ADN, es raro que más de dos genes diferentes relativos a la resistencia de las drogas sean transferidos juntos. Esto además requiere de condiciones óptimas para que ocurra con una frecuencia significativa, y estas condiciones no son probables que prevalezcan en la naturaleza (Mazodier, 1991; Murray, 1991).

La transducción es otro mecanismo de transmisión de genes, en el cual son transportados desde una célula bacteriana a otra, mediante fagos infecciosos o virus bacterianos. La transducción ocurre cuando un fago, al reproducirse dentro de una célula, se apodera de la maquinaria sintetizadora de la célula, e incorpora "por error" dentro de su cubierta de proteína un fragmento del cromosoma bacteriano. Cuando subsecuentemente el fago infecta a una segunda célula, los genes bacterianos que lleva consigo pueden recombinarse con los genes homólogos del cromosoma de la segunda célula (Mazodier, 1991; Murray, 1991).

La conjugación, es un contacto directo entre dos células durante el cual el material genético pasa de una célula a otra; la transferencia ocurre desde la



célula donadora a las células receptoras de ciertos grupos de bacterias. Las bacterias donadoras llevan un factor de fertilidad, el factor F, que generalmente está situado en el citoplasma de la célula, pero que puede quedar integrado en el cromosoma, el factor F es lo que generalmente se denomina un episoma: un elemento genético que puede estar presente o no en la célula, que cuando está presente puede existir de manera autónoma en el citoplasma o bien puede estar incorporado dentro del cromosoma y que no es necesario para la célula, ni le causa ningún daño; cuando el factor F es citoplásmico, las células donadoras se denominan F (+). En tales células el factor F es fácilmente transferido por conjugación a las células receptoras, pero es transferido solo. Cuando el factor F está integrado en el cromosoma bacteriano sirve para "movilizar" al cromosoma. es decir, que el cromosoma, que en las bacterias forman un círculo cerrado, se abre y fragmentos del mismo pueden pasar por conjugación a la célula receptora, recombinándose con el cromosoma de la receptora y conferir así a la bacteria los rasgos de la donadora. (Guiney, 1984; Mazodier, 1991; Murray, 1991; Begley, 1994). El desarrollo de la resistencia principalmente ha estado asociado con el uso indiscriminado de los agentes antimicrobianos (McGowan, 1983; McGowan, 1987; Brown, 1990), pero entran también en juego los siguientes factores:

A) Los pacientes demandan antibióticos para infecciones vírales, cada dosis de antibiótico hace que sea mucho más fácil que se extienda la resistencia (Amabile, 1988; Cisneros, 1995).

B) Algunos doctores recetan antibióticos sin conocimiento de lo que están tratando (Amabile, 1988; Cisneros, 1995).

C) La automedicación (Amabile, 1988; Cisneros, 1995).

D) A través de los antibióticos utilizados en las granjas acuícolas y ganaderas, como promotores de crecimiento y en la terapéutica veterinaria (Gellin, 1989; Amabile, 1988).

E) El uso de los mismos antimicrobianos en la terapéutica médica humana y veterinaria (Novick, 1979).

F) Antibióticos residuales en alimentos ingeridos por el hombre, ya sea porque son utilizados como conservadores o por contaminación de los alimentos con estos fármacos (Novick, 1979; Van Houweling, 1979; Cisneros, 1995).

Se sabe que los alimentos pueden jugar un papel muy importante en la producción de enfermedades y en la diseminación de bacterias patógenas; en 1989 la Secretaría de Salud de nuestro país informó que las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) de origen bacteriano registran las frecuencias más altas en orden de importancia; notificándose casos de brucelosis, shigellosis, tifoidea, salmonelosis, disentería bacilar e intoxicaciones alimentarias no especificadas, entre otras. Los alimentos involucrados en los mencionados brotes fueron: huevos, carnes (res y cerdo), pollo, productos lácteos, pescados y mariscos (Secretaría de Salubridad y Asistencia "SSA", 1993). El ostión es un marisco que se alimenta por filtración, sus hábitats de crecimiento a menudo lo constituyen aguas costeras contaminadas (The International Commission on Microbial Specifications for Foods of the international association of microbiological societies "ICMSF", 1986). por lo que pueden llegar indirectamente a concentrar las bacterias presentes en el agua de sus bancos de extracción reteniéndolas durante algún tiempo y debido a que estos moluscos son consumidos preferentemente crudos o después de una preparación mínima, pueden comportarse como un vector de transmisión entre estas bacterias y el hombre, esto puede verse en el trabajo realizado por Blake en 1979 donde reportó que de 24 casos de septicemia primaria, registrados durante ese período, el 25% eran debidos al consumo de ostiones crudos. Bryan (1980), haciendo una recopilación bibliográfica de las enfermedades transmitidas por alimentos de origen marino en los Estados Unidos durante el período de 1970 - 1978,

encontró que los moluscos se hallaban implicados en el 1.9% de los casos registrados hasta ese momento y que los ostiones eran responsables de brotes de fiebre tifoidea y hepatitis infecciosa. Son (1980), analizando el comportamiento de las bacterias presentes en ostión, encontró que las bacterias presentes en los ostiones recolectados de zonas contaminadas en Australia, representa un alto riesgo para la salud y que aún después de ser sometidos a un proceso de purificación éstas seguían presentes, motivo por el cual no se elimina el riesgo de contraer infecciones intestinales al ser consumidos. *Vibrio cholerae no 01* es muy común en ostiones, esta bacteria fue identificada en 111 de 790 muestras de ostiones crudos (14%) analizados por la Food and Drug Administration en 1979 (Twedt, 1981), observándose que la mayoría de los casos de gastroenteritis, debida a esta bacteria, se han encontrado asociadas al consumo de ostiones crudos (Wilson, 1981; Morris, 1981); existe también una relación estrecha entre el consumo de ostiones crudos y septicemia primaria (73%) en relación al grupo control (Tacket, 1982). Tacket (1984), estableció una comparación para determinar si el consumo de ostiones crudos aumentaba el riesgo de adquirir septicemia primaria en pacientes hospitalizados, determinando que el consumo de ostiones asociado a una enfermedad principal puede aumentar el riesgo de adquirir esta enfermedad. De Paola (1990), analizó la presencia de *Vibrio parahaemolyticus* en aguas costeras y ostiones en Estados Unidos, encontrando que la concentración de esta bacteria en el ostión era 100 veces superior a la detectada en el agua y que un fenómeno similar se observaba en relación a las coliformes fecales, en donde se observó una concentración 10 veces mayor que la detectada en el agua, relacionando esto con la concentración que realiza el ostión al alimentarse, por lo que si estos son consumidos crudos pueden comportarse como vector de transmisión entre esta bacteria y el hombre. Miceli (1993), determinó el número de *Vibrio vulnificus* presentes en ostiones

recolectados en la zona del Golfo y de diversos mercados, encontrando en ellos altas concentraciones de este patógeno oportunista, tanto en ostiones frescos, almacenados y en aquellos que fueron recolectados en mercados de mariscos. Lo que indica que millones de células de esta bacteria son ingeridas frecuentemente por individuos que consumen ostiones crudos; las altas concentraciones de *Vibrio vulnificus* que se encontraron en los ostiones pueden representar un riesgo en individuos inmunosuprimidos o inmunocomprometidos.

La laguna de Pueblo Viejo es considerada como un sistema estuarino expuesto a la contaminación, debido tanto a su ubicación, cercana a zonas densamente pobladas e industrializadas (Cd. Tampico, Cd. Madero (en Tamaulipas) y Villa Cuahutémoc (en Veracruz), como por su comunicación directa con el río Pánuco (Ecotecnias, 1993).

De acuerdo con los reportes, las observaciones y valoraciones de campo realizadas en la zona con anterioridad se encontró que los principales problemas de contaminación existentes son de origen orgánico y que estos son causados por las descargas domésticas y urbanas de las zonas que la rodean (García, 1974; Contreras, 1985; García, 1993; Ecotecnias, 1993). Estos problemas de contaminación orgánica, aunque no han incidido positivamente en la supervivencia de las poblaciones de ostión de la laguna, ha traído como consecuencia decretos de veda para la captura de la especie, fundamentalmente por el riesgo que representa el consumo de ostión crudo para la salud pública (Ecotecnias, 1993; García, 1993). Por lo que si estos ostiones portan bacterias resistentes a los antibióticos pueden complicar el tratamiento de las enfermedades ocasionadas por su consumo.

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

Determinar la resistencia a antibióticos de las bacterias coliformes presentes en el ostión (*Crassostrea virginica*) y agua de sus bancos de extracción en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México.

### Objetivos Particulares:

- 1) Aislamiento e identificación de las bacterias coliformes presentes en el ostión (*Crassostrea virginica*) y en el agua de sus bancos de extracción, en la laguna de Pueblo Viejo.
- 2) Determinación de los patrones de resistencia a los antibióticos de las bacterias coliformes aisladas del ostión (*Crassostrea virginica*) y las del agua de sus bancos de extracción de la laguna de Pueblo Viejo.

## UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

- Estado: Veracruz
- Municipio: Pueblo Viejo Veracruz
- Localidad: Cd. Cuauhtémoc

La laguna de Pueblo Viejo es un cuerpo salobre que se localiza en la zona norte del estado de Veracruz, se encuentra ubicada a los 22° 01' y 22° 13' de latitud norte y 97° 50' y 97° 51' 04" de longitud oeste.

- Clima: es Awi: clima caliente subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual sobre 26 °C y temperatura media del mes más frío 18 °C. Oscilación de la temperatura: menor a 5 °C (García, 1987).

Su régimen de precipitación es máximo durante los meses de verano y parte del otoño, con una componente menor en el invierno, la precipitación media anual es de 1300 mm. La evaporación es máxima durante los meses de mayo y junio, alcanzando hasta los 1000 mm, disminuyendo hasta el mes de diciembre en que alcanza 300 mm.

Los vientos son muy importantes, ya que afectan la región debido a los ciclones y anticiclones que se forman en las regiones vecinas. Los huracanes llegan a las costas del Golfo durante los meses de julio a octubre y alcanzan vientos superiores a los 120 Km/h. De igual forma los nortes (vientos de invierno provenientes del norte), que son vientos fríos que soplan durante los meses de noviembre a marzo, también alcanzan velocidades de 110Km/h. Estos son los intemperismos severos a los que esta expuesta la región (De la Lanza - Espino 1989).

