

304406¹ 2eje.

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR

ESCUELA DE BIOLOGIA



CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS MOLUSCOS BIVALVOS
DULCEACUICOLAS. PROPUESTAS DE CULTIVO PARA MEJILLONES
Y ALMEJAS EN EL GOLFO DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIOLOGO

PRESENTA

MARIA DEL PILAR CURIEL ORTIZ

MEXICO, D.F.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A todos los que de alguna manera
colaboraron en la realización de
este trabajo.

A todos los que estamos
a favor de la vida.

INDICE

INDICE

I INTRODUCCION	2
1.1 Resumen	2
1.2 Justificación	3
1.3 Antecedentes	4
1.4 Objetivos	6
1.5 Material y Metodología	6
1.6 Aspectos generales de Moluscos Bivalvos y su taxonomía	7
1.7 Características Fisiológicas de los bivalvos de agua dulce	9
1.7.1 Alimentación	9
1.7.2 Reproducción	10
1.8 Características Ecológicas	13
1.8.1 Ecología	13
1.8.2 Parámetros físicos y químicos	14
1.8.3 Asociaciones bióticas	17
II RESULTADOS	21
2.1 Familias reportadas para México	21
2.2 Información publicada	22
2.3 Importancia de las familias de México	23

III POTENCIAL DE CULTIVO	27
3.1 Potencial de cultivo de especies dulceacuícolas	27
3.2 Elementos considerados para proponer un sistema de cultivo.	28
3.3 Propuesta de sistema de cultivo.	35
3.3.1. Mejillones	35
3.3.2. Almejas	39
IV DISCUSION Y CONCLUSIONES	43
4.1 Discusión	43
4.2 Conclusiones	45
V BIBLIOGRAFIA GENERAL	47
APENDICES	55

I INTRODUCCION

I INTRODUCCION

1.1 RESUMEN

La importancia actual de aprovechar al máximo nuestros recursos naturales, adquiere relevancia al incrementarse continuamente las necesidades alimenticias y económicas en nuestro país.

Los bivalvos dulceacuícolas, tan abundantes en nuestra nación, no son a la fecha objeto de un estudio serio, mientras que en otros países son ya una industria de alcance internacional.

Con el objeto de que en un futuro estos bivalvos sean parte de proyectos institucionales, este trabajo pretende establecer las bases teóricas para que los estudiantes de las escuelas técnicas pesqueras del Golfo de México, entre otros, sean quienes se beneficien con este planteamiento. Para ello, se proporciona una revisión de la literatura especializada que existe desde 1878 hasta 1986.

En el primero y segundo capítulos, se plantean las generalidades sobre estos organismos y su importancia. En la tercera, después de resaltar la potencialidad de su cultivo, se incluyen las propuestas del sistema, que fundamentalmente consiste en

colocar a los organismos dentro de corrales o retenedores, para ser sumergidos en canales de concreto con condiciones controladas.

Entre los apéndices está incluida una sencilla clave de identificación, citas bibliográficas y su clasificación taxonómica.

1.2 JUSTIFICACION

Los bivalvos dulceacuícolas de nuestro país no han sido objeto de un estudio intenso, como lo demuestran las escasas publicaciones al respecto. Beltrán (1984), entre las fichas bibliográficas que presenta acerca de los trabajos mexicanos sobre Malacología, no incluye más de 10 sobre las dulceacuícolas.

De la Lanza-Espino (1990), en el estudio que hace sobre la situación actual de la acuicultura en nuestro país, no hace ninguna mención al respecto. Por otra parte, deja ver que la acuicultura es una industria que está en proceso de consolidación en nuestro país desde todos los puntos de vista: legal, económico, tecnológico y administrativo.

En este trabajo se evalúan las especies autóctonas potencialmente explotables y se propone un sistema de cultivo que permita integrar a los bivalvos dulceacuícolas como parte del proceso de consolidación de la acuicultura mexicana.

Lo anterior es importante debido a que entre los bivalvos de agua dulce existen especies productoras de perlas, y de subproductos que pueden utilizarse como fertilizante para vegetales; como semilla en el cultivo de perlas, o procesarlos como alimento para peces (Bardach, 1972). Además de su potencial para la alimentación humana (Lechuga, 1986).

En otros países con tradición acuicultural ancestral como Japón, este cultivo ha constituido una importante industria, tal y como lo demuestran recientes exposiciones perleras llevadas a cabo en el Hotel Presidente Chapultepec de la Ciudad de México (1993).

Por otra parte, el deterioro ambiental ha llevado consigo la disminución e incluso desaparición de especies nativas en distintas zonas del país, en este proceso las

almejas dulceacuícolas no han sido una excepción. De tal forma que la repoblación de bancos naturales, también debe estar incluida como una de las ventajas de cultivos de este tipo.

La necesidad de promover profundamente estas actividades en nuestra cultura, me lleva a proponer que la fase experimental del proyecto sea realizada por estudiantes de las escuelas técnicas pesqueras, de modo que una vez consolidada la técnica, pueda ser promovida a nivel institucional o empresarial, y los nuevos profesionistas queden convencidos de las bondades de producir estas especies.

1.3 ANTECEDENTES SOBRE LA UTILIDAD DE BIVALVOS DULCEACUICOLAS.

A finales del siglo pasado y durante la primera mitad del presente, la inquietud por la investigación sobre moluscos dulceacuícolas y su industrialización en los Estados Unidos fue evidente. Ello se puede apreciar en la extensa literatura que Fuller (1974), cita como bibliografía sobre este tema. Específicamente, cita 160 trabajos entre los años de 1880 y 1950. Dichos artículos incluyen aspectos fisiológicos, de distribución y localización, especificaciones sobre reproducción y propagación en ambientes naturales y artificiales, características de algunas especies, aspectos paleontológicos, condiciones de pesquerías, crecimiento, formación de perlas y parasitismo.

El cultivo de estos organismos llegó a constituir en Estados Unidos una verdadera industria, fundada según Pennak (1953) desde 1891. Para 1912 había 192 fábricas en 20 estados a lo largo de los ríos del Mississippi, generando muchos miles de dólares hasta 1944. Desgraciadamente, con la Segunda Guerra Mundial, vino el descenso de la industria del botón de perla y los plásticos empezaron a sustituirla casi totalmente.

En nuestro país hubo interés de algunas personas por aprovechar este recurso, como lo demuestran los títulos de las siguientes publicaciones:

Nota sobre las conchas de agua dulce que podrían aprovecharse para la producción de nácar y perlas, (Herrera, 1892) y Datos para el estudio de la concha perlífera de agua dulce, (Contreras, 1920).

Contreras, F. 1920. Datos para el estudio de la concha perlífera de agua dulce. Bol. Dir. Est. Biol. 2: 381-386

Desgraciadamente no existen reportes sobre la realización de ningún proyecto al respecto.

Por otra parte es de suponer que algunos extranjeros al considerar la gran utilidad de este recurso, vinieron a México a estudiar nuestras especies con el fin de evaluar las posibilidades de su aprovechamiento, en los dos primeros trabajos reportados acerca de nuestras especies por Fischer y Crosse (1878), puede observarse claramente esta tendencia:

Etude sur les mollusques terrestres et fluviatiles du Mexique et du Guatemala. Mission Scientifique au Mexique,(Fischer and Crosse, 1878) y *Etudes sur les mollusques terrestres et fluviatiles du Mexique et du Guatemala. In Mission scientifique au Mexique et dans l' Amerique Centrale, recherches zoologiques pour servir a l' histoire de la faune el l' Amerique Centrale et du Mexique,* (Fischer and Crosse, 1880-1902).

Por su parte Contreras (1920) menciona que unos alemanes interesados por las conchas perlíferas de agua dulce, intentaron establecer dos fábricas de botones de concha en México.

En la actualidad sabemos que en Japón se cultivan estos organismos llamados *ikecho* u ostras de agua dulce para obtener perlas. Sus cultivos estan desarrollados principalmente en los Lagos Biwa.

Rosas (1982), señala que existen almejas en los Lagos de Chapala y Cuitzeo cuya explotación es mínima a pesar de su abundancia. Habla de un "Programa para Moluscos" que incluye la explotación comercial de una almeja de la familia Unionidae del Lago de Chapala y un "Proyecto para almeja" cuyos objetivos comprenden, tanto el aumentar el poder adquisitivo de la población, como el consumo de proteínas per capita. Considera las siguientes etapas de desarrollo: localización de bancos de almeja, diseño de un método de captura apropiado y cultivo experimental para conocer detalles sobre la biología de las especies.

Lachuga (1986), reporta que en nuestro país se han comenzado a hacer estudios en almejas dulceacuícolas, tales como la almeja plateada y la almeja alada, para ser incluidas en la alimentación de los habitantes, de algunas regiones de Tabasco.

1.4 OBJETIVOS

- 1) Proporcionar una lista exhaustiva, sobre las publicaciones acerca de los bivalvos dulceacuícolas de México.
- 2) Señalar la potencialidad de los bivalvos dulceacuícolas para la acuicultura.
- 3) Identificación de especies de bivalvos convenientes para su producción.
- 4) Proponer un sistema de cultivo para las especies comprendidas dentro de los moluscos bivalvos de agua dulce, que merezca ser incluido como parte del proceso de consolidación de la acuicultura en México.
- 5) Contribuir a despertar el interés en la investigación de este recurso en nuestro país.

1.5 METODOLOGIA

Las fases de este trabajo fueron las siguientes :

- 1) Recopilación de citas de estudios realizados en nuestro país sobre estos bivalvos.
- 2) Recopilación bibliográfica para apoyar y fundamentar la propuesta para el aprovechamiento potencial de los bivalvos dulceacuícolas por medio de la acuicultura.
- 3) Selección de información que permita elaborar la propuesta para el sistema de cultivo de estas especies.
- 4) Selección de estudios que resalten el panorama, que para la investigación representa este recurso.

Las instituciones especializadas que se consultaron para obtener la información fueron las siguientes:

- 1) Biblioteca de la Secretaría de Pesca
- 2) Biblioteca del Instituto de Biología de la U.N.A.M.
- 3) Biblioteca del C.I.C.H. (U.N.A.M.) y la consulta a bancos de datos latinoamericanos e internacionales
- 4) Biblioteca de la Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar
- 5) Biblioteca de la Universidad Simón Bolívar

Comunicaciones personales:

- 1) Entrevistas con especialistas de Ciencias del Mar y Limnología de la U.N.A.M., en el Laboratorio de Ecología Marina del I.P.N. y en el Laboratorio de Invertebrados de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M.
- 2) Solicitud de información a investigadores residentes en Japón.
- 3) Solicitud de información a la Embajada del Japón en México.

1.6 ASPECTOS GENERALES DE LOS MOLUSCOS BIVALVOS (Mollusca: Bivalvia) (Pelecypoda - Lamellibranchia) y su Taxonomía

Dentro de este grupo de animales están comprendidos los mejillones, las ostras y almejas. Todos son acuáticos, la mayoría marinos. Los dulceacuícolas los encontramos especialmente en ríos.

Son organismos comprimidos dorsoventralmente. Poseen una concha con dos valvas articuladas dorsalmente mediante una charnela, quedando el cuerpo encerrado por completo. El pie está comprimido lateralmente, característica a la que debe el nombre de Pelecypoda o pie en hacha.

Las valvas se abren ligeramente y permiten la salida del pie al margen anteroventral y los sifones inhalantes y exhalantes en el margen posterior.

La diferenciación de una cabeza es objeto de controversia. Barnes (1977), dice que es muy pequeña; Pennak (1953), considera que no la presentan y Linder (1979), dice que está reducida a la abertura de la boca y a la zona que la circunda inmediatamente.

La cavidad del manto y las branquias han adquirido en la mayor parte de las especies la función de acumular alimento además de la del intercambio de gases. Esto se ha favorecido por lo espacioso de la cavidad del manto y porque las branquias casi siempre son muy grandes.

Muchas de estas características representan modificaciones que permiten a los bivalvos ser excavadores de fondos blandos.

■ TAXONOMÍA

Linder (1979) menciona que en años recientes se han propuesto para los moluscos tres principales sistemas de clasificación, los dos primeros basados en diferencias de dentición de las valvas, la musculatura para el cierre de las valvas y la estructura de las laminillas. Dichas clasificaciones son:

- a) la propuesta por J. Thiele (1935) (en "Handbuch der systematischen Weichtierkunde"
- b) la propuesta por A. Franc (1960) (en "Grasse's Traité de Zoologie")
- c) la de N.D. Newell (1965) (en R.C. Moore's (1969) "Treatise on invertebrate Paleontology")

Se conocen también las clasificaciones propuestas por Hyman (1967) y la de Marshall (1974). Además de la de Vokes (1980), que cita Burky (1983).