## CUADRO No. 1 Parámetros de la laguna de Pueblo Viejo

PARAMETROS	MINIMA	MAXIMA	PROMEDIO
TEMPERATURA	8 °C	45 °C	16.2 - 24.6 °C
PRECIPITACION	379 mm	6017 mm	630 - 4412 mm/año
EVAPORACION	856 mm	1761 mm	1064 - 1420 mm/año

(García, 1987; De la Lanza - Espino 1989)

- Resumen histórico: Los nortes se presentan durante los meses de noviembre a marzo, también con rachas huracanadas que alcanzan velocidades de hasta 110 Km/h, provocan que el agua de la laguna sufra un movimiento masivo hacia la zona sur y sureste. En febrero y en marzo, domina el viento del noreste, seguido de los vientos del este, lo que ocasiona menor transparencia del agua, debido a que se ponen en suspensión los limos y arcillas que se encuentran en el fondo. En abril disminuye la turbulencia del agua y coincide con la etapa inicial de la reproducción de las ostras. Se considera temporada buena para la pesca. Existe un patrón climático cíclico que dura aproximadamente 10 años. Aparentemente, está relacionado con una prolongada sequía regional que provoca el aumento de la evaporación del agua de la laguna, lo que ocasiona un aumento en la salinidad. En seguida se presenta un huracán que ocasiona inundaciones regionales, y que provoca una disminución en la salinidad del agua de la laguna, y de esta manera comienza un nuevo ciclo para la buena pesca y la ostricultura de la laguna (Ecotecnias,1993).

Suelos: El origen del ecosistema, según Lankford (1990), es del tipo II-B; y esta clasificado dentro de la unidad I.

La región presenta los suelos Vertisol, Phaeozem y Solonchak. Los sedimentos de la laguna están dominados por lodos terrígenos, cuyo origen se atribuye al

aporte de ríos y arroyos que desembocan hacia la laguna, en estas desembocaduras se forma una mezcla de sedimentos finos y gruesos, sobre todo en la del río Pánuco.

- Hidrografía: Esta zona esta clasificada como la cuarta provincia entre las 7 establecidas para México. Tiene una altitud promedio de 229 metros sobre nivel del mar.

- Superficie de la cuenca de drenaje: La laguna se encuentra en la parte este de la cuenca Tampico - Misantla, cuyos límites geológicos son: al norte, la Cuenca de Burgos y la Sierra de San Carlos; al sur el macizo granítico de Teziutlán; al este la línea de la costa; y al oeste los pliegues del Geosinclinal Mexicano, que constituyen el frente de la Sierra Madre Oriental; La laguna de Pueblo Viejo es considerada un humedal. Posee una superficie aproximada de 8000 Has.; por situarse al margen del río Pánuco, recibe una influencia directa de éste, así como de los esteros de la Llave y Tamacuil, siendo este último el de mayor longitud. Desembocan los ríos La Tapada, Pedernales, La Cuásima y La Puerca; los cuales en época de lluvia aportan gran cantidad de agua a la laguna (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 1988). Al este de la laguna, el terreno se encuentra cubierto de cuerpos someros de agua, tanto temporales como perennes. En la planicie costera del Golfo de México, en donde se encuentra ubicada esta laguna, predominan los terrenos llanos de poca elevación y escasa pendiente. La laguna de Pueblo Viejo es de poca profundidad, la desembocadura de los esteros Tamacuil y de la Llave, aportan sedimentos terrígenos durante las grandes avenidas de aguas en época de lluvias, así como de igual forma el río Pánuco, el cual condiciona las características hidrográficas y fisicoquímicas de la laguna.

Batimetría: Este sistema estuarino - lagunar es somero y su profundidad máxima es de 1.5 metros en la parte central de la laguna. Hacia los extremos,



principalmente en el norte, la profundidad disminuye y alcanza un promedio de 1.0 metros de profundidad. En su eje norte - sur hacia el este y en sentido este - oeste, existen dos canales de navegación con una profundidad media de 1.5 metros (Contreras, 1987).

CUADRO No. 2 Condiciones hidrográficas de la laguna de Pueblo Viejo

PARAMETRO	MINIMO	MAXIMO
Temperatura	26 . 6 °C	30.4 °C
Salinidad	11.90/00	27.30 /00
Oxígeno disuelto	2.4 mg/l	7.3 mg/l
HP	7.4	8.7
N - NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.82 mcg-at/l	9.13 mcg-at/l
N / NO <sub>3</sub> <sup>+</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.68 mcg-at/l	1459 mcg-at/l
P - PO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	0.34 mcg-at/l	1.41 mcg-at/l
P /Total	0.43 mcg-at/l	1.74 mcg-at/l
Clorofila a	37.15 mg/m <sup>3</sup>	64.63 mg/m <sup>3</sup>

(Contreras, 1985; Contreras, 1991)

- Productividad primaria: Por ser un sistema lagunar dominado por influencia dulceacuícola, tiende a reflejar altos valores de productividad primaria por el constante aporte de nutrientes, al grado de proporcionar problemas locales de eutricación. Esta productividad básica es consumida velozmente, de ahí su propensión al desarrollo del ostión (Contreras, 1988). Por sus características hidrográficas, la laguna de Pueblo Viejo es propicia para el cultivo intensivo de ostión y de especies herbívoras (Contreras, 1988).

La productividad primaria es mayor a  $150 \text{ mgC/m}^3/\text{h}$ , la cual se traduce como productividad potencial, en promedio anual (Contreras, 1985; Contreras, 1991).

- Contaminación: La laguna de Pueblo Viejo es considerada como un sistema estuarino susceptible a la contaminación; de acuerdo con los reportes existentes, han existido problemas de contaminación orgánica, que han tenido como consecuencia que se hayan decretado vedas para la captura de la especie debido al riesgo que representa el consumo de ostión crudo para la salud pública. (Ecotecnias, 1993; García - Sandoval, 1993).

A través del río Pánuco en épocas de crecidas también se ha reportado contaminación por hidrocarburos (De la Lanza - Espino, 1991); pero nunca ha llegado a constituir un serio problema para la supervivencia del ostión, camarón y del resto de las especies de importancia económica que habitan en la laguna.

- Estructura poblacional: Las principales ciudades cercanas son las Ciudades de Tampico y Madero en el estado de Tamaulipas, y Villa de Cuahutémoc en Veracruz, siendo esta última la principal población de pescadores de la laguna. De acuerdo con el censo de población de 1990 (INEGI, 1991), en la región habitan más de 831,000 habitantes, los cuales se encuentran concentrados principalmente en las zonas urbanas.

- Ocupación: Los habitantes de la zona ribereña a la laguna de Pueblo Viejo, practican como actividad principal la pesca, en las márgenes de la laguna existen varios poblados de pescadores como Villa de Cuauhtémoc. Esta laguna es uno de los principales reservorios pesqueros del estado de Veracruz y uno de los más importantes en el Golfo de México. La explotación pesquera está enfocada a la recolección del ostión (*Crassostrea virginica*), la pesca de camarón (*Penaeus aztecus* y *Penaeus setiferus*), las jaibas de la especie *Callinectes sapidus* y el pescado lisa (*Mugil curema*) y otras especies de escama, otorgada principalmente a tres sociedades cooperativas; estas cooperativas de

producción pesquera disponen de una zona económica asignada por la Secretaría de pesca, de tal manera que toda la superficie de laguna se encuentra repartida entre ellas, hasta el año 1992, los cooperativistas poseían la exclusividad para la explotación de estas especies, pero en la actualidad la nueva ley de pesca liberó estas especies a otros sectores para lo cual se requiere la concesión correspondiente por parte de SEPESCA (Secretaría de pesca "SEPESCA", 1993).

- Vivienda: De acuerdo al censo se estima que de las viviendas localizadas en la zona de estudio un 40% tiene piso de tierra y un 48% carece de agua entubada. Las viviendas sin drenaje fue del 51%.

- Drenaje: Con servicios de drenaje solo cuentan parcialmente las poblaciones de Villa Cuauhtémoc y Tampico Alto. La mayor parte de las poblaciones de la región utilizan fosas sépticas y letrinas. Actualmente el gobierno del Edo. de Veracruz lleva a cabo un programa de construcción de fosas sépticas y la sustitución de letrinas ribereñas en las poblaciones, para evitar la contaminación fecal de origen humano en la laguna de Pueblo Viejo. Todas las poblaciones carecen de plantas de tratamiento de aguas negras.

## METODOLOGIA

Para la realización del presente trabajo se procedió a identificar las bacterias obtenidas del ostión (*Crassostrea virginica*) y las del agua de sus bancos de extracción de la laguna de Pueblo Viejo Veracruz, México, dividiéndose la metodología en dos fases:

1.- Fase: Esta consistió en la realización de siembras directas en placa, sembrándose en medios enriquecidos como: Agar Nutritivo "AN" (Merck) y Agar Gelosa Sangre "GS" (base agar para gelosa sangre (Merck), más sangre de cordero desfibrinada al 5% (Erikar)), selectivos: Agar Eosina Azul de Metileno "EMB" (Merck), Agar de Sulfito de Sodio y Fucsina básica "ENDO" (Merck), Agar de Mc Conkey "AMC" (Merck) y diferenciales: Agar para Salmonella - Shigella "SS" (Merck) y Agar de Tiosulfato, Citrato, Sales Biliares y Sacarosa "TCBS" (Merck) (Mac Faddin, 1980). Estos medios fueron inoculados con las muestras del ostión (*Crassostrea virginica*) y agua de sus bancos de extracción de la laguna de Pueblo Viejo Ver, siendo incubados durante 24 horas a 37 ° C; de los medios en que se registró crecimiento de colonias, se seleccionaron colonias aisladas que se caracterizaron macroscópicamente tomándose como base las siguientes características: forma, color, tamaño, borde, superficie, elevación, consistencia, pigmentación, luz transmitida, luz reflejada y hemólisis; descartando los cultivos bacterianos que presentaban las mismas características y que procedían del mismo lugar, llevándose a cabo un registro de las cepas aisladas (registrándose: características macroscópicas y lugar de procedencia) de las colonias que presentaban características muy similares y que procedían del mismo sitio; se confirmó mediante la tinción de gram tomándose como base las siguientes características microscópicas: coloración, forma y agrupación, si estas colonias eran iguales, en cuyo caso se eliminaban o diferentes, asignándoles

entonces su registro correspondiente; en caso de que la colonia bacteriana fuera pura y la cantidad de ésta no fuera la adecuada para su manipulación se realizó una siembra en agar nutritivo, para aumentar el número de estas; si no se encontraban puras se procedía a efectuar resiembras periódicas hasta lograr la purificación de las colonias, repitiendo el procedimiento descrito para lograr su caracterización (González, 1989). Con las colonias restantes, una vez descartadas las similares, se volvieron a realizar siembras directas en placa, repitiéndose el procedimiento anterior (González, 1989) para lograr su caracterización, verificándose con esto la pureza de las colonias. Una vez que se confirmó la pureza de las colonias se procedió a realizar una serie de 23 pruebas con las siguientes pruebas bioquímicas en medios sólidos: Kigler (Merck) y Citrato (Merck), semisólidos: MIO (Movilidad, Indol y Ornitina (dibico)) y SIM (Acido Sulfhídrico, Indol y Movilidad (Bioxon)) y líquidos: Fermentación de hidratos de carbono, utilizando como base el caldo rojo fenol (Difco) más un azúcar: Adonitol (Difco), Lactosa (Difco), Ramnosa (Difco), Manitol (Difco), Sacarosa (Difco), Dextrosa (Difco), Maltosa (Difco), Melobiosa (Difco), Rafinosa (Difco), Xilosa (Difco), Sorbitol (Difco), e Inositol (Difco); Urea (Merck), Vogues Proskauer (Dibico), Reactivo de Kovacs (Merck Sharp & Dome), alfa naftol (Merck Sharp & Dome), Hidróxido de potasio (Merck Sharp & Dome), Rojo de metilo (Merck Sharp & Dome), prueba de la catalasa utilizando peróxido de hidrogeno al 30% (LASA) y presencia de cápsula utilizando tinta china (Pelikan), comparando los resultados obtenidos de las reacciones bioquímicas frente a criterios preestablecidos para poder lograr su identificación (Mac Faddin, 1980).

2.- Fase: Una vez que las colonias fueron identificadas se procedió a elaborar un cepario (registrándose previamente el número de cepa y lugar de procedencia) para el mantenimiento de estas colonias, utilizando tubos de

16x150 con agar nutritivo "AN" (Merck) inoculando dichos tubos con las muestras procedentes de cada una de las series de pruebas bioquímicas, siendo incubados a 37 °C durante 24 horas, verificándose el crecimiento de las colonias; posteriormente estos tubos se mantuvieron en refrigeración a 4 °C, realizando siembras semanales periódicas para mantener viables las colonias, determinándose posteriormente la resistencia a antibióticos de dichas colonias mediante la técnica de difusión en disco descrita por Bauer - Kirby (National Committee for Clinical Laboratory Standards "N.C.C.L.S.", 1990), usando para ello el Agar Muller - Hinton (Merck) y 12 sensidiscos (unidiscos) comerciales para bacterias gramnegativas (Bigaux), impregnados con los siguientes antibióticos: 3 aminoglucósidos (Amikacina AK 30 mcg, Gentamicina Ge 10 mcg y Netilmicina Net 30 mcg), 2 penicilinas o derivados de esta (Carbenicilina Cb 100 mcg (Penicilina) y Ampicilina Am 10 mcg (Aminopenicilina)), 3 cefalosporinas (Cefalotina Cf 30 mcg (Cefalosporina de 1a. generación), Ceftriaxona Cro 30 mcg y Cefotaxima Cxt 30 mcg (Cefalosporinas de 3a. generación), Una Quinolona (Pefloxacina Pef 5 mcg), Un Nitrofurano (Nitrofurantoína Nf 300 mcg), una Sulfa "Sulfonamida y diaminopirimidina" (Trimetoprim-Sulfametoxazol SXT 25 mcg) y por último un Macrólido (Cloramfenicol Cl 30 mcg). Los halos de inhibición (incluyendo los 6 mm del sensidisco) se midieron con un vernier y dependiendo de la comparación del diámetro del halo de inhibición con los criterios establecidos en dicha técnica (Tabla No. 1), las bacterias fueron clasificadas como resistentes (R) y sensibles (S) (NCCLS, 1990).

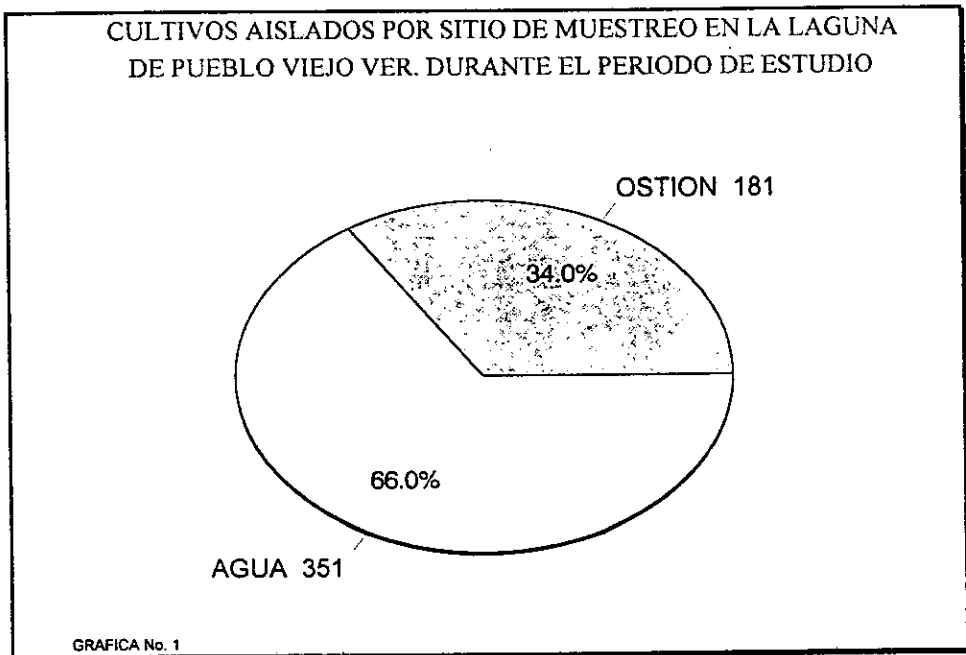
TABLA No. 1 Antibióticos utilizados y criterios de determinación en base al halo de inhibición (incluidos los 6mm del sensidisco)

ANTIBIOTICOS	CONCENTRACION	RESISTENTE (R)	SENSIBLE (S)
Ak	30 mcg	< 15 mm	> 16 mm
Amp	10 mcg	< 29 mm	> 30 mm
Cb	100 mcg	< 18 mm	> 22 mm
Cf	30 mcg	<15 mm	> 17 mm
Cro	30 mcg	< 14 mm	> 20 mm
Ctx	30 mcg	< 15 mm	> 22 mm
Net	30 mcg	< 13 mm	> 14 mm
Nf	300 mcg	< 15 mm	> 16 mm
Pef	5 mcg	< 15 mm	> 22 mm
Ge	10 mcg	< 13 mm	> 14 mm
Cl	30 mcg	< 15 mm	> 17 mm
SxT	25 mcg	< 11 mm	> 15 mm

Fuente: National Committee for Clinical Laboratory Standards, 1990

## RESULTADOS Y DISCUSION

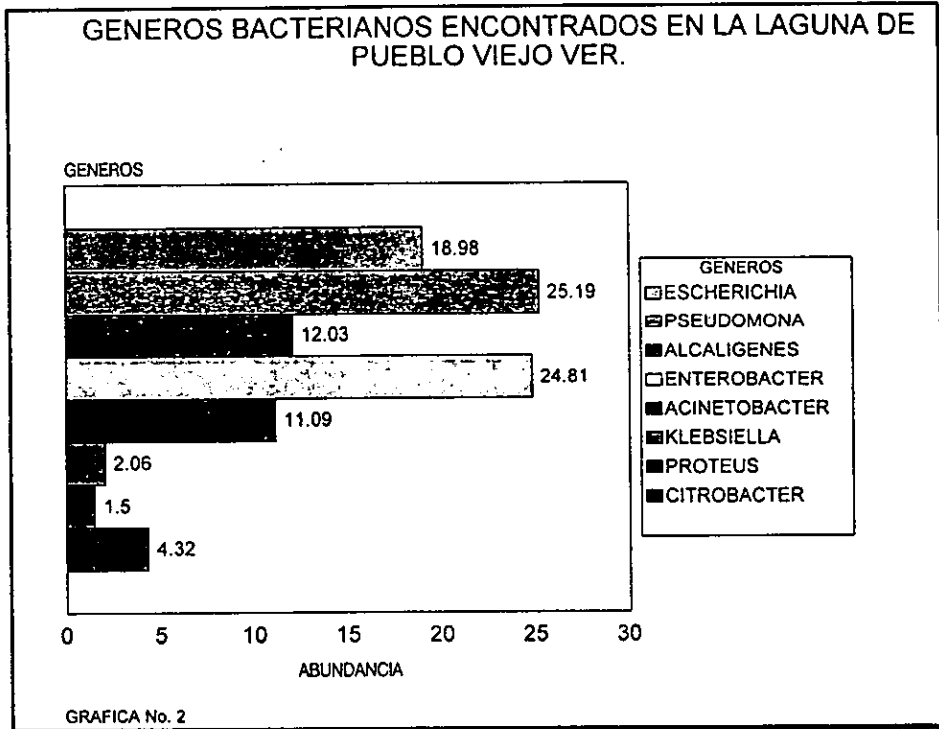
Se procesaron 378 muestras procedentes de la laguna de Pueblo Viejo Veracruz (126 procedentes del ostión y 252 de agua de sus bancos de extracción obteniéndose un total de 532 cepas (351 del agua y 181 de ostión) (Gráfica No.1).



Aislándose 8 géneros, observándose los siguientes índices de abundancia: *Pseudomonas* (2 especies: *Pseudomona aeruginosa* y *Pseudomona alcaligenes*) 25.19%; *Enterobacter* (4 especies: *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter agglomerans* y *Enterobacter hafniae*) 24.81%; *Escherichia* (1 especie: *Escherichia coli*) 18.98%; *Alcalígenes* (1 especie: *Alcalígenes faecalis*) 12.03%; *Acinetobacter* (1 especie: *Acinetobacter*



*calcoaceticus*) 11.09%; *Citrobacter* (1 especie: *Citrobacter freundii*) 4.32%; *Klebsiella* (2 especies: *Klebsiella ozaenae* y *Klebsiella sp.*) 2.06% y *Proteus* (3 especies: *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris* y *Proteus sp.*) 1.5% (Gráfica No.2).



Los resultados que se muestran en este trabajo, nos indican que los géneros que se caracterizaron con más periodicidad fueron los de la familia *Enterobacteriaceae*, cuyo hábitat natural es el tracto gastrointestinal el hombre y de los animales (Jawetz, 1997); algunos de estos géneros, como *Escherichia*, *Proteus* y *Pseudomonas* son parte de la flora normal y pueden producir de manera incidental enfermedad (Vergara, 1992; Calderón, 1997; Calderón, 1997); en tanto que otros, como lo son *Salmonella* y *Shigella*, son patógenos de manera

regular para el hombre (Jawetz, 1997). Esta familia se encontró representada al menos por una especie de los géneros más importantes, en los dos sitios examinados (agua y ostión), aislándose en ambos sitios de muestreo en cantidades muy similares, no presentando grandes diferencias entre sí, siendo más frecuentemente aislados tanto en el ostión como en el agua de sus bancos de extracción los géneros *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Acinetobacter* (Tabla No. 2).