Para el caso específico de los bivalvos dulceacuícolas, Fuller, (1974) señala que contrariamente a lo que se pudiera pensar, no es fácil separar las distintas especies

a pesar de su tamaño relativamente grande. Su morfología es variable y han sido motivo frecuente de observación por parte de los expertos, pero su taxonomía es confusa, incompleta e irresoluta. Señala que a la fecha no se ha publicado un solo trabajo que pueda ser tomado como base para identificar todas las especies con seguridad.

De cualquier modo, se incluye en el Apéndice II una clave de identificación sencilla y la referencia de otra más extensa.

De las clasificaciones que se revisaron, la que cita Burky (1983), propuesta por Vokes (1980), es la más clara y es la que a continuación se detalla:

Superfamilia Unionacea (mejillones)	Familia Margaritiferidae Familia Unionidae
Superfamilia Corbiculacea	Familia Corbiculidae Familia Pisidiidae (almejas)
Superfamilia Dreissenacea	

- a) Las familias sobre las que está centrado este trabajo y son objeto de nuestro estudio son la Unionidae y la Pisidiidae, cuyas características están incluidas en el 2.3 de este trabajo.
- b) Los organismos clasificados dentro de la Superfamilia Unionacea son los que se conocen como mejillones de agua dulce y en los textos en inglés aparecen muchas veces como "naiades".
- c) La familia Pisidiidae incluye las especies conocidas como almejas píldora, almejas guisante o de uña.

1.7 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LOS BIVALVOS DE AGUA DULCE.

1.7.1 ALIMENTACIÓN

El sistema de filtración por el que se alimentan los bivalvos funciona gracias a la acción de los cilios que se encuentran en la parte más interna del manto, en las laminillas y en la masa visceral.

Dichos cilios se mueven de una forma sumamente coordinada de manera que forman una corriente de agua que penetra al sifón branquial. El agua pasa a la cavidad del manto, bañando otras regiones incluyendo las laminillas de la lamela, para salir finalmente por la abertura exhalante. Conforme el agua pasa por las laminillas, las partículas alimenticias se retienen en una cubierta mucosa.

Los estudios realizados hacen pensar que estos moluscos no presentan una marcada preferencia alimenticia por algunas especies de microorganismos. Los protozoarios y los detritos son sus alimentos básicos, incluyendo también rotíferos.

Las grandes poblaciones se desarrollan en áreas donde la desintegración vegetal es intensa.

1.7.2 REPRODUCCION

Este aspecto de la fisiología de los bivalvos en cuestión, es uno de los mejor estudiados (Pennak, 1953; Fuller, 1974 y Burky, 1983).

En las publicaciones se habla casi exclusivamente sobre la reproducción de los mejillones, dada su importancia comercial como productores de perlas. La reproducción de las almejas prácticamente no se menciona.

Familia Unionidae: presentan especies tanto hermafroditas como dioicas. La ovoviviparidad, esto es, la producción de estadios de larvas libre nadadoras, es común en estas especies.

Los espermatozoides de la glándula masculina se liberan en paquetes, o cuerpos volvocoides, que penetran en la hembra por la corriente inhalante. De ahí que en lugares donde las corrientes son escasas, como estanques y lagos, la fertilización sea más errática.

Los huevos fertilizados son incubados por periodos de tiempo variables en la porción marsupial de las laminillas, también llamada marsupio.

La larva gloquidio, en su madurez varía de 0.05 a 0.5 mm de diámetro y se asemeja anatómicamente al adulto. A pesar de la gran mortalidad que se da en el

marsupio, los gloquidios son liberados en gran número a través de la apertura exhalante, algunas veces contados por millones.

Durante este tiempo son especialmente propensos a ser atacados por parásitos.

Una vez liberados, los gloquidios permanecen suspendidos en el agua en un compacto mucoso o se esparcen y se hunden al fondo, donde permanecen con las valvas cerradas hacia arriba.

Al llegar a esta fase del desarrollo, los mejillones requieren siempre de un pez hospedero para poder completar su ciclo de vida, por lo que si no se ponen en contacto con él mueren a los pocos días. El pez se infecta tallándose contra el fondo, las larvas son excesivamente sensitivas y se prenden fuertemente a los tejidos superficiales al contacto con el pez, ayudándose de unos ganchos especiales que desarrollan en la concha. Algunos se infectan devorando las masas de gloquidios.

El gloquidio se convierte así en un parásito temporal y obligatorio del pez, pudiéndose enquistar en las aletas, debajo de las escamas o en tejidos blandos, como las laminillas.

Por estudios realizados, sabemos que cada especie de mejillón tiene como huéspedes exclusivos a una o más especies de peces, es decir, presentan especificidad hospedativa (Fuller, 1974).

La asociación resulta particularmente frágil para aquellas especies de mejillones capaces de infectar un limitado número de especies, mientras que los más exitosos y abundantes pueden infectar un gran número de peces.

Durante el enquistamiento los gloquidios crecen y sufren metamorfosis alimentándose de una solución de sales, azúcares y aminoácidos. Además, el enquistamiento protege a las larvas contra ataques de bacterias y protozoarios y les da la oportunidad de dispersarse al desplazarse junto con el pez.

El gloquidio succiona los jugos vitales sanguíneos del pez y una vez que ha alcanzado un tamaño razonable, se desprende y se va al fondo, en donde se desarrolla

si cae en un sustrato adecuado que ha de ser firme pero flojo y estable. Las arenas movedizas y los lodos finos son normalmente hostiles para los mejillones.

Fuller (1974) señala como condiciones para la reproducción exitosa del mejillón, fondos arenosos y sin fango, abundante alimento y oxígeno disuelto. Pennak (1953) señala que la temperatura del agua influye en la duración del tiempo parasitario.

Los peces adultos no sufren daño alguno por parte de los gloquidios, los recién nacidos pueden morir por infección secundaria.

Otros estudios han demostrado que un porcentaje muy bajo de los peces de un río o estanque se ve infectado por los gloquidios, de donde se deduce que muy pocos de los gloquidios liberados llegan hasta esta fase del desarrollo.

Pennak (1953) señala que el estado juvenil de los mejillones varía de uno hasta ocho años, hasta que el animal es sexualmente maduro, lo cual depende de numerosos factores incluida la temperatura, el abastecimiento de alimento, las corrientes y la naturaleza química específica del agua.

Si la población adulta se encuentra en un medio adecuado, los mejillones pueden vivir años reproduciéndose varias veces a lo largo de su vida.

Familia Pisidiidae: no requieren del pez para completar su desarrollo. Son siempre hermafroditas y están caracterizadas por un ciclo de vida vivíparo, esto es sin producción de larva libre nadadora.

Están adaptadas a vivir en habitats que van de sedimentos de lagos profundos a grandes ríos y arroyos, pantanos con poca agua estancada, pequeños charcos temporales o permanentes.

De esta amplia gama de lugares en que se encuentran, se deriva la variación interespecífica e intraespecífica en el patrón del ciclo de vida que presentan estos organismos.

Por otra parte se ve también influenciado por factores como las estaciones del año y factores físicos, químicos y tróficos, entre los que se encuentran principalmente la temperatura.

La mayoría vive entre 12 y 18 meses.

A diferencia de muchos otros moluscos, estas almejas tienen un muy bajo índice de reproducción.

Burky (1983) anota que mientras que para los Unionaceos se ha llegado a calcular hasta 5,000,000 nacimientos por adulto en un año, para *Sphaerium sp* sólo es de 6 a 24 en el mismo periodo de tiempo.

Existen poblaciones con una reproducción continua durante todo el año.

1.8 CARACTERISTICAS ECOLÓGICAS DE LOS BIVALVOS DE AGUA DULCE.

1.8.1 ECOLOGIA

Viven en todo tipo de habitats acuáticos, aunque son más abundantes y variados en los ríos.

Dado que son organismos filtradores, la condición trófica del hábitat es muy importante para su desarrollo. Sobre todo lo que se refiere a las características del agua, que debe estar libre de agentes contaminantes.

Incluso Burky (1983), menciona que la mejor predicción para la distribución de estos bivalvos, es la que está basada en las condiciones tróficas más que en las físicas o químicas.

Se ha observado que en general los fondos de roca desnudos, las arenas movedizas y los lodos, son inadecuados para estos bivalvos sobre todo por el alto grado de turbidez que los caracteriza.

En cambio la grava estable, la arena y los sustratos compuestos de arena o de grava mezclada con otros materiales, favorecen las grandes poblaciones.

Generalmente no habitan en lodos blandos, aunque hay algunas especies comunes que son muy afines a este tipo de fondos.

Normalmente habitan en sustratos libres de vegetación con raíces, aunque existen numerosas excepciones.

La mayoría prefiere vivir en aguas someras de menos de 2m de profundidad. Aunque las especies más grandes y el mayor número de organismos se han encontrado en ríos donde hay buena corriente, lo cual no se ha podido explicar satisfactoriamente. Probablemente se deba a la abundancia de alimento, el tipo específico de sustrato, la abundancia de oxígeno, la química del agua, o a la combinación de diversos factores (cfr. Pennak 1953).

Los organismos que se desarrollan en aguas someras de lagos descubiertos, presentan generalmente una disminución del desarrollo y una concha más pesada que los que viven en aguas protegidas por la vegetación.

Antiguamente se pensaba que los bivalvos migraban durante el invierno debido a su desconcertante desaparición en esta estación del año. Actualmente se sabe que muchos se esconden en el fondo proyectando solamente los bordes inconspicuos de los sifones, los cuales se abren pocas veces. De esta manera permanecen en un estado de dormancia, es decir de inactividad, durante el invierno.

1.8.2 PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.

Dada la importante trascendencia que tienen los parámetros físicos y químicos en el desarrollo de estos bivalvos, señalaremos algunos datos al respecto.

Pennak (1953), anota que la distribución geográfica de esos organismos parece estar determinada por las características químicas del agua, como el pH y el Carbonato de Calcio.

TEMPERATURA

Sus rangos de influencia varían según la especie, pero hasta donde se conoce es siempre un factor decisivo en el desarrollo óptimo de la reproducción, principalmente en lo que se refiere a la descarga de masas de huevos que se ve favorecida cuando ésta aumenta. Las bajas repentinas de temperatura, pueden inducir al aborto masivo de los huevos.

Se ha observado que las bajas temperaturas entorpecen la respuesta de los gloquidios a las oportunidades de infección y que reprime el desarrollo del sistema digestivo. Por el contrario, el agua caliente frecuentemente acorta el periodo de enquistamiento de los gloquidios y el consumo de oxígeno aumenta con el incremento de la temperatura.

DUREZA

La disponibilidad de suficiente carbonato de calcio es esencial. Incluso Moss (1980), menciona que se ha encontrado una relación entre las concentraciones de calcio y la diversidad y abundancia de los moluscos de agua dulce. Las aguas blandas pueden experimentar cambios rápidos de pH, lo que podría ocasionar daño a los mejillones. El Calcio es antagonista a los metales y las aguas alcalinas los precipitan como insolubles.

LUZ

Se ha observado que las repentinas reducciones en la luz que incide sobre el mejillón, como en el caso de una sombra que pasa, lo conduce a contraer sus sifones del manto. Probablemente esto se debe a que las sombras frecuentemente son provocadas por los depredadores.

Se ha observado que la luz brillante estimula el movimiento hacia la búsqueda de agua más profunda donde hay menos luz, lejos de las sombras con sus riesgos de depredación y de las posibilidades de desecación, (Fuller, 1974).

- pH** Aunque es un factor que tiene poca influencia en los mejillones, se ha observado que en general prefieren los ambientes básicos, pues en lugares ácidos pueden permanecer con las valvas cerradas, con la consecuente pérdida de peso y con una afección en la cavidad del manto que puede ser letal. Algunas funciones fisiológicas se desarrollan mejor en el rango del pH básico, además se ha observado que en ocasiones esto favorece grandes números de individuos y de especies, (Fuller, 1974).
- CLORO** A los mejillones se les ha encontrado en lugares en donde la concentración de cloro es de 87 ppm o incluso mayores. Pero unido a este factor, existe un alto nivel de oxígeno disuelto, el cual se ha demostrado, contribuye en gran medida a la sobrevivencia de los organismos junto con la fluidez de la corriente, como en el caso de las cascadas.
- Por otro lado, sabemos que los mejillones mueren ante concentraciones altas de cloro, como las que acompañan al petróleo marino cuando penetra en los ríos. Hay especies que resisten muy bien las aguas saladas, (Fuller, 1974).
- ZINC** Es el metal pesado más tóxico seguido por el cobre, el mercurio y la plata. Niveles de Zinc con un promedio de 65 ppm, han contribuido en la exterminación de mejillones en algunos ríos, (Fuller, 1974).
- NITROGENO** Cuando está contenido en las aguas como amoníaco y excede las 6.0 ppm, puede ser un factor que propicia el bajo desarrollo de los organismos, (Fuller, 1974).
- OXIGENO** Las reacciones de los organismos ante la cantidad de oxígeno, varían según las especies. Se ha observado que muchas de ellas requieren de 6 ppm de oxígeno disuelto para su crecimiento normal.