Tabla No. 2 Índice de abundancia de los géneros bacterianos aislados por sitio de muestreo de la laguna de Pueblo Viejo Veracruz

GENEROS	OSTION	AGUA
<i>Escherichia</i>	18.23%	19.37%
<i>Pseudomonas</i>	25.41%	25.07%
<i>Alcaligenes</i>	12.71%	11.39%
<i>Enterobacter</i>	24.31%	24.78%
<i>Acinetobacter</i>	11.05%	11.11%
<i>Klebsiella</i>	1.10%	2.56%
<i>Proteus</i>	1.66%	1.70%
<i>Citrobacter</i>	5.52%	3.98%

Cabe destacar que el índice de abundancia de las especies bacterianas más representativas encontradas en ambos sitios (ostión y agua) en orden decreciente fueron para el ostión: *Escherichia coli* 18.23%, *Alcaligenes faecalis*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Pseudomonas alcaligenes* con un 12.71% respectivamente y *Acinetobacter calcoaceticus* 11.05% y en el agua *Escherichia coli* 19.37%, *Alcaligenes faecalis* 11.40%, *Pseudomonas alcaligenes* 4.13%, *Acinetobacter calcoaceticus* 11.11%, *Pseudomonas*

*aeruginosa* 10.54%, y *Enterobacter cloacae* 10.26% (Tabla No. 3).

Tabla No. 3 Índice de abundancia de las bacterias aisladas de los diferentes géneros por sitio de muestreo en la laguna de Pueblo Viejo Veracruz

BACTERIAS	OSTION	AGUA
<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>	11.05%	11.11%
<i>Alcaligenes faecalis</i>	12.71%	11.40%
<i>Citrobacter freundii</i>	5.52%	3.99%
<i>Enterobacter aerogenes</i>	3.87%	2.85%
<i>Enterobacter agglomerans</i>	4.42%	5.70%
<i>Enterobacter cloacae</i>	12.71%	10.26%
<i>Enterobacter hafniae</i>	3.31%	5.98%
<i>Escherichia coli</i>	18.23%	19.37%
<i>Klebsiella</i> sp.	1.10%	1.71%
<i>Klebsiella ozaenae</i>	0%	0.85%
<i>Proteus mirabilis</i>	0.55%	0.57%
<i>Proteus</i> sp.	0.55%	0.57%
<i>Proteus vulgaris</i>	0.55%	0.57%
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	12.71%	10.54%
<i>Pseudomona alcaligenes</i>	12.71%	14.53%

Los resultados observados en este punto nos demuestran que las bacterias aisladas en el agua son muy similares a las encontradas en el ostión, por lo que si se detecta la presencia de bacterias patógenas en el agua de los bancos en donde estos se desarrollan, pueden ser retenidas y concentradas por este molusco al alimentarse, motivo por el cual el ostión puede comportarse como un vector de transmisión de éstas al hombre Cook (1991). Las bacterias aisladas por ser de

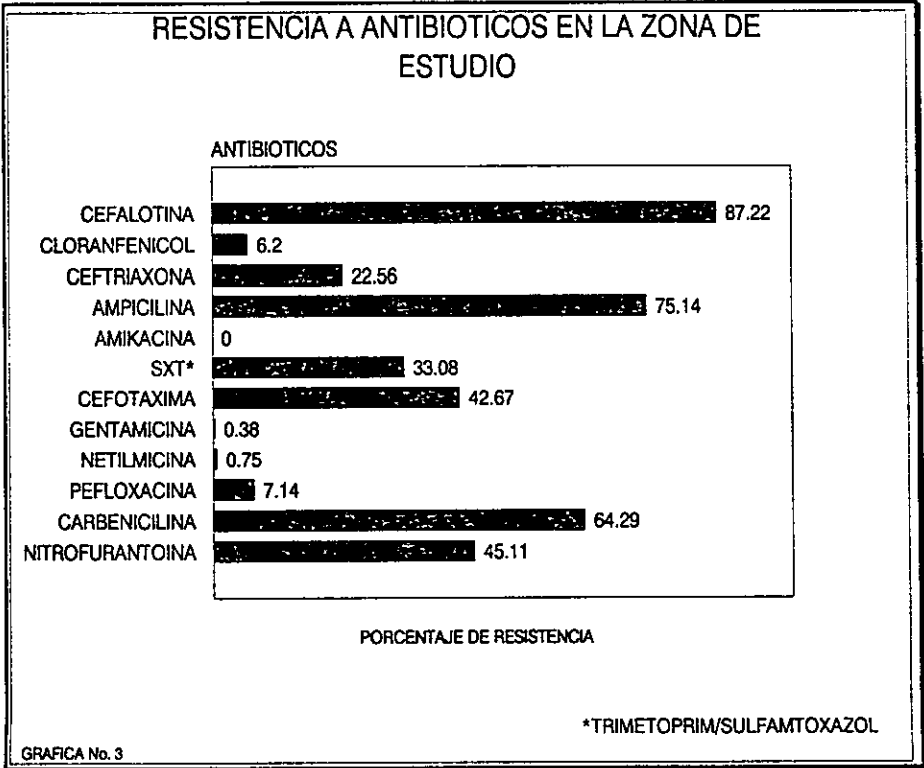
origen fecal, pueden llegar a contaminar cuerpos acuáticos, como lagunas costeras y estuarios siendo estos lugares en donde se desarrollan los ostiones, llegando a éstos principalmente por las descargas de aguas negras (tanto domésticas como industriales), mediante la contaminación por heces tanto humanas como animales, por aguas de escurrimiento, por la incorporación de materia orgánica exógena o mediante desechos sólidos (Mendoza, 1995; Contreras, 1985; SARH; 1986).

La laguna de Pueblo Viejo es considerada como un sistema estuarino susceptible a la contaminación, debido tanto a su ubicación cercana a zonas densamente pobladas e industrializadas (Cd. Tampico, Cd. Madero y Villa Cuahutémoc), de las cuales las dos primeras, ubicadas en el Edo. de Tamaulipas, se encuentran a una distancia media de 1 km. y Villa de Cuahutémoc en la periferia de la laguna de Pueblo Viejo en la ribera noroeste, como por su comunicación directa con el río Pánuco (Ecotecnias, 1993), La cuenca del río Pánuco Se encuentra localizada dentro de las cuencas de primer orden, siendo la más importante dentro de éstas por ser una de las más contaminadas, pudiendo llegar a incorporar una gran cantidad de contaminantes a esta laguna (Vizcaíno, 1992; INEGI, 1995), esto puede verse reflejado en los reportes existentes, las observaciones y valoraciones realizadas con anterioridad en dicha zona en los que se concluye que los principales problemas de contaminación son de origen orgánico, provocando en determinados momentos altas concentraciones de microorganismos, que son causadas por la descargas de aguas negras (domésticas, urbanas e industriales) de las poblaciones que la rodean (García, 1974; Contreras, 1985; García, 1993; Ecotecnias, 1993). Estos problemas de contaminación orgánica aunque no han incidido positivamente en la supervivencia de las poblaciones de ostión de la laguna, ha traído como consecuencia decretos de veda para la captura de la especie, fundamentalmente por el riesgo que representa el consumo de ostión

crudo para la salud pública (Ecotecnias, 1993; García, 1993). La presencia de bacterias del género *Enterobacteriaceae* en cuerpos de agua contaminados de los que se extraen ostiones es muy común, esto se puede observar en los trabajos realizados por Rodríguez (1968), hizo un estudio bacteriológico de la calidad sanitaria de los ostiones expendidos en la Ciudad de México, encontrando concentraciones elevadas de indicadores de contaminación fecal, tanto en los ostiones que se expenden en comercios del Distrito Federal, como en los lugares de extracción, relacionando la primera parte con la manipulación que sufren los ostiones desde que son extraídos hasta llegar a su destino final y la segunda con la contaminación existente en las lagunas de procedencia (Tamiahua y Pueblo viejo en Veracruz); Leal (1985), realizó un estudio de la calidad sanitaria del ostión (*Crassostrea virginica*) en la laguna de San Andrés en el estado de Tamaulipas encontrando que los bancos analizados presentaban concentraciones pequeñas de bacterias Coliformes, con excepción del que se encontraba ubicado en la desembocadura del río Tigre el cual presentó valores elevados de estas bacterias durante el período de estudio, relacionándolo con la contaminación existente en dicho río por la incorporación de aguas de escurrimiento durante la temporada de lluvias; González (1989), efectuó un análisis bacteriológico del ostión y sus bancos de extracción en el estero de Tecolutla, Ver., para su evaluación sanitaria, en donde se observó que aunque la calidad sanitaria del ostión y agua de sus bancos de extracción era aceptable, era muy común el aislar bacterias pertenecientes al género *Enterobacteriaceae* de los lugares en donde se realizó el muestreo.

La resistencia a 12 antibióticos se determinó mediante el método de Kirby - Bauer (NCCLS, 1990), encontrándose una elevada resistencia por parte de las bacterias aisladas a las penicilinas y/o a sus derivados, destacando en orden descendiente: Cefalotina "Cf" 88.72%, Ampicilina "Am" 75.14%,

Carbenicilina "Cb" 64.29% y Cefotaxima "Ctx" 42.67%, de este tipo de antibióticos solamente Ceftriaxona "Cro" mostró ser el más efectivo al presentar un 22.56%, los aminoglucosidos (Amikacina "Ak" 0%, Gentamicina "Ge" 0.38% y Netilmicina "Net" 0.75%), exhibieron los porcentajes más bajos de resistencia observados respectivamente, destacando entre estos la Amikacina "Ak", siendo el único antibiótico al cual las bacterias aisladas en la zona de estudio no presentaron resistencia; la Pefloxacina "Pef" (Quinolona) y el Cloranfenicol "Cl" (Macrólido) mostraron también porcentajes bajos de resistencia, sin embargo, estos fueron mayores a los presentados por los aminoglucósidos; los antibióticos que tuvieron un rango intermedio de resistencia fueron Nitrofurantoína "Nf" (Nitrofurano) y el Trimetoprim - Sulfametoxazol "Sxt", una Sulfa (Sulfonamida y diaminopirimidina) (Gráfica No. 3).



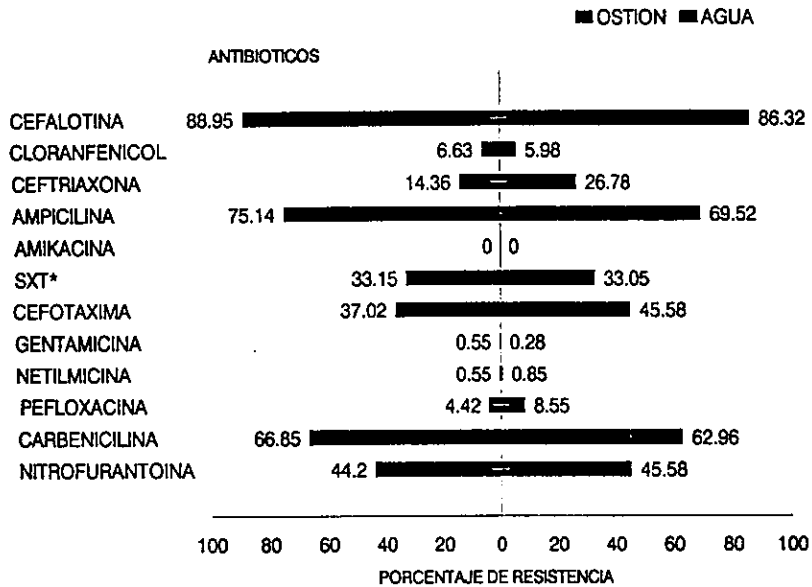
La resistencia a los antibióticos  $\beta$  - lactámicos (cefalosporinas y penicilinas) a nivel mundial es muy importante y está relacionado principalmente con el consumo desmedido de este tipo de fármacos; solamente en 1994 de los 21 mil millones de dólares gastados en el mundo para la compra de estos medicamentos, el mayor porcentaje en gasto se encontró representado por los  $\beta$  - lactámicos con un 53.5%, nuestro país no es la excepción a la regla, en 1995 se tuvo un gasto total por antibióticos de 418 millones de dólares de los cuales 233 millones (55.74%) fueron utilizados en la compra de este tipo de antibióticos ( $\beta$  - lactámicos) (Fernández, 1996), esto ha tenido como consecuencia una presión selectiva que ha favorecido la selección de las bacterias resistentes a estos. Sin embargo una vez que se ejerza un control más estricto sobre estos medicamentos, los índices de resistencia a este tipo de antibióticos tenderán a reducirse, ya que sin la presión selectiva, las bacterias que han sufrido el cambio, (es decir se han hecho resistentes por cualquiera de los mecanismos ya conocidos “mutación, transducción, conjugación y/o transformación”) se encuentran en una desventaja competitiva frente a las no resistentes, lo que ocasiona que este cambio presentado se diluya entre la población bacteriana y tienda a desaparecer; este fenómeno ocurre de manera similar para los demás tipos de antibióticos utilizados (Amabile, 1995); esto puede observarse en el trabajo realizado por la World Health Organization “WHO” (1995), en donde se reporta que los antibióticos que anteriormente habían dejado de ser utilizados por los elevados índices de resistencia, hoy en día se han vuelto a colocar dentro de las primeras elecciones de tratamiento y antibióticos que han sido utilizados intensivamente por parte del sector salud, han sido eliminados de los esquemas de tratamiento o colocados como segunda e inclusive tercera opción; por otro lado se tiene conocimiento que las descargas de aguas negras en lagunas costeras y en estuarios representa un peligro potencial para la salud (Metcalf,

1965; Mason, 1966; Teacher, 1972) debido a la gran cantidad de bacterias que transportan, las cuales pueden presentar resistencia a los antibióticos (Martínez, 1994). Generalmente las bacterias con alto índice de resistencia a los antibióticos han sido aisladas de un ambiente contaminado con antibióticos, por ejemplo, hospitales, granjas acuícolas, afluentes de drenaje y de aguas de desecho; el drenaje constituye la vía principal de abastecimiento de microorganismos en sistemas acuáticos, siendo también un importante reservorio de bacterias entéricas y consecuentemente de cultivos resistentes a los antibióticos (Amaro, 1988). Las coliformes resistentes a los antibióticos son encontradas de manera natural en aguas próximas a las descargas de drenaje o en plantas de tratamiento de aguas negras. En este tipo de medio, los bacilos entéricos compiten eficientemente con las bacterias autóctonas, debido a la materia orgánica encontrada en estas aguas. Sin embargo, las bacterias coliformes resistentes a los antibióticos pueden sobrevivir por períodos más largos que los microorganismos susceptibles en el ambiente acuático (Genthner, 1988). Martínez (1994), en un estudio previo realizado en la Bahía de Concepción, en Chile se encontró una concentración significativa de bacilos gramnegativos resistentes a los antibióticos en el agua de mar, mariscos y peces. Varios sitios de descarga de aguas negras fueron identificados como vías de contaminación bacteriana en esta Bahía, debido a que son descargadas en esta área sin un tratamiento previo.

Al realizar la comparación entre las dos zonas de muestreo (ostión y agua) se encontró que ambas zonas presentaron porcentajes muy similares de resistencia a los antibióticos utilizados, presentándose la mayor resistencia a Cefalotina "Cf", Ampicilina "Am" y Carbenicilina "Cb" en ambos grupos y una nula o escasa resistencia a Amikacina "Ak", Gentamicina "Ge" y Netilmicina "Net" (Gráfica No. 4).



## RESISTENCIA A ANTIBIOTICOS POR SITIO DE MUESTREO

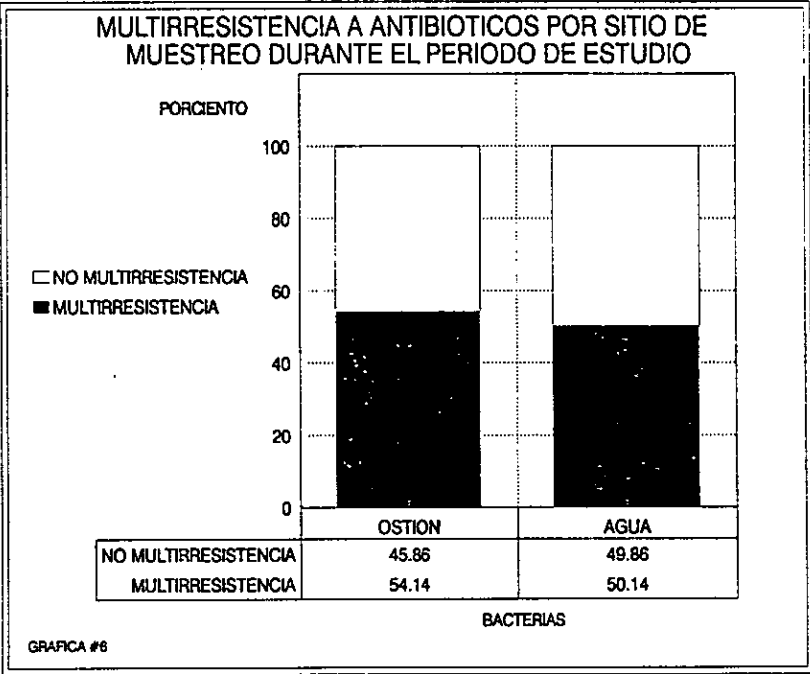
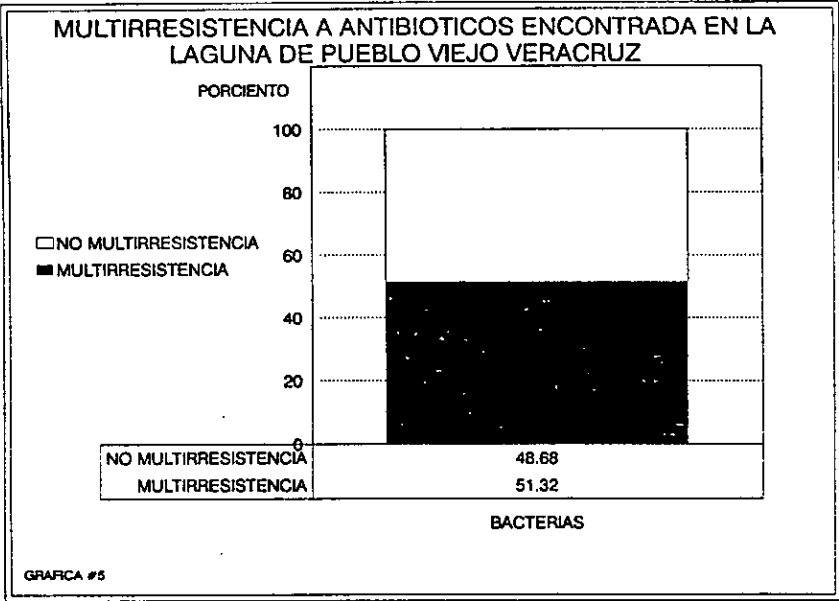


GRAFICA No. 4

\*TRIMETROPRIM/SULFAMETOXAZOL

En las bacterias aisladas en la zona de estudio, se encontró un alto porcentaje de multirresistencia, del 51.32% (Gráfica No. 5)

de manera similar se encontraron altos valores de multirresistencia 54.14% en el ostión y 50.14% para el agua de sus bancos de extracción (Gráfica No. 6).



Al analizar la resistencia a los antibióticos por parte de las bacterias aisladas no se presentaron cambios en esta, ya que en las especies bacterianas aisladas de agua de bancos de extracción se encontró un alto porcentaje de resistencia a Cefalotina 67.65% al 100%, Ampicilina 33.33% al 100% y Carbenicilina 33.33% al 100%, teniendo Amikacina 0%, Gentamicina 0% al 2.70% y Netilmicina 0% al 2.70% los porcentajes más bajos de resistencia, esta misma condición fue presentada por las bacterias aisladas del ostión en donde se observó que para Cefalotina éstas presentaban un porcentaje de resistencia de 57.14% al 100%, Ampicilina 42.86% al 100% y Carbenicilina 44.48% al 100%, teniendo Amikacina 0%, Gentamicina 0% al 4.35% y Netilmicina 0% al 3.03% los porcentajes más bajos de resistencia (Tabla No. 4 y No. 5).

Tabla No. 4 Resistencia a antibióticos de bacterias aisladas del agua de bancos de extracción de ostión en la laguna de Pueblo Viejo Ver. durante el periodo de estudio.