No todas las especies resisten carencias totales de oxígeno, sin embargo, algunas utilizan mecanismos para sobrevivir en estas condiciones.

En rangos bajos de oxígeno, tienden a abrir bastante sus valvas para maximizar el paso de agua por las branquias, periodo en el que el animal es altamente vulnerable, (Fuller, 1974).

FOSFORO

No se ha observado una implicación directa de este elemento sobre las poblaciones, más bien parece que con la adición de fostatos se produce el enriquecimiento orgánico del agua, (Fuller, 1974).

POTASIO

Se piensa que la ausencia natural de los mejillones en ciertas áreas, se deba a la presencia de Potasio en cantidades tóxicas. El nivel letal más bajo está entre 4 y 7 ppm. Es un contaminante común especialmente de las fábricas de papel, agua reciclada para el riego y el petróleo marino, (Fuller, 1974).

1.8.3 ASOCIACIONES BIOTICAS.

■ PECES

Como fue señalado en las generalidades de la reproducción, inciso 1.7.2., los mejillones necesitan de un pez como hospedero en los comienzos de su desarrollo.

Bajo condiciones de sobrepoblación en criaderos de peces, la infestación de gloquidios puede producir la muerte del pez, pero en la naturaleza el gloquidio es normalmente un parásito benigno que induce en el pez una inmunidad que lo fortalece con infecciones repetidas, llegando incluso en algunos casos a protegerlo en contra de los copépodos.

Fuller (1974), señala que hay un gran desconocimiento de las identidades de los parásitos en los peces, pero de cualquier manera incluye una tabla en la que aparecen los datos de más de 40 especies de mejillón, encontrados en peces.

PARASITOS

■ PROTOZOARIOS

Aunque algunos son simplemente comensales, muchos de ellos son parásitos, (Fuller, 1974).

■ BACTERIAS

Si el enriquecimiento orgánico del hábitat es exagerado, las especies parásitas de bacterias proliferan, constituyendo una amenaza contra las almejas.

■ TREMATODOS

Existen parásitos importantes de varias familias. Probablemente el más común es *Allocreadium ictaluri* (Pearse), el cual parece provocar una irritación en el organismo, que da lugar a la formación de la perla en los mejillones. Miembros del género *Bucephalus* afectan a los mejillones frecuentemente dañando o destruyendo el tejido gonádico, (Fuller, 1974).

■ ANELIDOS ACUATICOS

Pertencen al grupo de los Oligoquetos, *Chaetogaster diaphanus* devora los gloquidios cuando han caído al fondo.

■ ACAROS

Muchos de ellos viven en simbiosis y otros simplemente como comensales. Se cree que existe una especificidad bien desarrollada. Una infestación masiva de ácaros, puede hacer trizas las porciones de las branquias. Los huevos de estos organismos pueden formar el núcleo de las perlas, (Fuller, 1974).

■ OTRAS ASOCIACIONES

Los bivalvos dulceacuócolos constituyen , por otra parte, el recurso alimenticio más importante para algunas especies de aves, insectos e incluso peces. Y juegan un papel considerable en la alimentación de algunos mamíferos acuáticos.

Algunas aves intervienen en la dispersión de estos bivalvos cuando se le pegan a las patas al caminar por los ríos.

Existen también otras asociaciones, como la que se desarrolla entre las algas y los mejillones, de las que se tiene poca información pero que seguramente tienen importancia. Autores como Vinyard (1955), (en Fuller, 1974), suponen que hay géneros y especies de algas no descritos creciendo en las almejas y se cree que estas asociaciones pueden justificar altas especificaciones. Muchas de estas algas son multicelulares, especialmente *Cladophora sp.* Por la presencia de diatomeas y otras algas que se han encontrado en los bordes terminales de las conchas, se ha pensado que probablemente intervengan en el rol alimenticio y/o que podrían estar ayudando a airear el agua estancada cerca del mejillon ó para proveerlo además de flotación.

Aunque todo esto permanece sin probar, la importancia de las algas como alimento es indiscutible.

II RESULTADOS

II RESULTADOS

2.1 LISTA DE ESPECIES Y LOCALIDADES DE LAS FAMILIAS REPORTADAS PARA MEXICO.

FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO
Unionidae	<i>Unio plexus</i> (Conrad)	Lago Prassa, Mich.	Pilsbry	1903
	<i>Lampsilis umbrosus</i> (Lea)	Texolo y Orizaba Veracruz	Pilsbry	1903
	<i>Lampsilis rovirosal</i> (Pilsbry)	Veracruz, Veracruz	Pilsbry	1903
		Laguna de Astata, Tabasco		
	<i>Quadrula heros</i>	Río Sabinas, Nuevo León	Contreras	1920
	<i>Anodonta chapalensis</i> (Fischer y Crosse)	Laguna de Chapala, Jalisco	Cuesta Terrón	1925
	<i>Anodonta impura</i> (Say)	Lago de Xochimilco, D.F.	Contreras	1930
	<i>Anodonta chalcoensis</i>	Lago de Xochimilco, D.F.	Contreras	1930
	<i>Lampsilis scutulata</i> (Morelet)	San Jerónimo, Campeche	Bequaert	1933
	<i>Lampsilis paludosa</i>	San Jerónimo, Campeche	Bequaert	1933
	<i>Lampsilis largillierii</i>	Yucatán	Bequaert	1933
	<i>Anodonta lurulenta</i>	Río Usumacinta, Campeche	Bequaert	1933

II Resultados

FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	LOCALIDAD	AUTOR	AÑO
Pisidiidae	<i>Anodonta coactata</i>		Anónimo	1940
	Almeja alada	Tabasco	Lechuga	1986
	Almeja plateada	Tabasco	Lechuga	1986
	<i>Sphaerium martensi n. sp.</i>	Lago Pátzcuaro, Mich.	Pilsbry	1899
	<i>Sphaerium triangulare (Say)</i>	Lagos cercanos a México	Pilsbry	1903
	<i>Sphaerium subtransversum (Prime)</i>	Lago Patzcuaro, Mich. y Jalapa, Veracruz	Pilsbry	1903
	<i>Sphaerium martensi (Pilsbry)</i>	Tlalpan, Edo. Méx.	Pilsbry	1903
	<i>Sphaerium jalapensis n. sp.</i>	Morelia, Mich.	Pilsbry	1903
	<i>Sphaerium novoleonis n. sp.</i>	Acámbaro, Gto.	Pilsbry	1903
	<i>Pisidium abditum (Hald)</i>	Ameca, Jalisco y Monterrey, Nuevo León	Pilsbry	1903
	<i>Pisidium atlanticum (Sterki)</i>	La Laja, Veracruz	Burrington	1923
	<i>Sphaerium (Eupera) yucatanense</i>	Yucatán	Bequaert	1933
	<i>Cycles maculata</i>	Yucatán	Bequaert	1933
	<i>Eupera maculata</i>	Yucatán	Bequaert	1933
	<i>Sphaerium subtransversum (Prime)</i>	Yucatán	Bequaert	1936
	<i>Sphaerium subtransversum (Fischer y Crosse)</i>	Cienaga, Yucatán	Bequaert	1936
	<i>Sphaerium martensi (Pilsbry)</i>	Pátzcuaro	Anónimo	1940
	3 especies sin identificar	Chiapas	Bequaert	1957

2.2 INFORMACION PUBLICADA.

Los siguientes 22 trabajos son las publicaciones encontradas sobre bivalvos dulceacuícolas de nuestro país, comprenden desde 1878 hasta 1986.

Fischer y Crosse (1878 y 1880-1902), hicieron las dos primeras publicaciones, que fundamentalmente se refieren a la identificación de especies de nuestro país.

Herrera (1892), es el primer mexicano del que tenemos noticia haya publicado algo en relación a estas especies y lo hace con la finalidad de que las conchas se

aprovechen para producir nácar y perlas. Contreras (1920) por su parte, hace un estudio de la concha perlífera de agua dulce.

Pilsbry tiene 5 publicaciones (1892,1899,1903,1910 y 1920), que contienen información sobre moluscos terrestres y de agua dulce colectados en Yucatan, Michoacan,Veracruz,Tabasco y Jalisco.

Los siguientes autores tratan basicamente sobre la clasificación y descripción de organismos encontrados en el territorio mexicano: Von Martens (1901), Díaz de León (1910), Walker (1918), Burrington (1923), Cuesta Terron (1925),Contreras (1930), Anónimo (1940).

Bequaert y Clench (1933 y 1936), tienen 2 publicaciones sobre los moluscos no marinos de Yucatan. Bequaert (1957) por su parte, tiene publicado un estudio sobre los moluscos terrestres y de agua dulce de la Selva Lacandona de Chiapas.

En relación a publicaciones más recientes, contamos con la de Beltrán (1984) que incluye una lista de trabajos mexicanos sobre Malacología, algunos de los cuales son de especies de agua dulce. Rosas (1982) menciona la existencia de un Programa para Moluscos en la laguna de Chapala y Cuitzeo, que incluiría la explotación comercial de una de estas especies. Lechuga (1986) menciona a la almeja plateada y a la almeja alada, pertenecientes a la Familia Unionidae y proporciona datos sobre su abundancia y comercialización.

2.3 IMPORTANCIA DE LAS FAMILIAS DE MEXICO.

Como ya hemos expuesto, dos son las familias reportadas en nuestro país : Unionidae y Pisidiidae.

La primera comprende el grupo más abundante y variado del mundo. Abarca unas mil especies que miden por lo regular varios centímetros de largo. Incluye algunas muy atractivas desde el punto de vista industrial, como las productoras de perlas y bolones más importantes para la industria norteamericana de principios de este siglo.También cuenta con especies comestibles.

Otros estudios (Bardach 1972), han demostrado que sus conchas cortadas en pequeñas pelotitas son la semilla ideal para el cultivo de perlas. El lodo del mejillón es un magnífico fertilizante para los vegetales y los mejillones triturados son un buen alimento para peces.

Esta Familia abunda no sólo en cuerpos de agua naturales, sino también en canales y bordos artificiales construidos con fines agropiscícolas.

En nuestro país contamos con valiosos ejemplares, como *Quadrula heros* que está considerada como una especie con grandes ventajas de cultivo y propagación. Su diámetro antero-posterior es de 116mm, la altura es de 84mm y el espesor de 46mm. Por lo que su gran tamaño y grosor la hacen muy apreciada. Se han encontrado en ella perlas de gran tamaño (Contreras, 1920).

Como frecuentemente sucede en el estudio de los moluscos, su clasificación es motivo de acalorados debates entre los especialistas que se basan en la estructura de la charnela y los que estudian las laminillas y los sistemas de reproducción.

La Familia de los Pisidiidae es conocida también como Sphaeriidae (Fuller, 1974; Pennak, 1953).

Les siguen en abundancia a los Unionidae. Incluye especies que van de 4 mm a 15 mm de diámetro; son excavadores del fondo y con frecuencia extremadamente abundantes.

La importancia de la abundancia de estas almejas para la cadena alimenticia es clara, pues son consumidores primarios y representan el recurso más importante en la vida silvestre para patos, peces, insectos y aves acuáticas.

Los miembros de esta Familia se encuentran en la mayoría de los cuerpos de agua dulce permanentes, de donde frecuentemente son transportados accidentalmente por insectos voladores o en las patas de las aves acuáticas, lo que favorece su dispersión.

La Familia Pisidiidae incluye especies adaptadas a un rango más amplio de condiciones que los Unionidae.

Generalmente son hermafroditas e incluso autofértiles, por lo que un solo individuo basta para dispersar la especie en amplios márgenes ecológicos y geográficos. Los jóvenes permanecen en el interior de las branquias de los adultos durante su primera etapa de desarrollo. Dependiendo de las especies, de 2 a 20 organismos pueden estar presentes al mismo tiempo.

Es notoria su resistencia a la desecación.

Algunos tienen un gran valor como indicadores de alteraciones ambientales, (Fuller, 1974).

Pueden existir grandes densidades en áreas reducidas.

III
POTENCIAL DE CULTIVO

III

POTENCIAL DE CULTIVO

3.1 POTENCIAL DE CULTIVO DE ESPECIES DULCEACUICOLAS.

Desde el siglo XII se conoce que las especies dulceacuícolas son susceptibles de ser cultivadas, pues ya para entonces Hoochow comenzó a hacerlo en China con gran éxito. (Aplijsa de México, 1990).

En nuestro siglo este cultivo tuvo un gran auge durante su primera mitad, con la finalidad básica de obtener principalmente botones de las conchas. En el Apéndice IV hemos incluido algunas referencias sobre el cultivo y pesquerías de estos organismos en los Estados Unidos, donde llegó a constituir una verdadera industria.

En los últimos años sabemos que Japón ha lanzado al mercado internacional de la joyería las perlas de río con gran aceptación. Este país tiene sus principales cultivos en el Lago Biwa. Desafortunadamente no podemos tener acceso a esta información, pues está restringida. (comunicación epistolar, Matsunaga 1990).