Cultivos	%													
	CF	CL	CRO	AM	AK	SXT	CTX	GE	NET	PEF	CB	NF		
39	87.2	0.0	7.7	69.2	0.0	30.8	23.1	0.0	0.0	2.6	53.9	48.7		
40	85.0	2.5	22.5	70.0	0.0	32.5	45.0	0.0	2.5	12.5	62.5	57.5		
14	85.7	0.0	7.1	85.7	0.0	14.3	42.9	0.0	0.0	7.1	64.3	21.4		
10	100.0	0.0	20.0	90.0	0.0	30.0	50.0	0.0	0.0	10.0	70.0	40.0		
20	75.0	0.0	30.0	65.0	0.0	30.0	35.0	0.0	0.0	5.0	50.0	30.0		
36	80.6	5.6	11.1	66.7	0.0	22.2	22.2	0.0	0.0	0.0	66.7	25.0		
21	95.2	0.0	14.3	81.0	0.0	14.3	9.5	0.0	0.0	4.8	47.6	57.1		
68	67.7	4.4	16.2	63.2	0.0	14.7	25.0	0.0	1.5	25.0	38.2	45.6		
3	100.0	0.0	0.0	33.3	0.0	66.7	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0		
6	100.0	16.7	16.7	66.7	0.0	33.3	16.7	0.0	0.0	0.0	33.3	16.7		
2	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0		
2	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0		
2	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0		
37	100.0	8.1	32.4	97.3	0.0	46.0	75.7	2.7	2.7	2.7	89.2	56.8		
51	100.0	21.6	25.5	94.1	0.0	52.9	60.8	0.0	0.0	3.9	92.2	52.9		
T = 351	86.3	6.0	26.8	69.5	0.0	33.1	45.6	0.3	0.9	8.6	63.0	45.6		

Antibióticos utilizados: Cf: Cefalotina; Am: Ampicilina; Ak: Amikacina; Gc: Gentamicina; Nf: Nitrofurantoina; Cb: Carbenicilina; Cl: Cloranfenicol; Cro: Ceftriaxona; SxT: Trimetoprim/Sulfametoxazol; Pef: pefloxacina; Ctx: Cefotaxima; Net: Netilmicina.

Tabla No. 5 Resistencia a antibióticos de bacterias aisladas del ostión en la laguna de Pueblo Viejo Ver. durante el periodo de estudio.

Cultivos	%													
	CF	CL	CRO	AM	AK	SXT	CTX	GE	NET	PEF	CB	NF		
Bacterias aisladas	75.0	0.0	0.0	70.0	0.0	20.0	15.0	0.0	0.0	5.0	60.0	40.0		
20 A. calcoaceticus	100.0	4.4	26.1	65.2	0.0	39.1	43.5	0.0	0.0	0.0	69.6	47.8		
23 A. faecalis	100.0	10.0	20.0	90.0	0.0	40.0	50.0	0.0	0.0	0.0	90.0	60.0		
10 C. freundii	57.1	14.3	0.0	42.9	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	0.0	57.1	0.0		
7 E. aerogenes	87.5	0.0	25.0	62.5	0.0	37.5	37.5	0.0	0.0	0.0	37.5	37.5		
8 E. agglomerans	91.3	8.7	0.0	87.0	0.0	21.7	17.4	0.0	0.0	0.0	69.6	21.7		
23 E. cloacae	100.0	0.0	16.7	66.7	0.0	33.3	50.5	0.0	0.0	0.0	69.6	21.7		
6 E. hafniae	75.8	0.0	15.2	57.6	0.0	30.3	30.3	0.0	3.0	18.2	48.5	48.5		
33 E. coli	50.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	0.0		
2 K. sp.	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0		
1 P. mirabilis	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 P. sp.	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 P. vulgaris	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0		
23 P. aeruginosa	100.0	4.4	13.0	91.3	0.0	39.1	56.5	0.0	0.0	0.0	82.6	43.5		
23 P. alcaligenes	100.0	26.1	30.4	95.7	0.0	56.5	56.5	4.4	0.0	4.4	82.6	60.9		
T = 181 Resistencia total	89.0	6.6	14.4	75.1	0.0	33.2	37.0	0.6	0.6	4.42	66.9	44.2		

Antibióticos utilizados: Cf: Cefalotina; Am: Ampicilina; Ak: Amikacina; Ge: Gentamicina; Nf: Nitrofurantoina; Cb: Carbenicilina; Cl: Cloranfenicol; Cro: Ceftriaxona; SxT: Trimetoprim/Sulfametoxazol; Pef: pefloxacina; Ctx: Cefotaxima; Net: Netilmicina.

La presencia de bacterias resistentes a los antibióticos en mariscos como el ostión y en agua de sus bancos de extracción, es muy frecuente en zonas contaminadas como lo podemos ver en el estudio realizado por Cooke (1976), quien determinó la resistencia a 11 antibióticos entre las bacterias coliformes y coliformes fecales aisladas del drenaje, agua de mar y mariscos en Nueva Zelanda, encontrando que más del 70% de las bacterias coliformes aisladas del agua de mar eran resistentes a uno o más antibióticos y que un porcentaje similar se presentaba entre las coliformes fecales aisladas del mismo sitio, encontrando que la resistencia a Ampicilina, sulfafurazol y rifamicina era mayor al 30%, y que la resistencia a cefalotina era más frecuente entre las coliformes (23.6%) que entre las coliformes fecales 11.1%, observando además, que ambos tipos de bacterias presentaban patrones de resistencia similar a los antibióticos empleados, pero que variaba grandemente entre las coliformes fecales dependiendo de la época en que fueron muestreadas, encontrando también un alto porcentaje de bacterias multirresistentes, 49.6% en las coliformes y 41.8% en las coliformes fecales; en lo que respecta a las bacterias coliformes y coliformes fecales aisladas de los mariscos encontró que las bacterias coliformes eran resistentes en un 88.7% en comparación con las coliformes fecales (72.8%) y que los patrones de resistencia a los antibióticos variaba dependiendo del sitio en donde se hubiera llevado a cabo el muestreo (mariscos y agua de mar), observando también que se presentaba un porcentaje mayor de multirresistencia entre las coliformes y coliformes fecales (mayor al 60% en comparación con las aisladas del agua de mar). Rao (1983), determinó la presencia de la bacteria *Klebsiella* en alimentos y agua, evaluando su resistencia frente a 10 antibióticos encontrando que de las cepas aisladas de alimentos el 100% de ellas eran resistentes a la Penicilina, 65% a Eritromicina, Sulfonamidas, Nitrofurantoína, Ampicilina y Furaziladona,

presentándose una resistencia baja a Cloramfenicol, Estreptomicina y Tetraciclina. También observó que el 80% de los cultivos aislados resultaron ser multirresistentes (a 5 antibióticos). Paille (1987), determinó la resistencia a 17 antibióticos de los cultivos de *Klebsiella pneumoniae* aisladas de las áreas de desarrollo de ostiones en la Bahía de Cocodrie en Estados Unidos, encontrando que en los cultivos de *Klebsiella* aislados de los ostiones la resistencia a los antibióticos fue considerablemente menor a la conocida en los cultivos de origen clínico. Solamente el 45% de los cultivos de origen ambiental fueron resistentes a más de un antibiótico, mientras que el 100% de las cepas de origen clínico fueron multirresistentes. 30% de los cultivos aislados en la clínica resultaron ser resistentes a más de 5 antibióticos en relación al 10% en los cultivos de origen ambiental. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que las coliformes fecales que se encontraron asociadas a *Klebsiella pneumoniae* aisladas de los ostiones, tiene su origen en el ambiente. Finalmente, la multirresistencia a los antibióticos exhibida por las cepas de *Klebsiella pneumoniae* aisladas de los ostiones, sugieren que éstas tienen su origen en el ambiente. En las bacterias aisladas de agua de bancos de extracción del ostión se encontraron un total de 43 patrones distintos de resistencia a los antibióticos utilizados, predominando las bacterias multirresistentes 50.14%, siendo las bacterias pentarresistentes las más frecuentes con un 16.52%, encontrándose 8 patrones de resistencia diferentes para esta categoría, el patrón de multirresistencia más común fue el representado por (Cf, Am, SxT, Ctx, Cb, Nf); en el ostión se encontraron 19 patrones de resistencia diferentes, observándose una tendencia similar ya que en éstos la presencia de bacterias multirresistentes también fue muy elevada 54.14%; en este grupo las bacterias pentarresistentes también fueron las más prevalentes con un 17.68%, encontrándose 8 distintos patrones diferentes para esta categoría; el patrón de multirresistencia más

frecuentemente aislado en el ostión fue Cf, Am, Sxt, Ctx, Cb, Nf; se encontraron en total 62 patrones de resistencia (43 de agua de bancos de extracción y 19 en el ostión) diferentes, se podría esperar que todos los patrones de resistencia fueran diferentes, sin embargo un análisis más detallado nos mostró que todos los patrones de resistencia aislados en el agua de bancos de extracción y los encontrados en los ostiones son los mismos y que todos tenían en común la resistencia al grupo de antibióticos encabezados por las penicilinas y/o sus derivados (Cf, Am, Ctx, Cro y Cb) (Tabla No. 6 y No. 7).

Tabla No. 6 Patrones de resistencia de las bacterias aisladas de agua de bancos de extracción de ostión de la laguna de Pueblo Viejo Veracruz

RESISTENCIA A	PATRONES	%
Ninguno	0	2.56
1 Antibiótico	1	7.69
2 Antibióticos	2	23.65
3 Antibióticos	3	15.67
4 Antibióticos	4	12.25
5 Antibióticos	5	16.52
6 Antibióticos	6	12.82
7 Antibióticos	7	5.7
8 Antibióticos	8	3.13



Tabla No. 7 Patrones de resistencia a antibióticos de bacterias  
aisladas del ostión

RESISTENCIA A	PATRONES	%
Ninguno	1	3.87
1 Antibiótico	3	6.63
2 Antibióticos	5	25.41
3 Antibióticos	3	17.68
4 Antibióticos	5	5.52
5 Antibióticos	8	17.68
6 Antibióticos	2	15.47
7 Antibióticos	3	7.18
8 Antibióticos	1	0.55

Por tanto podríamos decir que el ostión puede, al alimentarse retener, y concentrar las bacterias presentes en el medio en que se desarrolla y entre éstas a las bacterias que pueden ser resistentes a los antibióticos (Cook, 1991); a pesar de que la resistencia encontrada en las bacterias aisladas tanto en el ostión como en agua de sus bancos de extracción pueden tener orígenes diferentes: cromosómico (mutación) o extracromosómico (transformación, transducción y conjugación), En el primer caso (resistencia cromosómica) las consecuencias serán limitadas, pues solo se transfieren por herencia directa (vertical) y solo la presión terapéutica, representada por el empleo de un antibiótico concreto, en áreas localizadas (hospitales), podrá ser causa de que se presenten epidemias en ambientes más o menos localizados; además, generalmente se trata de resistencia a un solo antibiótico. En el segundo caso, a la transmisión por herencia directa se unirá la herencia horizontal: paso de genes capaces de codificar resistencia vehículos por plásmidos y/o transposones que pasan por conjugación o por transducción de una bacteria a

otra, intra e interespecie. Puede afectar simultáneamente a varios antimicrobianos, puesto que un mismo plásmido puede transportar varios genes de resistencia. Cuando la presión terapéutica, por empleo de un determinado antibiótico, es adecuada, pueden ser responsables de verdaderas epidemias intra y extrahospitalarias (Calderón, 1997).

Algunos patrones de multirresistencia encontrados están conferidos por plásmidos, ya que se encontró en la mayoría de los casos resistencia a más de un antibiótico en las bacterias aisladas (tanto del ostión como del agua de bancos de extracción); la presencia de bacterias con plásmidos en el agua y en especial en cuerpos de agua contaminados es muy común, como lo demuestra el estudio realizado por Feary (1972), el cual encontró bacterias que contenían plásmidos que codificaban resistencia a los antibióticos en la zona costera de la Bahía de Mobile y que la distribución de las bacterias coliformes resistentes a los antibióticos se encontraba relacionado con la contaminación fecal que ocurre en esa área.

El advenimiento de los antibióticos hace medio siglo cambio radicalmente el balance de poder entre los humanos y los microbios, después de la introducción de la penicilina en la década de los 40s, parecía que la conquista total sobre las enfermedades infecciosas era inminente. Sin embargo, el uso intensivo de estos, ha desafiado la capacidad evolutiva de los microorganismos.

Los microorganismos han vivido en este planeta por varios millones de años más que el hombre, las bacterias en particular se han adaptado a una extraordinaria variedad de condiciones y han desarrollado mecanismos de defensa contra una gran variedad de factores ambientales. Desde el punto de vista bacteriano, el cuerpo humano es solamente otro hospedero por colonizar, y los antibióticos es otro factor ambiental adverso al que se tuvieron que adaptar. Para las poblaciones de microorganismos que se han adaptado a vivir a las condiciones

ambientales más extremas, el aprender a vivir con los antibióticos solo era cuestión de tiempo (WHO, 1995).

El desarrollo de la resistencia está correlacionado con el nivel de uso de los antibióticos, de esta manera el uso intensivo en hospitales y en la comunidad ha incrementado el número de bacterias resistentes a los antibióticos, el problema de la resistencia a los antibióticos se agrava por el incremento en el índice de transmisión y por la toma de decisiones para su control. El hospital y la comunidad pueden ser considerados como sistemas separados que interactúan uno con otro en la epidemiología de la resistencia a antibióticos, aislándose cultivos de bacterias resistentes a los antibióticos de ambos sistemas. En los hospitales es donde se ha visto incrementado este problema en mayor medida, debido al uso intensivo de los antibióticos, especialmente los de amplio espectro. (Cohen, 1992).

Los organismos resistentes son seleccionados por el uso de los antibióticos a través de la erradicación de la porción de la población microbiana que es sensible a estos fármacos, esto tiene como resultado un rápido crecimiento (ampliación) de los organismos seleccionados en el ecosistema vacante por la muerte de los microorganismos sensibles (Hendley, 1997).

La resistencia a los antibióticos es un fenómeno natural e inevitable, a nivel mundial existen factores sociales que incrementan la magnitud del problema, como los viajes internacionales, el uso de los antibióticos como promotores de crecimiento, el uso de los mismos antibióticos en la medicina humana como en la veterinaria, el uso inadecuado de estos fármacos para el tratamiento de infecciones víricas así como su uso profiláctico, los residuos de estos medicamentos en alimentos de consumo humano, la automedicación y el no cumplimiento de los tratamientos establecidos con estos fármacos (Lewis, 1997). Sin embargo también existen medidas que pueden disminuir este efecto, las

cuales deben de cubrir lo siguiente: 1) Medidas sanitarias de control, 2) Desarrollo de nuevos antibióticos, 3) Uso racional de los antibióticos existentes, 4) Desarrollo de fármacos que ayuden a combatir los mecanismos de resistencia, 5) Monitoreo de la resistencia a antibióticos (WHO, 1995).

## CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos se puede concluir que la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz presenta problemas de contaminación por materia orgánica y que ésta tiene su origen en las descargas de aguas negras (domésticas e industriales) de las zonas aledañas a la misma y por el fecalismo al aire libre que es practicado por los habitantes de la ribera de la laguna, cuyos desechos orgánicos van a dar directamente a ésta.

- Que los géneros aislados que se caracterizaron con mayor frecuencia pertenecen a la Familia *Enterobacteriaceae*, y que los géneros más comúnmente aislados de esta familia fueron *Pseudomonas*, *Enterobacter* y *Escherichia*.

- Aunque no se aislaron bacterias patógenas, la presencia de éstas no puede descartarse ya que la presencia de géneros de la familia *Enterobacteriaceae* nos demuestran que la zona tiene contaminación fecal, por lo que podrían aislarse bacterias patógenas.

- En la zona existe una gran cantidad de bacterias resistentes a los antibióticos utilizados, especialmente a penicilinas y/o sus derivados (cefalosporinas) y una nula o escasa resistencia a Amikacina, Gentamicina, Netilmicina, Cloranfenicol y Pefloxacina.

- Que las enfermedades infecciosas de origen bacteriano, que pudieran aparecer por el consumo de este marisco, podrían ser tratadas preferentemente con Amikacina, Gentamicina, Netilmicina, Cloranfenicol y Pefloxacina.

- Que los problemas de resistencia a antibióticos encontrados aunados a algunos antecedentes de los posibles pacientes (estado nutricional, alergia a algunos antibióticos etc.), pueden llegar a desarmar por completo al médico, complicando el tratamiento de las enfermedades de origen infeccioso ocasionadas por el consumo del ostión.

- Que la resistencia a antibióticos detectada puede evitar una respuesta rápida y adecuada frente a una posible epidemia ocasionada por el consumo de los productos procedentes de la laguna (ostión, camarón, jaiba y pescados).

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Amabile, C. F. (1988) La resistencia bacteriana a los antibióticos. **Ciencia y desarrollo** 80: 57 - 68
- 2.- Amabile, C. F. (1995) Antibiotic resistance. **Am. scient.** 24: 15 - 22.
- 3.- Amaro, C. (1988) R plasmids in Environmental *Vibrio cholerae* Non - 01 strains. **Appl. and Environ. microbiol.** 54 (11): 2771 - 2776
4. Anderson, E. S. (1968) The ecology of transferable drug resistance in the enterobacteria **Ann. Rev. of Microbiol.** pp 131 - 180.
- 5.- Begley, S. (1994) The end of antibiotics **Newsweek** 123: 34 - 39.
- 6.- Blake, P. A. (1979) Disease caused by a marine *Vibrio*: clinical characteristics and epidemiology. **New England J. of Med.** 300: 1 - 5.
- 7.- Brown, E. H. (1990) El surgimiento de la resistencia bacteriana en los hospitales: necesidad de vigilancia continúa. **Journal of hospital Infect.** 15, supl. A 35 - 39.
- 8.- Bryan, F. L. (1980) Epidemiology of foodborne diseases transmitted by shellfish, fish and marine crustaceans in the United States, 1970 - 1978 **J. of Food Protect.** 43: 859 - 863.
- 9.- Calderón, J. E. (1997) Aplicación clínica de antibióticos y quimioterapéuticos. edt. Méndez Cervantes, 7a. edición pp. 519.
- 10.- Calderón, J. E. (1997) Cefalosporinas 3a. Generación Evaluación de una Década. PISA Industria Farmacéutica Mexicana, pp. 34.
- 11.- Casal, M. (1989) Estudio de la acción in vitro de Amikacina asociada con otros antimicrobianos frente a *Mycobacterium fortuitum* y *Mycobacterium chelonae*. **Rev. Lat - amer. de Microbiol.** 31: 91 - 93.

- 12.- Chopra, I. (1982) Transport of antibiotics into bacteria. En: Rose A. H., Morris J. G., *Advances in microbial physiology*. vol. 23 Londres, Academic Press, pp. 240.
- 13.- Cisneros, B. M. (1987) Sensibilidad del género *Enterobacteriaceae* a 17 antimicrobianos *infectología* 7 (6): 259 - 264.
- 14.- Cisneros, R. P. (1995) Resistance of bacteria to antibacterial agents. *Rev. Infect. Dis.* 9 (Suppl 3): S244.
- 15.- Cohen, M. L. (1992) Epidemiology of drug resistance; implications for a post antimicrobial era *Science* 257: 1050 - 1055.
- 16.- Contreras, E. F. (1985) Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo Secretaría de Pesca México. pp 203
- 17.- Contreras, E. F. (1987) Las lagunas costeras Mexicanas, Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca. pp. 987
- 18.- Contreras, E. F. (1988) Aprovechamiento del litoral Mexicano. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca. México, pp. 393
- 19.- Contreras, E. F. (1991) Hidrología y nutrientes en lagunas costeras. Departamento de Hidrología, UAM - Iztapalapa. pp. 160.
- 20.- Cook, W. D. (1991) *Microbiology of marine food products* Don R Ward an avi Book pp 289.
- 21.- Cooke, D. M. (1976) Antibiotic resistance among coliform and fecal coliform bacteria isolated from sewage, seawater and marine shellfish. *Antimicrob. agents and chemother.* 9: (6) 874 - 879
- 22.- De la Lanza - Espino (1989) Algunas características hidrográficas del sistema litoral de Veracruz, Ver., *Anales del Instituto de Biología. U.N.A.M.* 36 (1 - 2): 47 - 52.



- 23.- De Paola P. R. (1990) Incidence of *Vibrio parahaemolyticus* in United States coastal waters and oysters. *Appl. and environ. microbiol.* 56 (8): 2299 - 2302.
- 24.- ECOTECNIAS (1993) Estudio de factibilidad técnico - económica de la extracción y cultivo del ostión americano (*Crassostrea virginica*) para la sociedad cooperativa de producción pesquera "Unica Regional de Pescadores de Villa Cuauhtémoc" S.C.L., En la laguna de Pueblo Viejo, Ver., Mèx. pp 100.
- 25.- Feary, T. W. (1972) Antibiotic resistant coliform in fresh and salt water. *Arch. Environ. Health* 25: 215 - 220.
- 26.- Fernández P. (1996) Pharmaceutical perspective on the development of drug to treat infectious diseases *ASM News* 62: (2) 21 - 24.
- 27.- García, S. S. (1974) Aprovechamiento de la fijación de larvas de ostión (*Crassostrea virginica* Gm) en la laguna de Pueblo Viejo, Ver. de 1964 a 1973. Instituto Nacional de Pesca; Tampico, Tamp. pp. 259 - 267.
- 28.- García, V. F. (1978) Farmacología experimental y terapéutica general, 7a ed., Salvat Editores, Barcelona pp. 613.
- 29.- García, E. D. M. (1987) Modificaciones al sistema de clasificación de Koppen. Los climas de México. Instituto de geología UNAM pp 367.
- 30.- García, S. S. (1993) Muestreo hidrológico y otras observaciones en la laguna de Pueblo Viejo, Secretaría. de pesca pp 50.
- 31.- García, H. F. (1993) Participación clínica de las Enterobacterias, *Atención Médica* 15 (8): 32 - 33.
- 32.- Garrod, L. P. (1981) *Antibiotic and Chemotherapy*, 5a ed. Churchill Livingstone pp. 345.
- 33.- Gellin, G. (1989) Antibiotic resistance of gamnegative enteric bacteria from pigs in three herds with different histories of antibiotic exposure. *Appl. and environ. microbiol.* 55: (9) 2287- 2292.