En Japón el "National Pearl Research Laboratory" fue encargado de estas investigaciones hasta 1978, año en que pasó a ser el "National Research Institute of Aquaculture" (Apéndice III; comunicación epistolar, Mauricio, 1990).

Sabemos que *Hyriopsis schelgellii* es una especie cultivada por ellos como productora de perlas, perteneciente a la Familia Unionidae.

Sabemos también que en Estados Unidos el mejillon *Lampsilis clabornensis* es capturado como fuente de alimento y que sus conchas, cortadas o reducidas a pequeñas pelotitas son la semilla ideal para el cultivo de perlas, por lo que sus conchas se exportan con ese fin en la actualidad de los Estados Unidos al Japón. (Bardach, 1986).

Dicha especie tiene un gran valor potencial para el cultivo en estanques, sola o con peces y parece ser que esta especie y sus parientes pueden representar una valiosa contribución a la acuicultura, particularmente en sistemas de policultivo ecológicamente integrados, en los que una especie de pez huésped puede ser confinado junto con el principal cultivo acuícola.

En cuanto al cultivo de estos bivalvos en nuestro país, no parece estar registrada ninguna industria ni estatal ni particular que los explote.

3.2 ELEMENTOS CONSIDERADOS PARA PROPONER UN SISTEMA DE CULTIVO.

- A) en cuanto al sistema de producción:
 - a) elección de las especies
 - b) selección del sitio
 - c) especificación de instalaciones y artefactos de cultivo
 - d) métodos de cultivo
- B) en cuanto a los factores que afectan la unidad de producción :
 - a) el sistema debe garantizar un elevado nivel de sobrevivencia y desarrollo
 - b) para la operación adecuada de la unidad debe tenerse en cuenta:
 - la tasa de densidad, la apropiada cantidad y cualidad de agua y alimento

- c) prevención de enfermedades y parasitosis
- d) eliminación de depredadores
- e) costos: construcción, alimento, reparaciones, etc.

La fundamentación de nuestro planteamiento está hecho en base a las siguientes fuentes bibliográficas.

■ PUBLICACIONES NACIONALES

La única que hemos encontrado como antecedente de propuesta para un sistema de cultivo de bivalvos de agua dulce, es la de Contreras (1920), en la que propone al mejillón *Quadrula heros* como la especie nacional más indicada para intentar su propagación, dadas sus cualidades como productora de botones y perlas de gran tamaño. Se encuentra en las aguas del río Sabinas en el Estado de Nuevo León. Y sobre ella proporciona los siguientes datos.

En la naturaleza se le ha encontrado como huésped en las siguientes especies de peces: *Lepomis pallidus* Mitchell, *Ictalurus punctatus*, *Ameirus melas*. Y en infecciones artificiales se ha logrado la maduración exitosa.

Su gestación no está limitada al verano, sino que puede extenderse al invierno.

La gran vitalidad de los gloquidios y su inmenso número, aumentan las probabilidades de éxito en la propagación artificial.

Sus hábitos naturales son susceptibles de ser imitados fácilmente en condiciones artificiales, pues se encuentran tanto en las aguas quietas de lagos y lagunas como en las corrientes libres de ríos abiertos.

Por otra parte (Contreras, 1920) señala brevemente las especies comerciales de más valor en los Estados Unidos, entre las que incluye a *Quadrula heros*. Anota que puede intentarse la aclimatación de especies con las que no contamos en nuestras aguas.

Entre los elementos que menciona como característicos de los lugares más apropiados para la producción de las perlas, se encuentra la presencia de rocas de diversas clases tales como las pizarras, el hormigón, las arenas y las areniscas. Los fondos lodosos de los ríos suelen contener almejas perleras, si en las cercanías se encuentran macizos rocosos que provean al agua de cal.

Señala que las conchas perlíferas se desarrollan mejor en los ríos de fondos arenosos o con grava y en donde a las corrientes libres se une una profundidad moderada.

Como los parásitos son la causa determinante de la producción las perlas, menciona a los más notables: *Cotylaplis insignis*, *Aspidogaster conchicola* y la sanguijuela común, que prefieren vivir en los charcos quietos, calientes y poco profundos y que ocasionalmente invaden a las almejas.

Muchas perlas se han encontrado en lugares donde simultáneamente existen aguas superficiales y tranquilas en que abundan los parásitos, y aguas más profundas habitadas por moluscos, pues las almejas después de vivir en aguas poco profundas se dirigen a fondos mayores en donde pasan el mayor tiempo y adquieren mayores dimensiones.

■ PUBLICACIONES EXTRANJERAS

Corwin (1920), hace un examen cuantitativo de los métodos de propagación artificial utilizados para *Lampsilis luteola*, con los que se han obtenido buenos resultados (Fig. 1).

El principal objetivo en este caso, era el de mostrar la relación entre la duración del periodo parasitario y la estación del año ligada a la temperatura.

El método consiste en lanzar al lago peces infectados de gloquidios en corrales construidos con malla de alambre de una pulgada de luz, con una tabla en el fondo de aproximadamente una pulgada de grosor, cubierta con arena tomada de la playa. Una vez que los peces arrojan a los gloquidios se retiran del corral. Se hace un conteo de los gloquidios y se les vuelve a sumergir.

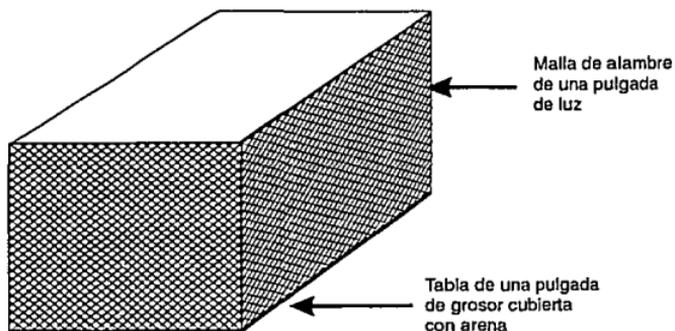


Fig. 1 Modelo de los corrales utilizados por Corwin (1920)

En general, los peces sobrevivieron lo suficiente para arrojar los gloquidios. Parte de los cuales fueron comidos por tortugas o por peces excavadores de fondo.

Se encontró que los gloquidios que parasitan a los peces durante la primavera o en los comienzos del verano, requerían un periodo de metamorfosis menor que las infecciones causadas a finales del verano o durante el otoño.

La temperatura a la que los gloquidios se desprendieron del pez en un lapso menor de tiempo, fue cuando ascendió de 20 a 25 C.

Corwin (1921), en un estudio posterior, señala como relevante el número promedio de gloquidios vivos de *Lampsilis luteola* producidos por una perca como resultado de una sola infección, es por lo menos de 833. Y que el uso de una malla

más cerrada que la de 1 pulgada (2.5 cm), podría elevar esta cifra. Además aunque no precisa la densidad máxima en que pueden desarrollarse los mejillones, menciona que en una población de 18 organismos por pie cuadrado (30.48 cm²) no parece haber detrimento.

Ellis (1929), menciona una serie de factores importantes que se deben considerar en la propagación artificial de los mejillones de agua dulce.

Entre ellos menciona los riesgos por los que atraviesa el gloquidio antes de llegar a la madurez y de cómo en un periodo que comprende de 3 a 5 años pueden adquirir un tamaño comercial.

Contempla también la posibilidad de utilizar una substancia que proporcione los elementos nutritivos que el gloquidio necesita para evitar así el periodo parasitario por el que atraviesan inevitablemente.

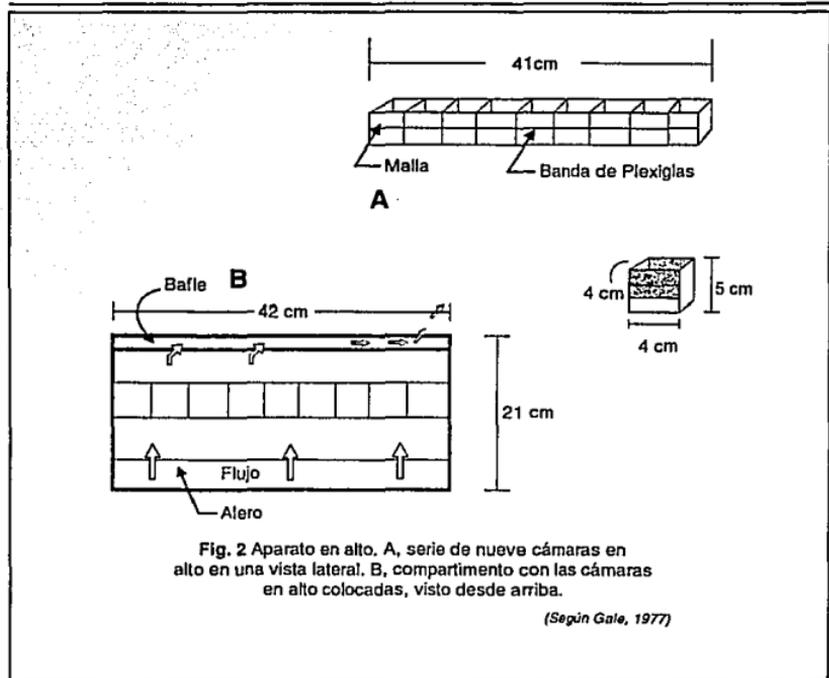
Propone lograr una cepa vigorosamente productiva para aumentar el número de embriones que logren completar su desarrollo.

Gale (1977) trabajó tanto en el laboratorio como en el campo con la almeja de uña *Sphaerium transversum* (Say), con el objeto de medir la rapidez de su crecimiento y logró que completara su ciclo de vida en menos de un mes.

El laboratorio se estableció en un lugar cercano a la localidad de la especie, de donde se bombeaba el agua con el objeto de que las condiciones químicas y de temperatura fueran similares a las del río y proveyeran de alimento a las almejas.

Las almejas fueron puestas en cámaras individuales sobre una banda de plexiglass (Fig. 2).

Una serie de 9 cámaras fue colocada en cada uno de los compartimentos de madera. Cada una de ellas contenía 10 cc de arcilla del fango del fondo del río de donde se colectaron las almejas. Un baffle o deflector, que desviaba la dirección del fluido, mantenía los niveles de agua a 6 mm debajo del tope de las cámaras.



La pantalla de plástico que cubre 2 de los lados, consiste en una malla con 12 aberturas por centímetro para el paso del agua.

De este modo las almejas no se pueden escapar o mover entre las cámaras y no son arrojadas fuera del agua.

La mejor reproducción se observó donde una sola almeja grande fue colocada por cámara, de donde se retiraron 33 días después de haber sido colocadas.

Por otra parte, el sistema utilizado en el campo consta fundamentalmente de dos retenedores que se sumergen en el río, en este caso en los meses correspondientes al verano/otoño.

Cada retenedor (Fig. 3) consta de 40 tubos suspendidos en una lámina perforada de plexiglass y sostenidos por unas varas de aluminio. Los tubos miden de 7 a 8 cm de largo y están hechos de conductos de polyvinylchloride con una malla de plástico puesta cerca del fondo, un disco de madera pintada cierra el tubo al final de la malla. Según señala el autor, el tubo de la figura 2c, pudo construirse y limpiarse con más facilidad.

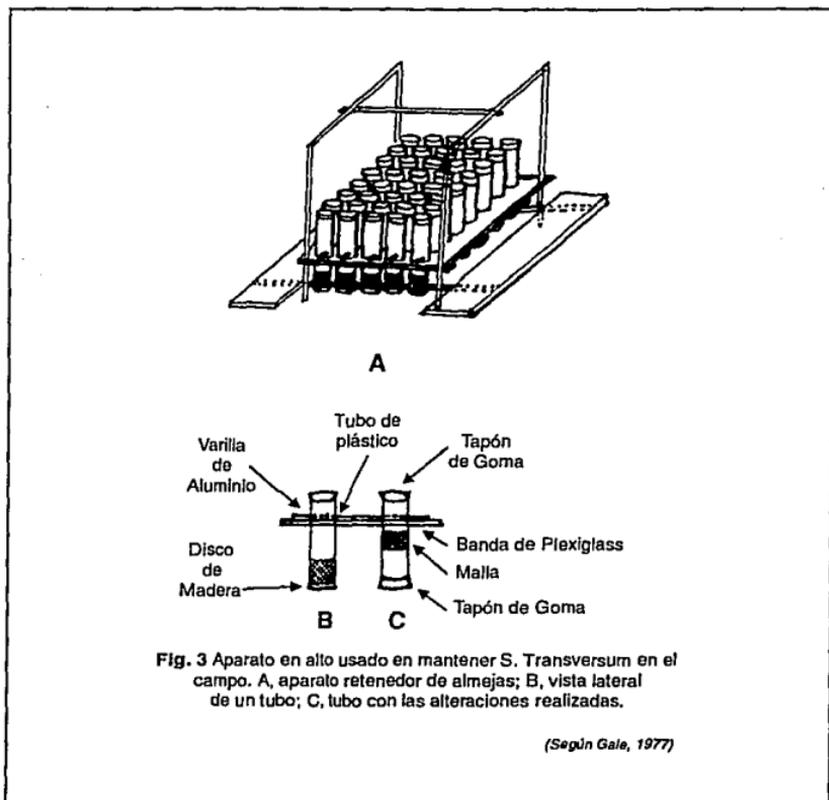


Fig. 3 Aparato en alto usado en mantener *S. Transversum* en el campo. A, aparato retenedor de almejas; B, vista lateral de un tubo; C, tubo con las alteraciones realizadas.

(Según Gale, 1977)

En cada tubo se colocaron dos almejas tomadas al azar de 5-7 mm de largo y 10 cc de fango de arcilla tomados del lugar donde se obtuvieron las almejas.

Los retenedores se introducen en el fondo del río hasta que las 2 pestañas, colocadas a los lados del mismo retenedor, queden al penetrar los tubos, justamente por arriba del sustrato.

Uno de los retenedores fue sumergido en una ensenada protegida, adyacente a una vegetación considerable tanto emergente como sumergida, donde había menos de 1,000 almejas por metro cuadrado.

El otro retenedor fue colocado en un lugar abierto donde había unas 42,000 almejas por metro cuadrado.

Cuando dos meses después de la colocación quisieron hacer las evaluaciones, el que había sido puesto en la ensenada estaba volteado y muchos tubos prácticamente llenos de lodo. El contenido de los tubos fue tamizado y las almejas contadas y preservadas en una solución al 10% de formalina.

En el segundo caso, las boyas que marcaban el retenedor habían desaparecido y el retenedor se perdió.

A pesar de las averías sucedidas al sistema, las almejas de la ensenada y sus crías crecieron optimamente, además de haber dado lugar a un número considerable de embriones.

3.3 PROPUESTA DE SISTEMA DE CULTIVO.

3.3.1. MEJILLONES.

■ SISTEMA DE PRODUCCION

- a) la especie propuesta es *Quadrula heros*, dado que está considerada como una especie con grandes ventajas de cultivo y propagación, pues sus gloquidios son de gran vitalidad y abundancia, en infecciones artificiales se

han llevado a la madurez en gran número y su gestación no está limitada al verano. Además es productora de perlas de gran tamaño (Contreras, 1920).

- b) selección del sitio: Centros Tecnológicos del Mar, dirigidos por la S.E.P., ubicados en Veracruz Veracruz, Alvarado Veracruz, Frontera Tabasco y Ciudad del Carmen Campeche.

Estas cuatro ciudades cuentan con gran riqueza hidrográfica y para cada uno de ellas existen reportes sobre la existencia de bivalvos dulceacuícolas.

Además, teniendo en cuenta que el ambiente social influye en el desarrollo de la tecnología, estos estados cuentan con la estructura social y tecnológica pesquera más avanzada del Golfo de México (Ortiz, 1985), lo que hace pensar que la implantación de un nuevo sistema de cultivo, tendrá una buena acogida entre la población.

- c) especificación de instalaciones y artefactos de cultivo:

- Corrales de 50 cm de largo, 35cm de altura y 30cm de ancho contruidos con malla de alambre de 1 cm de luz con un fondo de acrílico de un cm de grosor, cubierto con arena (Fig.4)
- canales de concreto con extensión variable y 50 cm de profundidad (Fig.5)
- evaluación del ambiente del que proviene el pie de cría para reproducirlo en condiciones controladas como:
 - suficiente alimento
 - análisis previo del agua para evaluar la composición química y asegurarse de que contenga suficiente Carbonato de Calcio, que sea un ambiente básico, que la proporción de Cloro sea de 87 ppm o mayor, que el Nitrógeno no exceda las 6.0 ppm, que el Potasio sea menor a 4.0 ppm y que no contenga metales pesados
 - el flujo de corriente debe garantizar un alto nivel de Oxígeno disuelto, 6 ppm, para un crecimiento normal

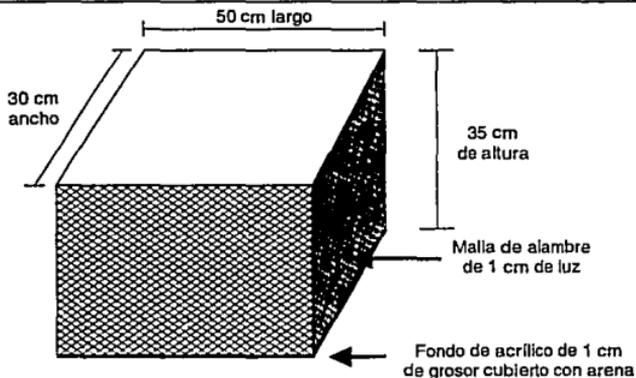


Fig. 4 Corrales para la producción del mejillón *Quadrula heros*. (escala 1:10)

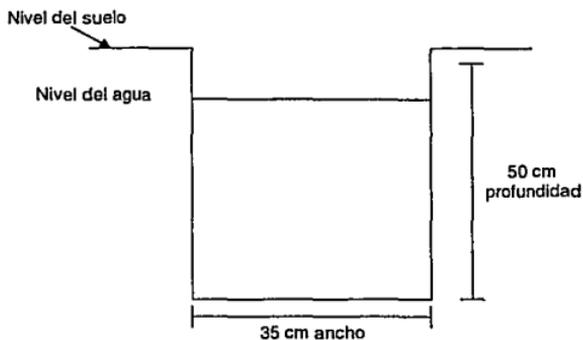


Fig. 5 Vista transversal de un canal de concreto para introducir los corrales para la producción del mejillón *Quadrula heros*. (escala 1:10)

- temperatura entre 18 y 20 C
- poca luz brillante

d) Métodos de cultivo:

Dadas las características del ciclo reproductivo de *Quadrula heros* (Fig. 6), el sistema comprendera 3 sitios distintos:

1) Sitio de reproducción e infestación de peces.

Consiste en un canal circular que tiene un perímetro de 5m, una profundidad de 50cm y arena en el fondo.

Después de haber capturado a los mejillones hembras sexualmente maduros, se toman los gloquidios del marsupio (Fig.6 a) y se colocan en el canal con los

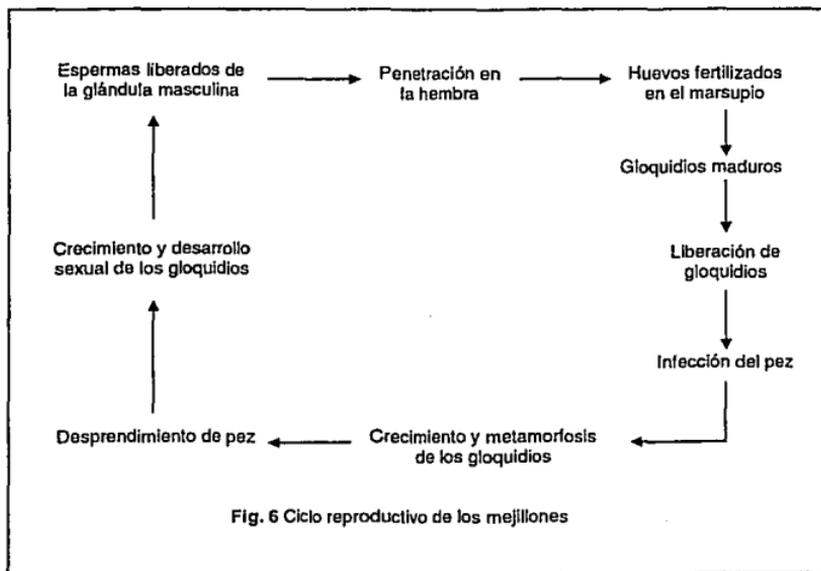


Fig. 6 Ciclo reproductivo de los mejillones

peces, que se infectarán con el paso continuo de los gloquidios, (Fig. 6,b). Los peces que en este caso son susceptibles de ser infectados son: *Lepomis pallidus* Mitchill, *Ictalurus punctatus* y *Amelurus melas*.

Una semana después, se somete a los peces en condiciones controladas, a un progresivo ascenso de temperatura que vaya de los 20-25C, de modo que los gloquidios puedan desprenderse y recuperarse en periodos de 18-20 días (Fig. 6,c).

2) Sitio de recuperación para los peces.

Una vez que los gloquidios se han desprendido del pez, éstos se trasladan a un estanque donde puedan recuperarse después de haber sido desparasitados, pues aunque normalmente los gloquidios no producen daños notorios, pueden causar infestaciones masivas.

3) Sitio de engorda.

Los gloquidios maduros se colectan para ser depositados en los corrales del tipo de los mencionados en el inciso c del 3.3.1.

El canal en este caso, mide 10m y tiene capacidad para 15 corrales, con unos 27 organismos cada uno, por lo que la producción esperada es de unos 400 mejillones.

Cabe anotar, que para que todo esto se lleve a cabo, se harán revisiones previas en las que participen los estudiantes para localizar los bancos naturales y recolectar los organismos.

3.3.2. ALMEJAS

■ SISTEMA DE PRODUCCION (Fig.7)

- a) Elección de la especie: *Sphaerium sp.* En nuestro país no tenemos reportes sobre la existencia de *Sphaerium transversum*, que es con la especie con la que trabaja Gale (1977) y en cuya tecnología hemos basado nuestra

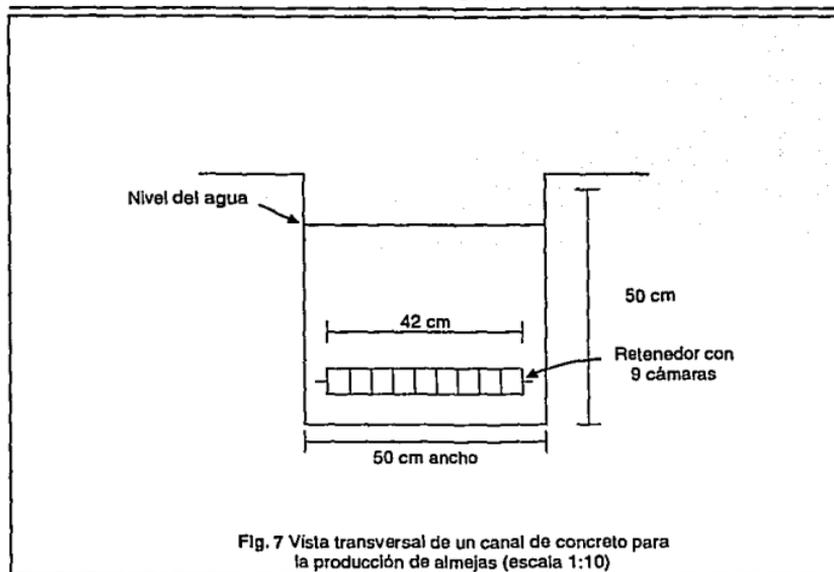


Fig. 7 Vista transversal de un canal de concreto para la producción de almejas (escala 1:10)

propuesta. Sin embargo, sabemos que el género *Spherium* es sumamente adaptable y que en nuestro país contamos con 10 especies reportadas de este género, por lo que cabe intentarlo con alguna o varias de ellas.

- b) selección del sitio: por las mismas razones anotadas en el 3.3.1 para el cultivo de los mejillones, el sitio seleccionado son los Centros Tecnológicos del Mar.
- c) especificación de instalaciones y artefactos de cultivo: (cfr. Gale, 1977).
 - retenedores (Fig.2 y 3) con tubos suspendidos para ser sumergidos
- d) métodos de cultivo:
 - fabricación de retenedores y colecta de organismos, para ser sumergidos en 2 canales, uno para cada tipo de retenedor.

- Los canales estarán hechos de concreto y tendrán 50 cm de ancho y 50 cm de hondo, con una extensión de 10 m.
- Las características del agua, dependerán de los resultados obtenidos del análisis aplicado en el lugar de origen de los organismos, para tratar de igualarlas.

**IV
DISCUSION Y
CONCLUSIONES**

IV DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1 DISCUSION

Aunque la lista de las referencias bibliográficas no es muy amplia, sí es bastante completa, pues las publicaciones en nuestro país no son abundantes.

La propuesta de cultivo está planteada en centros educativos , con el objeto de que sean ellos quienes prueben su factibilidad, de modo que una vez probada la técnica haya elementos suficientes que justifiquen un proyecto a nivel industrial y personal capacitado.

Los corrales de la propuesta para el cultivo de los MEJILLONES, está basada en el trabajo de Corwin (1920), con la variante de que la malla es más reducida, pues de otra manera como reporta el autor, los mejillones pueden salir. En lugar de tabla, hemos pensado en un fondo de acrílico, que ofrece mayor solidez y no se pudre.