- 34.- Genthner, J. F. (1988) Capacity of aquatic bacteria to act as recipients of plasmid DNA. *Appli. and Environ. microbiol.* 54 (1): 115 - 117.
- 35.- González, C. A. (1977) Análisis de casos y testigos en transmisión de tifoidea en la ciudad de México, en 1975. *Salud Pública México* 19 (4): 481 - 490.
- 36.- González, A. S. E. (1989) Análisis bacteriológico del ostión y de sus bancos de extracción en el estero de Tecolutla Veracruz; para su evaluación sanitaria, Tesis de Biología ENEP - IZTACALA. pp 33
- 37.- Guiney, D. G. (1984) Promiscuous Transfer of drug resistance in gramnegative bacteria. *J. of infect. dis.* 149: (3) 320 - 329.
- 38.- Hendley D. J. (1997) The problem of antibiotic resistance: VMQ spring 1997, *Virginia Medical Quartely* 123: (3) 2525 - 2527.
- 39.- The International Commission on Microbial Specifications for Foods of the international association of microbiological societies. "ICMSF" (1986) *Ecología microbiana de los alimentos* (2) productos alimenticios. Acribia pp. 345.
- 40.- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática "INEGI" (1990) Veracruz, cuaderno de información. INEGI pp 125.
- 41.- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática "INEGI", (1991) Resultados oportunos del Estado de Veracruz, INEGI. pp. 150.
- 42.- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática "INEGI" (1995) Estadísticas del medio ambiente, INEGI I. pp. 198.
- 43.- Jawetz (1997) *Microbiología médica*. editorial Manual Moderno 15a edición pp. 807.
- 44.- Kupersztoch, M.Y. (1982) Antibiotic resistance of gramnegative bacteria in México; relationship to drug consumption. Departamento de genética y biología molecular. CINVESTAV, Instituto Politecnico Nacional 529 - 537.

- 45.- Lankford, R. R. (1977) Coastal lagoons of México, their origin and classification in: Wiley, M.L. (ed) estuarine processes academic press, Unc New York, 2: 182 - 185.
- 46.- Leal, K. D. S. (1985) Contribución al estudio sanitario del ostión (*Crassostrea virginica Gm.*) de la laguna de "San Andrés", Tamaulipas México. Tesis de Licenciatura de Biología, Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad del Noroeste pp. 62.
- 47.- Lederberg, J. (1992) Emergin infections: microbial threats to health in the United States. Washington, D. C. National Academy Press pp. 355.
- 48.- Leibovici, L. (1992) Patterns of multiple resistance to antibiotics in gramnegative bacteria demonstrated by factor analysis. **Europ. J. of clin. microbiol. and infect. dis.** 11 (9): 782 - 788.
- 49.- Lewis R. L. (1997) The rise of antibiotic-resistant infections **FDA costumer mag.** U. S. Food and Drug Administration 56: (23) 287 - 291.
- 50.- Mac Faddin J. (1980) Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica, 8 ed. ed. Panamericana pp 400.
- 51.- Martínez, M. (1994) Antibiotic-resistant gramnegative bacilli in the sewage of the city of Concepcion, Chile. **Rev. latinamer. de microbiol.** 36: 39 - 46.
- 52.- MASON, J. O. (1966) Infectious hepatitis traced to the consumption of raw oyster, **Am. J. Hyg.** 75: 90 - 112.
- 53.- Mazodier, P. (1991) Gene transfer between distantly related bacteria. **Ann. rev. gen.** 25: 147 - 171.
- 54.- Mc Gowan, J. E. (1983) Antimicrobial resistance in hospital organisms and its relation to antibiotic use. **Rev. of infect. Dis.** 5: 1033 - 1048.
- 55.- Mc Gowan, J. E. (1987) Is antimicrobial resistance in hospital microorganisms related to antibiotic use? **Bull. of the N. Y. acad. of med.** 63, 253 - 268.

- 56.- Mendoza, M. A. (1989) Resistencia creciente a Trimetoprim en entorobacterias *Rev. latinoamer. de Microbiol.* 31: 107 - 111
- 57.- Mendoza, R. V. M. (1995) Impacto de los desastres ecológicos Marítimo - Costeros. *Oceanología, Unidad de Educación de Ciencia y Tecnología del mar* 1 (5): 76 - 94.
- 58.- Metcalf, T. H. (1965) The accumulation of enteric viruses by the oyster *Crassostrea virginica*, *J. of infect. dis.* 115: 68 - 76.
- 59.- Miceli, G. P. (1993) Direct plating procedure for enumerating *Vibrio vulnificus* in oyster (*Crassostrea virginica*) *Appl. environ. microbiol.* 59: (11) 3519 - 3524.
- 60.- Morris, G. J. (1981) Non - O group 1 *Vibrio cholerae* gastroenteritis in the U. S. : clinical epidemiology, and laboratory aspects of sporadic cases. *Ann. Inter. Med.* 94: 656 - 658.
- 61.- Murray, B. E. (1991) New aspects of antimicrobial resistance and the resulting therapeutic dilemmás. *J. of infect. dis.* 163: 1185 - 1194.
- 62.- National Committee for Clinical Laboratory Standards "N.C.C.L.S." (1990) Estándares de eficiencia para las pruebas de susceptibilidad en discos antimicrobianos/pruebas de susceptibilidad, N.C.C.L.S. 3ht. ed. U.S.A. pp 125.
- 63.- Neu, H. C. (1990) Mecanismos de resistencia por  $\beta$  - lactamásas en Resistencia a los antibióticos, Univ. of Columbia N. Y. pp 325 - 330.
- 64.- Neuman, M. (1979) *Vademecum de los antibióticos y agentes quimioterapéuticos antiinfecciosas.* edt. Desclee de Brouwer 4a. edición pp. 432
- 65.- Novick, P. R. (1979) The development and spread of antibiotic resistant bacterias as a consecuense of feeding antibiotics to livestock. *Ann. N.Y. Acad. of Sci.* 23 - 39.

- 66.- Paille, D. (1987) Seasonal variation in the fecal coliform of Lousina oysters and its relationship to microbiological quality. *Appl. and Environ. Microbiol.* 50 (97): 545 - 546.
- 67.- Ramírez, J. S. (1995) Participación clínica de los géneros *Pseudomonas* y *Proteus*, *Atención Médica*, 15 (8): 39 - 41.
- 68.- Rao, V. D. (1983) Some Characteristics of *Klebsiella* strains isolated from foods and water *J. of food sci. and technol.* 20: 269 - 272.
- 69.- Rodríguez, C. R. (1968) Estudió bacteriológico de la calidad sanitaria de los ostiones expendidos en el Distrito Federal, tesis de Licenciatura de Biología, E.N.C.B., I. P. N. pp. 29.
- 70.- Roy, C. (1981) Mecanismos de acción de los antibióticos. En: Foz A, Drobnic L, Guidol F, ed. *Patología infecciosa básica. Enfermedades bacterianas.* Madrid, Idepesa pp. 453.
- 71.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos "SARH", (1986) Manual del curso "Procedimientos para la certificación de la calidad del agua en zonas de explotación de moluscos bivalvos", Intituto Mexicano de Tecnología del Agua "IMTA" pp. 370.
- 72.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes "SCT", (1988) Atlas del Golfo de México, Secretaría de comunicaciones México pp 115.
- 73.- Secretaría de Salubridad y asistencia "SSA", Organización Panamericana de la Salud "OPS", Organización Mundial de la Salud "OMS" (1993) Diagnóstico sobre la protección de los alimentos en México. Secretaría de Salud México D.F. pp. 150.
- 74.- Secretaría de Pesca (1993) Ley de pesca y su reglamento 1992. Secretaría de Pesca. pp. 95.
- 75.- Secretaría de comunicaciones y transportes (1990) Atlas de caminos y carreteras, Secretaría de comunicaciones y transportes. pp. 250.

- 76.- Serafin T. (1983) An overview on nosocomial infections, including the role of the microbiology laboratory. *Clin. Microbiol. Rev.* 6: 428 - 434
- 77.- Sirot, D. L. (1993) Resistance to cefotaxime and 7 other  $\beta$  - lactamics in Members of the family Enterobacteriaceae: a three - years survey in france. *Antimicrob. Agents and Chemoter.* 36 (8): 1677 - 1681.
- 78.- Son, T. N. (1980) Behavior of pathogenic bacteria in the oyster *Crassostrea comercialis* during depuration, re - laying and storage. *Appl. environ. microbiol.* 40 (6): 994 - 1002.
- 79.- Tacket, C. O. (1982) Diarrhea associated with *Vibrio fluvialis* in the United States. *J. Clin. Microbiol.* 16: 991 - 992.
- 80.- Tacket, C. O. (1984) Clinical features and an epidemiological study of *Vibrio Vulnificus* infections. *J. of Infect. Dis.* 149 (4): 558 - 561.
- 81.- Tamayo, G . F. (1992) La diseminación de las Enterobacterias comensales. *Ciencia y desarrollo* 28 (105): 76 - 86.
- 82.- Teacher, C. L. (1972) Incidence of *Vibrio Parahaemolyticus* in shellfish from eight canadian sampling areas. *J. fish Research Board Canada* 29: 1633 - 1635.
- 83.- Twedt, R. M. (1981) Characterization of *Vibrio Cholerae* isolated from oysters. *Appl. and environ. microbiol.* 41: 1475 - 1478.
- 84.- Van Houweling, C. D. (1979) The food, drug and cosmetic act, animals drugs and the consumer. *Ann. N.Y. Acad. of Sci.* 411 - 415.
- 85.- Vergara, E. (1992) Identificación de enteropatógenos en la diarrea de la infancia en un estudio realizado en la Cd. de Posadas, Misiones, República de Argentina. *Rev. latinoamer. de Microbiol.* 34: 71 - 75.
- 86.- Vizcaino, M. F. (1992) La contaminación en México; Sección de obras de ciencia y tecnología, edt. fondo de cultura económica 3a. edición pp. 314.

87.- Voogd, C. E. (1977) Incidence of resistance to ampicillin, chloranphenicol, kanamycin and tetracycline among *Salmonella* species isolated in the Netherlands in 1972, 1973 and 1974. *Antonie Van Leeuwenhoek* 43: 269 - 281.

88.- Wilson, R. (1981) Non - O group 1 *Vibrio cholerae* gastroenteritis associated with eating raw oysters. *Am. J. Epidemiol.* 114: 293 - 298.

89.- World Health Organization (1995) WHO calls for action on spread of drug resistant diseases Press release WHO/95 354: (6) 25 - 50.