Los canales, en contraste con los estanques, facilitan el acceso y control sobre cada uno de los corrales. Su disposición plegada (Fig.8), facilita el aprovechamiento del espacio a su máxima capacidad. Y por su misma forma, propicia la generación de corrientes, tan ventajosas para estos organismos.

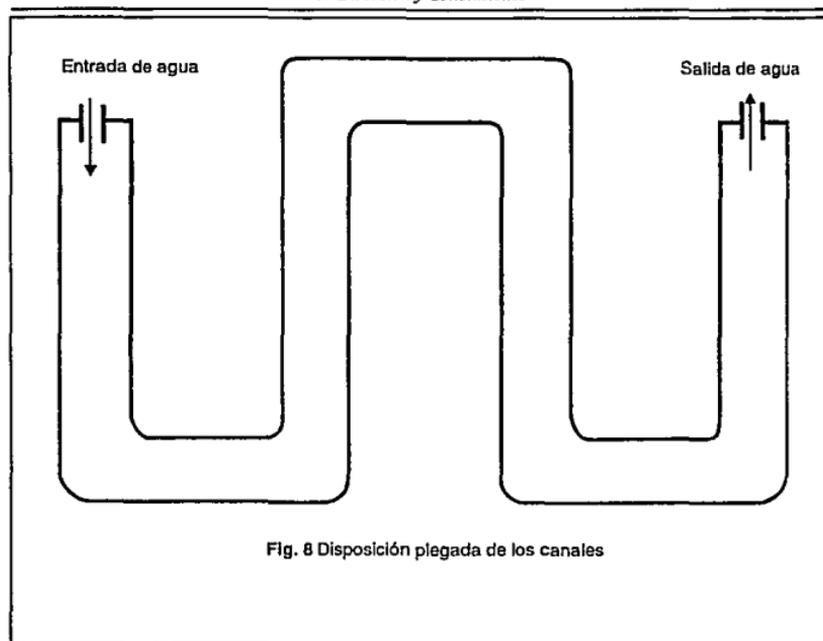


Fig. 8 Disposición plegada de los canales

El flujo continuo de agua a través de cada corral, por ejemplo de 10 lt por minuto, garantiza que el agua esté siempre limpia, que haya alimento suficiente y que no haya contagio de enfermedades entre los mismos organismos.

Es importante señalar, que para cultivar estos organismos, cabe la alternativa de introducir los corrales en un embalse natural, o en el lugar del que proceden, con la ventaja de que el corral los defenderá de las adversidades ambientales.

Indudablemente que los ajustes a la metodología se harán de acuerdo con la experiencia y en los resultados que se vayan obteniendo.

La propuesta desarrollada para las ALMEJAS, está basada en una tecnología especializada, lo que ofrece amplias garantías de éxito. Pues además, el hecho de

que los retenedores estén colocados en estanques, ésto asegura la posición fija de los mismos, ya que el único inconveniente de la tecnología en la que nos basamos, fue precisamente la inestabilidad de los mismos. Los tubos serán de acuerdo al modelo de la Figura 2 C, que dieron mejor resultado que los de la Figura 2 B.

Por otra parte, las pruebas realizadas fueron hechas en otro país y con especies distintas a las reportadas para México, de modo que constituyen un reto para la implementación de una tecnología nacional, que se adecue a nuestras circunstancias.

Con la información proporcionada sobre las especies dulceacuícolas de nuestro país y sobre la industrialización que para otros países representan estos organismos, hemos buscado contribuir a resaltar el potencial que representan como productores de perlas y carne y de subproductos que pueden utilizarse como fertilizante para vegetales; como semilla en el cultivo de perlas o procesarlos como alimento para peces.

4.2 CONCLUSIONES.

1. Dentro de la familia de mejillones (Unionidae), la especie que ofrece mejores perspectivas para ser cultivada, es *Quadrula heros*, dado su potencial como productora de perlas y eventualmente de carne.
2. Dentro de la familia de las almejas (Pisidiidae), las especies que ofrecen mejores perspectivas para ser cultivadas son del género *Sphaerium* sp.
3. El cultivo de estos organismos representa una posibilidad de experimentación para los alumnos de las escuelas técnicas pesqueras dirigidas por la S.E.P.
4. Las propuestas de cultivo no implican gastos excesivos, sino utilización de instalaciones existentes, lo que hace más atractiva su implementación.
5. El desarrollar esta tecnología, permitirá a los estudiantes de las escuelas pesqueras participar en la propuesta y manejo de nuevas especies de interés comercial, para contar inmediatamente con personal especializado.

V
BIBLIOGRAFIA GENERAL

V

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- Abbott, T. 1979. Kingdom of the Seashell. Crown Publishers, Inc. New York, N.Y., U.S.A. 256 p.
- Aguilera, H.P. y Noriega, C.P. 1985. ¿Qué es la Acuicultura? Nos. 2, 3 y 4. Acuanotsoya. Publicada por la Asociación Americana de Soya. Secretaría de Pesca.
- Anónimo. 1940. Nota sobre los moluscos del Lago de Pátzcuaro y regiones vecinas. Anales del Instituto de Biología. U.N.A.M. 11:477-479.
- Bakeiro, C.E. 1984. Programa Nacional de Almeja-caracol. Memoria Primera Reunión Nacional de Malacología y Conquiología. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. p. 43-51.
- Ballou, S.V. 1970. A Model for Theses and Research Papers. Houghton Mifflin Company. Fresno (California) State College U.S.A. 70 p.

- Bardach, J.E. et al. 1972. *Aquaculture. The Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms*. Wiley Interscience (John Wiley and Sons, Inc.) U.S.A. 876 p.
- Barth, R. y R. Broshears. 1981. *The Invertebrate World*. CBS College Publishing. U.S.A. 646 p.
- Barnes, R.D. 1977. *Zoología de los Invertebrados*. Ed. Interamericana. México. p. 307-419.
- Beltrán, E. 1984. *Desarrollo del Malacología*. Memoria Primera Reunión Nacional de Malacología y Conchología. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México p. 31-42.
- Bequaert, J.C. and W.J. Clench. 1933. *The non-marine Mollusks of Yucatan*. Publ. Carnegie Inst. Washington. 431:525-545.
- Bequaert, J.C. and W.J. Clench. 1936. *A Second Contribution to the Molluscan Fauna of Yucatan*. Publ. Carnegie Inst. Washington. 457:61-75.
- Bequaert, J.C. and W.J. Clench. 1938. *A Third Contribution to the Molluscan Fauna of Yucatan*. Publ. Carnegie Inst. Washington. 491: 257-260.
- Bequaert, J.C. and W.J. Clench. 1957. *Land and Freshwater Mollusks of the Selva Lacandona, Chiapas México*, Museum of Comparative Zoology Bulletin. Harvard University. (116) 4:204-227.
- Burrington, B.H. 1923. *The Mollusca collected by the University of Michigan Walker expedition in Southern Veracruz, México IV*. Occasional Papers of the Museum of Zoology. University of Michigan. U.S.A. 135: 1-94.
- Burky, A.J. 1983. *Physiological Ecology of Freshwater Bivalves. The Mollusca, Vol. 6 Ecology*. Academic Press Inc. 281-327.

- Cáceres, M. C., Ramírez, F. D. Chávez, V.J. 1986. Cultivo de ostión *C. gigas* en costales y estantes en la zona de entre-mareas. U.A.B.C.S. Ciencias del Mar. La Paz, Baja California Sur. México.
- Cáceres, M. C., Ramírez, F.D. y Chávez, V.J. 1986. Cultivo en Parques de la almeja *Argopecten circularis*. U.A.B.C.S. Ciencias del Mar, La Paz, Baja California Sur. México.
- Cáceres, M. J. 1983. Potencial de Cultivo de especies acuáticas nativas. D.G.C.T.M. 9 p.
- Cifuentes, L. J. L. 1984. Biología de los Moluscos. Memoria de la Primera Reunión Nacional de Malacología y Conquiología. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México p 53-73
- Cifuentes, L. J. L. 1986. Los Moluscos como Alimento Actual y Futuro. Memoria de la Segunda Reunión Nacional de Malacología y Conquiología. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México p. 123-124.
- Contreras, F. 1920. Datos para el estudio de la concha perífera de agua dulce. Bol. Dir. Est. Biol. 2: 381-386.
- Contreras, F. 1930. Moluscos del Lago de Xochimilco, D.F. Ans. Inst. Biol. U.N.A.M. 1:39-46.
- Corwin, R.S. 1920. Raising freshwater mussels in enclosures. Transactions of the American Fisheries Society 49,81-84.
- Corwin, R.S. 1921. Further notes on raising freshwater mussels in enclosures. Transactions of the American Fisheries Society. 50,307-311.
- Cuesta Terrón, C. 1925. La Fauna ictiológica y malacológica comestible del Lago de Chapala, Jal. y su pesca. Mem. Soc. Cient. A. Alzate. 44:39-67.
- De la Lanza-Espino, G. y J. L. Arredondo F. 1990. La Acuicultura en México: de los conceptos a la producción. UNAM. 315p.

- Eco, U. 1989 ¿Cómo se hace una tesis? Editoreal Gedisa. Barcelona España. 9a. Reimpresión en México. 267 p.
- Ellis, m.m. 1929. The artificial propagation of freshwater mussels. Transactions of the American Fisheries Society. 59,217-223.
- Fuller, S. L. H. 1974. Clams and mussels (Mollusca:Bivalvia). In: Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates (C.W. Hart and S.L. Fuller eds.) p 215-274. Academic Press, New York.
- Gale, W. F. 1977. Growth of the fingernail clam, *Sphaerium transuersum* (Say) in field and laboratory experiments. Nautilus 91,8-12
- Holguin, Q. O. 1976. Catálogo de Especies Marinas de importancia comercial en Baja California Sur. Instituto Nacional de Pesca.
- Hyman. 1967. The Invertebrates: Mollusca I. Mc Graw-Hill Book Company. U.S.A. 792 p
- Instituto Nacional de la Pesca. 1987. Investigación y Tecnología Pesqueras. Consejo Nacional Consultivo. Secretaría de Pesca.
- Linder, G. 1979. Field Guide to Seashells of the World. Van Nostrand Reinhold Company. Great Britain. 271 p
- Lechuga, F. V. 1986. Moluscos Comestibles del Estado de Tabasco (Actuales y Potenciales) Mem. II Reun. Nal. Malacología y Conquiología. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. p 155-165
- Llamosas, H.C. 1973. Apuntes para un catálogo de los moluscos bivalvos. Tesis Profesional. U.N.A.M.
- Marshall, A. J. y W. D. Williams. 1974. Textbook of Zoology Invertebrates. Volumel. The Macmillan Press Ltd. N.Y. 874 p

Marshall, A. J. y W. D. Williams. 1974. Textbook of Zoology Invertebrates. Volumel. The Macmillan Press Ltd. N.Y. 874 p

Memorias. Encuentro Regional sobre Producción de Mejillón. (Cultivo, Industrialización, Comercialización y Consumo) Secretaría de Pesca. Fondepesca. Ensenada, B.C. 17-19 de noviembre de 1987.466p

Nota: las citas enlistadas a continuación, son los trabajos contenidos en las Memorias y que fueron consultados para este trabajo. Aparecen en el orden que fueron publicados.

P.M. de Wit, t. Cultivo de mejillones en los países bajos.

Contreras, T. A. Cultivo de mejillón en España.

Salas, G. A. y L. García P. Estudios básicos y experiencias en el Cultivo de Mejillón por el I.I.O. en Baja California.

Buckle, R. F. y Claudia, F.B. Experiencias y posibilidades del cultivo de *Modiolus capax* en Bahía de los Angeles, Baja California, México.

García Cubas, A. y M. Reguero. Conocimiento Actual de los Mitilidos Tropicales de México.

González, A. H. y T. A. Reyes G. Cultivo Comercial de Mejillón (*Mytilus edulis* L.) en la Isla San Martin, Baja California México.

García, P. L. Engorda en balsas en Ensenada, B.C.

Baylon, G. O. H. Potencial productivo y perspectivas del mejillón en Baja California.

Sandoval, S. Identificación, Formulación, Financiamiento y operación de proyectos de mejillón.

Fuentes, C. E. Esquemas de Financiamiento para la Acuicultura.

- Solís, S. J. Esquemas de Financiamiento de la Acuicultura.
- Zepeda, R. R. Depuración de Moluscos Bivalvos.
- Morales, J. J. 1981. El cultivo de la Almeja. Técnica Pesquera. No.160 Año XIV. 12-16p
- Moss, B. 1980. Ecology of Freshwaters. Blackwell Scientific Publications. U.S.A. 332p
- Ortiz, M. A. 1985. Tecnologías Pesqueras en el Trópico húmedo de México Centro de Ecodesarrollo. México. 146p
- Pennak, R. W. 1953. Fresh-Water. Invertebrates of the United States. Ronald Press. New York. 1-769p, (incluye clasificación).
- Pilsbry, H. A. 1891. Land and Fresh-water mollusks collected in Yucatan and México. Proeedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia U.S.A. p310-334
- Pilsbry, H. A. 1899. Descriptions of new species of mexican land and fresh-water mollusks. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia. U.S.A. p 391-402
- Pilsbry, H.A. 1903. Mexican land and fresh-water. Proc. Acad. Nat.Sci. Philadelphia. U.S.A. p 761-789
- Programa Nacional de Acuicultura. 1981. Departamento de Pesca. México.
- Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica 1990-1994. Secretaría de Programación y Presupuesto.
- Programa y Resúmenes del Tercer Congreso Nacional de Acuicultura. AMAC 88. 5-9 de diciembre, Xalapa, Equez., Ver. INIREB. Universidad Veracruzana 55p

Nota: las citas enlistadas a continuación son los trabajos contenidos en los resúmenes y que fueron consultados para este trabajo. Aparecen en el orden en el que fueron publicados.

- Chun, J. C. et al. El Cultivo Integral del mejillón de Laguna (*Mytellastrigata*).
- Palacios, F. M. R. ¿Ostricultura en el Estado de Veracruz?
- Chávez, V. J. y Cáceres M. Experimentos de capacitación de semilla de ostión *Crassostrea palmula* (Carpenter, 1857) en la bahía de la Paz, B.C.S., México.
- Montalvo, S. P. et al. Efecto de la Temperatura, salinidad y concentración de alimento en el crecimiento de juveniles de almeja catarina (*Argopecten circularis*)
- Chun, J. C. y A. N. Maeda M. Tasas de respiración y filtración del mejillón de Laguna (*Mytella strigata*) en relación a la temperatura.
- Ross, J. M. Efecto de la turbulencia del agua sobre la filtración del mejillón "*Mytilus californianus*".
- Castro, B. T. Análisis sobre el Estado Actual de la Acuicultura en México.
- Purchon, R. D. 1978. Adaptive Radiation in the Polysyringian Bivalves. In: The Biology of the Mollusca. Pergamon Press. Oxford U.K. p 147-206
- Quigley, M. 1977. Invertebrates of Streams and Rivers. Edward Arnold. London. 83p
- Ramírez, F. y Cáceres M.C. 1990. Colección, Preengorda y Cultivo en Parques bajo diferentes densidades de *Argopecten circularis*, en la Bahía de la Paz, B.C.S., México. IV Congreso AMAC 1990. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S. México.
- Rangel, R. L. J. 1984. Estudio taxanómico de algunos gasterópodos dulceacuicolas de la región de Los Tuxtlas, Veracruz México. Tesis. México, D.F. U.N.A.M. Fac. de Ciencias.

- Rojo, S. G. y M. L. Campos. 1987. Informe final del cultivo de ostión japonés *Crassostrea gigas* en Puerto Vicente Guerrero. CET-MAR Puerto V. Guerrero. S.E.P. S.E.I.T.
- Rosas, M. M. 1982. Biología Acuática y Piscicultura en México. Serie de Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. S.E.P. México. 379 p
- Sánchez, P. J. A. 1987. Fijación de semilla de almeja catarina en distintos materiales y su crecimiento en canastas dentro de la Laguna Grro. Negro. CET-MAR Grro. S.E.P. S.E.I.T.
- Secretaría de Pesca. 1987. Boletín de Acuacultura. México No.4 8p
- Secretaría de Pesca, Serie: Maricultura. Cultivo de Moluscos: Métodos de Cultivo. Enero/1988. Nos. 1 y 2.
- Solem, A. 1974. Vanishing Freshwater. In: The Shell Makers Introducing Mollusks. Ed. John Wiley and Sons. N.Y. U.S.A. p 118-132
- Thompson, F. G. 1967. The Land and freshwater snails of Campeche. Bulletin of the Florida State Museum. 11:221-256
- Tobías, S. y C. Cáceres M. 1990. Colecta Experimental de Juveniles de *Pecten vogdesi* sobre diferentes sustratos artificiales en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. IV Congreso AMAC 1990. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S., México.
- Tripp, Q. A. 1985. Explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en Baja California Sur I.P.N. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Tesis. México.
- Walme, P. R. 1979. Culture of Bivalve Mollusks. Fishing News Books Ltd. England 189p
- Webber, H.H. and Riordan, P.F. 1976. Criteria for candidate species for aquaculture. In: Aquaculture. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 7:107-123

APENDICES

APENDICE I

APENDICE I
CLASIFICACION DEL PHYLUM MOLLUSCA
según Hyman (1967)

- Clase I Aplacophora
 Orden Neomenioidea
 Orden Chaetodermatoidea
- Clase II Polyplacophora
 Orden Lepidopleurina
 Orden Chitonina
- Clase III Monoplacophora
 Orden Tryblidiodea
- Clase IV Gastropoda
- Subclase I Prosobranchia**
 Orden archaeogastropoda
 Orden Mesogastropoda
 Orden Stenoglossa o Neogastropoda
- Subclase II Oplsthobranchia**
 Orden Onchidiacea
 Orden Cephalaspidea
 Orden Anaspidea
 Orden Pteropoda
 Orden Acochliidae
 Orden Philinoglossacea
 Orden Sacoglossa
 Orden Notaspidea
 Orden Nudibranchia
 Orden Rhodopacea
 Orden Pyramidellacea
 Orden Parasita
- Subclase III Pulmonata**
 Orden Basommatophora
 Orden Stylommatophora
- Clase V Scaphopoda
Clase VI Pelecypoda
Clase VII Cephalopoda

Sub-clase Ammonoidea

Sub-clase Coleoidea

Orden Belemnoidea

Orden Sepioidea

Orden Teuthoidea

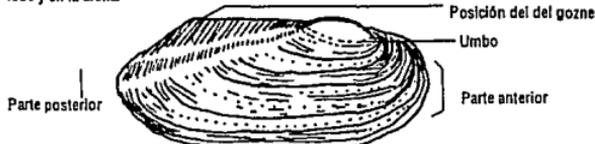
Orden Octopoda

Orden Vampyromorpha

APENDICE II

CLASE: LAMELLIBRANCHIATA (Bivalvos)
(según Quigley, M. 1977)

Presentan dos conchas, simetría bilateral en la mayoría de los casos y un pie adaptado para enterrarse o hacer surcos en el lodo y en la arena.



CLAVE PARA FAMILIAS

1 Concha alargada de hasta 200 mm de largo, alargada o extendida ovaladamente con prominentes umbos



Familia: Unionidae
 ver páginas 1-2
 concha normalmente mucho más chica, de menos de 40mm de largo

2 Concha triangular en una vista de cabeza, desnuda.



Familia: Dreissensidae
 ver página 3
 concha abultada, redondeada, frecuentemente biancusca



Familia: Sphaerliidae
 ver páginas 3-4

Familia: Unionidae



Anodonta cygnea

Descripción: concha alargada ovalmente con procesos postero-dorsales en forma de ala. Umbo ligeramente abultado. Color: de amarillo a amarillo verdoso. Altura: hasta 120mm, largo: hasta 200mm, ancho: hasta 60mm, *Anodonta cygnea*. NOTA: Prefiere aguas duras en substratos lodosos de ríos de corriente lenta.

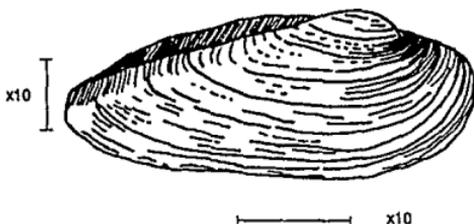


Anodonta anatina

Descripción: concha más pequeña que *Anodonta cygnes*, contorno ovalado, abultado. El borde de la concha más redondeado. Color: más bien verde-gris oscuro verde-café. Altura: hasta 60mm, largo: hasta 100mm, ancho: hasta 30mm. *Anodonta anatina*.

NOTA:

Prefiere aguas duras y substratos arenosos de ríos de corrientes lentas y alargadas.



Unio pictorum

Descripción: concha alargada, más bien rectangular, abultada anteriormente. Comprimida en la parte posterior y sin filo en la punta. Color: amarillento verdoso a café. Altura: hasta 60mm, largo: hasta 140mm, ancho: hasta 32mm. *Unio pictorum*. NOTA: En aguas duras de río.

Familia: Dreissensidae



Dreissena polymorpha

Descripción: Triangular en una vista de cabeza. Adherida al substrato por hebras. Color: verde de olivo, más bien obscuro con tiras alternadas en zig-zag. Altura: hasta 15mm, largo: hasta 30mm, ancho: hasta 15mm *Dreissena polymorpha*.

NOTA: Es un invasor del agua dulce en canales, arroyos, ríos etc.

FAMILIA: SPHAERIIDAE

Aquí se incluyen solamente 3 ejemplos de esta familia. Miembros del género *Pisidium*, son particularmente difíciles de identificar y requieren una considerable experiencia. Por esta razón no se han incluido intentos por clasificar especies como estas.

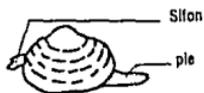
CLAVE PARA GENEROS:

1 Concha generalmente de más de 10mm. Umbo anterior al centro. Dos largos sífonos (observar al animal dentro del agua).



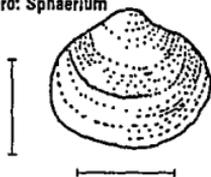
Género: *Sphaerium*
ver páginas 3-4

2 Concha generalmente de menos de 10mm. Umbo posterior al centro. Presenta un sífon largo (observar al animal dentro del agua)



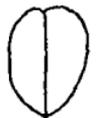
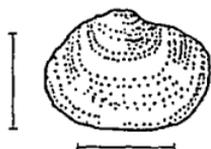
Género: *Pisidium*
ver página 4

Género: *Sphaerium*



Sphaerium corneum

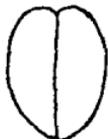
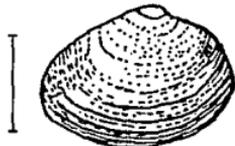
Descripción: Concha redondeada y abultada, delgada y lisa. El umbo es pequeño y no alzado prominente. La superficie presenta estrías finas e irregulares. Color: amarillenta, gris o café con bandas alternadas claras y oscuras. Altura: hasta 11mm, largo: hasta 14mm, ancho: hasta 10mm *Sphaerium corneum*. NOTA: Muy común en el lodo de arroyos y ríos limpios.



Sphaerium rivicola

Descripción: Son especies más largas que *Sphaerium corneum*, la concha es abultada y gruesa. El borde es elíptico. El umbo es pequeño y ligeramente levantado, unido al borde general. Presenta costillas concéntricas. Color: Amarillento, café rojizo, aceitunado. Altura: hasta 18mm, largo: hasta 24mm, ancho: hasta 14mm *Sphaerium rivicola*. NOTA: Se encuentran en ríos y arroyos de corriente lenta.

Género: *Pisidium* (ejemplo)



Pisidium amnicum

Descripción: Concha abultada, de paredes gruesas. Con el borde oval a triangular redondeado. El umbo que presentan es ancho. Estrías firmes e irregulares; concéntricas. Color: amarillo grisáceo brillante, café grisáceo. Altura: hasta 9mm, largo: hasta 11mm, ancho: hasta 6mm *Pisidium amnicum*. NOTA: En el lodo y arena de aguas duras de arroyos y ríos.

APENDICE III

APENDICE III

**ARTICULOS REPORTADOS ACERCA DE LA REPRODUCCION
DE ALMEJAS DE AGUA DULCE O PESQUERIA**

- Coker, R.E. 1919. Fresh-water mussels and mussel industries of the United States. Bull. U.S. Fish. 36,13-89. Separately issued as Bur. Fish. Document. No. 865
- Coker, R.E. 1929. Keokuk Dam and the fisheries of the upper Mississippi as Bur. of Fish Document. No. 1063
- Coker, R.E., et al. 1921. Natural history and propagation of fresh-water mussels. Bull. U.S. Bur. Fish. 37,77-181. Separately issued as Bur. Fish Document No. 893
- Corwin, R.S. 1920. Raising freshwater mussels in enclosures. Trans. Amer. Fish. Soc. 49,81-84
- Corwin, R.S. 1921. Further notes on raising freshwater mussels in enclosures. Trans Amer. Fish. Soc. 50,307-311
- Ellis, M.M. 1929. The artificial propagation of freshwater mussels. Trans. Amer. Fish. Soc. 59,217-223
- Ellis, M.M. 1931. A survey of conditions affecting fisheries in the upper Missouri River. U.S. Bur. Fish. Circ. No. 5,1-18
- Howard, A.D. 1914 A new record in rearing fresh-water pearl mussels. Trans Amer. Fish. Soc. 44,43-47
- Howard, A.D. 1914 B. Experiments in propagation of fresh-water mussels of the *Quadrula* group. Rep. U.S. Comm. Fish. for 1913, Appendix IV, pp 1-52. Separately issued as Bur. Fish. Document. No. 801
- Howard, A.D. 1922. Experiments in the culture of fresh-water mussels. Bull. U.S. Bur. Fish. 38,63-89. Separately issued as Bur. Fish. Document. No. 1916

- Imlay, M.J. 1972. Greater adaptability of freshwater mussels to natural rather than to artificial displacement. *Nautilus* 86,76-79
- Imlay, M.J. and Paige, M.L. 1972. Laboratory growth of freshwater sponges, unionid mussels, and sphaeriid clams. *Progr. Fish. Cultur.* 34,210-216
- Jones, R.O. 1950. Propagation of fresh-water mussels. *Progr. Fish. Cultur.* 12,13-25
- Kunz, G.F. 1898 a A brief history of the gathering of fresh-water pearls in the United States. *Bull. U.S. Fish. Comm.* 17,321-330
- Kunz, G.F. 1898 b. The fresh-water pearls and pearl fisheries of the United States, *Bull. U.S. Fish. Comm.* 17,373-426
- Lefevre, G. and Curtis, W.C. 1910 a. Experiments in the artificial propagation of freshwater mussels. *Bull. U.S. Bur. Fish.* 20,615-626. Separately Issued as *Bur. Fish. Document. No. 671*
- Lefevre, G., and Curtis, W.C. 1910 b. Reproduction and parasitism in the Unionidae. *J. Exp. Zool.* 9,79-116
- Lefevre, G. and Curtis, W.C. 1911. Metamorphosis without parasitism in the Unionidae. *Science* 33,863-865.
- Lefevre, G. and Curtis, W.C. 1912. Studies on the reproduction and artificial propagation of fresh-water mussels. *Bull. U.S. Fish.* 30,105-201. Separately issued as *Bur. Fish. Document 756.*
- Shiora, A.F. 1913. The mussel fisheries of Caddo Lake and the Cypress and Sulphur rivers of Texas and Louisiana. *U.S. Bur. Fish. Econ. Circ. No. 6,1-20*
- Simpson, C.T. 1899. The pearly fresh-water mussels of the United States; their habits, enemies, and diseases; with suggestions for their protection. *Bull. U.S. Fish Comm.* 18,279-288

Smith, H.M. 1899. The mussel fishery and pearl button industry of the Mississippi River.
Bull. U.S. Fish Comm. 18,289-314

Temate, E.F. 1968. A brief history of the clamming and pearling industry in Prairie du
Chien, Wisconsin, pp 1-37. Graduate seminar paper, Wisconsin State
University at La Crosse.

Williams, J.C. 1969. Mussel fishery investigations, Tennessee, Ohio, and Green Rivers,
Final Rep., Kentucky Dep. of Fish and Wildl. Resources and Murray State
Univ. Biol. Station, Murray, Kentucky, pp. 1-107

NOTA:

National Research Institute of Aquaculture
224.- 1 Hiruta, Tamaki - chu
Watari - Gun, Mie - Ken,519-04
Japan

APÉNDICE IV

APENDICE IV
ESTUDIOS JAPONESES SOBRE
LA PRODUCCION DE PERLA.

AÑO	AUTOR	TITULO
1978	---	Bulletin of the National Pearl Research Laboratory. Table of Contents.
1979	H. Tadashige	The shells of Japan (II)
1984	Wada	Breeding Study of the Pearl Oyster "Pinctada fucata"
1985	Komaru, Wada	Karyotype of the Japanese Pearl Oyster "Pinctada fucata martensii" observed in the trochophore larvae
1985	Tanaka y Murakoshi	Spawning Induction of the Hermaphroditic Scallop, "Pecten albicans", by Injection with serotonin
1987	Suzuki, et. al.	Free Amino Acid Composition in the Hemolymph of Marine and Freshwater Bivalves
?	?	Fresh Water Pearl Culture (Summary) (todo en japonés, sólo el título transcrito)

APENDICE V

APENDICE V

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

**Citas obtenidas de la consulta al
Banco de Datos ASFA de 1982-1986.**

NOTA: estan citadas en el orden en el que aparecen en el banco.

- Czeczuga - B. 1983. Investigations of carotenoprotein complexes in animals. *Unio pictorum* as a representative of freshwater molluscs. *Comp. Biochem. Physiol., B.*, vol. 75B, no. 3, pp. 541-543
- Shalanki - Ya. 1985. Biomonitoring of environment. *Zh. Obshch. Biol.*, vol. 46, no. 6, pp 743-752
- Salanki - J (ed). 1985. Seasonal and local variation in the heavy metal concentration in animals of lake Balaton. *Heavy Metals in Water Organisms., Symp. Biol. Hung.*, vol. 29, pp 119-140
- Barrie - AD; Boize-bj. 1984. The fish hosts of *Unio glochidia* in the River Thames. Congress in France 1983. *Proceedings., Verh. Int. Ver Theor. Angew. Limnol./Proc. Int. Assoc. Theor. Appl. Limnol./Trav. Assoc. Int. Limnol. Theor. Appl.*, vol. 22, no. 4, pp 2712-2716
- Kondo - T; Yamashita-J, Kano-M.1984. Breeding ecology of five species of bitterling (*Pisces; Cyprinidae*) in a small creek. *Physiol. Ecol. Japan.*, vol. 21, no. 1, pp. 53-62
- Joergensen - CB; Kioerboe-T; Moehlenberg-F; Riisgaard - HU. 1984. Ciliary and mucus-net filter feeding, with special reference to fluid mechanical characteristics. *Mar. Ecol. (Progr. Ser.)*, vol. 15, no.3, pp. 283-292
- Stone - NM; Earll-R; Hodgson-A; Mather-JG; Paker-J; Woodward-FR.1982.The distributions of three sympatric mussel species (*Bivalvia: Unionidae*) in Budworth Mere, Cheshire. *J.Molluscan Stud.*, vol.48 no.3,pp.266-274

- Gallard-JM (ed). 1982. *Unio - Elongatulus Pfeiffer (Bivalvia): Biometric and genetic variability of populations in Piedmont (Northern Italy)*. Proceedings of the 7 th International Malacological Congress, Malacologia., vol. 22, no. 1-2, pp.673-679
- Logvinenko-BM; Kodolova-OP. 1983. On the similarity of the electrophoretic spectra of myogens of different species and genera of mollusks from the family Unionidae. Zh., vol. 62, no.3, pp, 447-451
- Schueti-H 1982. The freshwater mollusk fauna of the Orontes River with regards to river systems in the area. Arch. Molluskenkd., vol.113,no. 1-6, pp. 17-91
- Tiews-K (ed). 1981. Culture of whitefish (*Coregonus* sp.) in recirculated water with reuse of dissolved nutrients. Aquaculture in heated effluents and recirculation systems., Schriften der Bundesforschungsanstalt fuer fischerei., vol. 16-17, pp. 395-404
- Melone-G. 1981. The malacofauna of Po River, from Caorso to Isola Serafini. Riv. Idrobiol., vol. 20, no. 1, pp.255-268
- Alpbaz-AG; Hossucu-H; Ali-MYM. 1981. An investigation on the growing performance of fresh water mussel (*Unio* sp.) and their meat production. Ege Univ. Ziraat Fak. Derg., vol. 18, no.1-3, pp. 135-140
- Stadnichenko-AP, et. al. 1982. Effect. of parasitism by trematodes and of extreme environmental conditions on the content of carotenoids in the haemolymph of freshwater mollusks., Biol. Nauki., no. 9, pp. 54-59
- Broenmark-C; Malmgvist-B. 1982. Resource partitioning between unionid mussels in a Swedish lake outlet. Holarct. Ecol., vol. 5, no. 4 pp. 389-395
- Bless-R. 1981. Investigations on the mussel fauna of the Rhine River between Koeln and Koblenz. Decheniana, vol. 134, pp. 234-243

APENDICE VI

APENDICE VI

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

**Citas de la consulta al Banco Internacional
de Datos del C.I.C.H. (U.N.A.M.)**

(NOTA: las citas aparecen en el orden que reportó el banco de datos)

- Mouthon, J. 1983. The molluscs of four high-alpine lakes. *Ann. Limnol.* vol. 19, no. 2, pp. 101-106
- Oekland, K.A.; Skulper, J.G.J. 1982. Distribution of small mussels (Sphaeriidae) in Norway, with notes on their ecology, *Proceedings of the 7th International Malacological Congress. Malacologia.* vol. 22, no. 1-2 pp. 469-477
- Kuiper, J.G.J.; Hinz, W. 1983. Andean small mollusc fauna (Bivalvia: Sphaeriidae). *Arch. Molluskend.* vol. 114, no. 4-6, pp. 137-156
- Olivares, L.; et al. 1984. Morphometrical and morphological comparisons among populations of the family Sphaeriidae (Mollusca: Bivalvia) from the north of Chile. *27 Reun. Anual Sociedad de Biología de Chile. Arch. Biol. Med. Exp.* vol. 17, no. 2, p. 164
- Kat, P.W. 1983. Fossil evidence from Fish House clays for the origin and changes in species composition through time of the northern Atlantic Slope unionid fauna (Mollusca: Bivalvia). *Proc Acad. Nat. Sci. Philia.* vol. 135, pp. 85-101
- Kat, P.W. 1983. Sexual selection and simultaneous hermaphroditism among the Unionidae (Bivalvia: Mollusca). *J. Zool.* vol. 201, no. 3 pp. 395-416
- Davis, G.M. 1984. Genetic relationships among some North American Unionidae (Bivalvia): Sibling species, convergence, and cladistic relationships. *Malacologia.* vol. 25, no. 2, pp. 629-648

- Stone, N.M. et al. 1982. The distributions of three sympatric mussel species (Bivalvia: Unionidae) in Budworth Mere, Cheshire. *J. Molluscan Stud.* vol. 48, no. 3, pp. 266-274.
- Kat, P.W. 1983. Genetic and morphological divergence among nominal species of North American Anodonta (Bivalvia: Unionidae). *Malacología.* vol. 23, no. 2 pp. 361-374
- Strayer, D. 1983. The effects of surface geology and stream size on freshwater mussel (Bivalvia, Unionidae) distribution in southeastern Michigan, USA. *Freshwat.* vol. 13, no. 3 pp. 253-264
- Badino, G. 1982. *Unio elongatulus* Pfeiffer (Bivalvia): Biometric and genetic variability of populations in Piedmont (Northern Italy). *Malacología.* vol. 22, no. 1-2, pp. 673-679
- Narain, A.S.; Singh, K. 1983. Penetration of heart by gut as a physiological adaptation in bivalves. *Arch. Biol.* vol. 94. no. 1, pp. 75-80
- Kat, P.W. 1983. Conchiolin layers among the Unionidae and Margaritiferidae (Bivalvia): Microstructural characteristics and taxonomic implications. *Malacología.* vol. 24 no. 1-2, pp. 298-311
- Metcalf, A.L. 1982. Fossil unionacean bivalves from three tributaries of the Rio Grande. *Proceedings of the Symposium on recent benthological investigations in Texas and adjacent states.* pp. 43-59
- Di Stefano, R.J. 1984. Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) of Horse Lick Creek, Rockcastle River, Kentucky. *Nautilus.* vol. 98, no. 3 pp. 110-113
- Zeto, M.A.; Schmidt, J.E. 1984. Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) of Monroe Country, West Virginia. *Nautilus.* vol. 98, no.4 pp. 147-151
- Kat, P.W.; Davis, G.M. 1984. Molecular genetics of peripheral populations of Nova Scotian Unionidae (Mollusca: Bivalvia). *Biol. J. Linn. Soc.* vol. 22 no. 2 pp. 157-185

- Weillbaker, C. ET. AL. 1984. The freshwater naiads, Bivalvia: Unionidae, of the Blue River, a southern Indiana tributary of the Ohio River. Proc. Indiana Acad. Sci. vol. 94, pp. 687-692
- Annual Meeting of the estern Society of Malacologists. 1984. The distribution of Unionidae in the Calcasieu River in southwestern Luoisiana (Bivalvia: Unionoida). Annu. Rep. West. Soc. Malacol. vol. 16, p. 16
- Steffens, W.L. et. al. 1985. Localization and distribution of antigens related to calcium-rich deposits in the gills of several freshwater bivalves. Can. J. Zool. vol. 63, no. 2 pp. 348-354
- Herwing, H. J. et. al. 1985. Cytochemical localisation of cadium and tin in bivalves. Mar. Environ Res. vol. 17, no. 2-4, pp. 196-197
- Jaume-García ML. 1982. Sinopsis de los géneros y subgéneros de los moluscos fluviatiles de Cuba. Revista Cubana de Medicina Tropical. 34, 1, ENE-ABR, 71-81
- Bonetto, AA.et.al.1982. Los Moluscos de la Familia Planorbidae en el área del Río Paraná Medio. Physis Sección B, 41, 100, Dic. 1-6
- Perera-de Puga, G. et. al.1981. Moluscos Fluviales de Santa Clara y su importancia médica. Revista Cubana de Medicina Tropical. 33,2, MAY-AGO, 110-113