



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



PRINCIPIOS DE
ACUICULTURA

EDITORA
MVZ ANA AURO DE OCAMPO

AGRADECIMIENTO O COLABORACIÓN ESPECIAL
PMVZ ALMA ROSA NARANJO MERCADO

EDICIÓN DE LA VERSIÓN ELECTRÓNICA
MVZ. PATRICIA MEJIA GUTIERREZ
MVZ. GRACIELA HERNÁNDEZ OLVERA
MC. GERMAN VALERO ELIZONDO

AUTORES

Capítulo 1.

Introducción a la Acuicultura.
Definición, Historia, Bases.

Ana Auró de Ocampo

Capítulo 2.

Hidrobiología. Bases para la
acuicultura.

Ana Auró de Ocampo

Capítulo 3.

Instalaciones.

Marcela Fragoso Cervón

Capítulo 4.

Sistemas de cultivo.

Ana Auró de Ocampo

Capítulo 5.

Morfofisiología de los teleósteos.

Ana Auró de Ocampo

Capítulo 6.

Cultivo de la Trucha.

Ana Auró de Ocampo

Maribel García Ramos

Capítulo 7.

Cultivo de la Tilapia.

Maribel García Ramos

Ana Auró de Ocampo

Capítulo 8.

Cultivo de la Carpa.

Maribel García Ramos

Ana Auró de Ocampo

Capítulo 9.

Cultivo del Bagre.

Marcela Fragoso Cervón

Capítulo 10.

Patología y Control Sanitario.

Ana Auró de Ocampo

Capítulo 11.

Cultivo de Crustáceos

Decápodos Penéidos: Camarón

Carídeos: Langostino.

Ana Auró de Ocampo

Marcela Fragoso Cervón

Capítulo 12.

Cultivo de moluscos bivalvos.

Maribel García Ramos

Ma Elena Loeza Fuentes

Capítulo 13.

Peces de ornato.

Víctor Méndez Tapia

Gustavo González Paulino

Marcela Fragoso Cervón

INTRODUCCIÓN

Ana Auró de Ocampo

En el ámbito latinoamericano se reconoce que la acuicultura es una alternativa prioritaria para incrementar los índices de consumo de proteína de origen animal y de acuerdo con los estudios del Proyecto Aquilla II de la FAO, aún está pendiente el desarrollo de más del 90% de potencial latinoamericano en materia acuícola. La acuicultura es en la actualidad, un conjunto de tecnologías que han cobrado importancia vital, ya que su objetivo es el explotar el medio ambiente acuático, dada la enorme competencia que existe en el medio terrestre para la producción de alimento para el humano o la producción de alimento para los animales. Aunque la utilización del agua es también muy competida, por ejemplo para producción de energía eléctrica o riego, estas actividades no son excluyentes, sino que pueden llevarse a cabo paralelamente como con la generación de energía o en continuidad, ya que el agua en la que se crían especies acuícolas es, al final del ciclo, enriquecida orgánicamente, por lo que provee de un riego abonado o permite la colecta de abono sedimentado para las tierras agrícolas, no solo sin detrimento de la eficiencia terminal sino con mejoría de la misma en las diferentes actividades. Por estas razones y además la necesidad de producir proteína de origen animal a bajo costo para la alimentación de las clases sociales más necesitadas o bien productos suntuarios como la trucha y el camarón, cuya explotación puede ser la base de la economía de un estado en su totalidad, dada la demanda de los mismos tanto a nivel

nacional como internacional, es indispensable su estudio en algunas de las carreras biológicas.

El Médico Veterinario Zootecnista no puede quedar al margen de estas tecnologías, y por ello, con base en la currícula de la carrera, es un complemento a las zootecnias que la constituyen, con la ventaja de que cuenta con la información de materias básicas como anatomía, histología, fisiología y genética, de materias médicas como bacteriología, parasitología, virología, micología, patología y farmacología o zootécnicas como nutrición y reproducción.

Si bien, no es nada nuevo que se produzcan especies acuícolas, las tecnologías se han ido adecuando o sustituyendo cada vez con mayor éxito para las especies endémicas y para las introducidas, que actualmente son la mayoría pero que requieren de estas adaptaciones dado la diferencia de medios, de insumos y de políticas sociales y económicas de México, con respecto a aquellas del país de origen de la especie introducida

Capítulo 1.

Acuicultura

MVZ Ana Auró de Ocampo

Definición

El término acuicultura, que etimológicamente significa cultivo en el agua, se define como el uso de tecnologías y procedimientos encaminados al cultivo racional de los organismos acuáticos.

La racionalidad involucra el cuidado del medio ambiente acuático, así como de los organismos, para lograr una producción sustentable.

El concepto de acuicultura es muy amplio por lo que se ha subdividido de acuerdo con las especies objeto de su actividad en:

Piscicultura, que incluye el cultivo racional de peces bajo condiciones controladas, ya sea en ambientes naturales o artificiales.

Astacicultura, que abarca el cultivo de crustáceos, específicamente penéidos y carídeos (camarones de agua salada y agua dulce respectivamente).

Malacocultura: que se define como el cultivo de organismos de cuerpo blando, específicamente los moluscos como ostiones, almejas, abulón, etc.

Asimismo, el cultivo de organismos acuáticos en agua marina (aunque éstos sean organismos que originalmente son de aguas dulces) se denomina marinocultura o maricultura, ejemplos de éstas especies son la tilapia y la trucha, cuya tecnología de cultivo en agua salada, se ha implementado en los últimos años.

La acuariología es el estudio de los peces de ornato ya sean marinos o de aguas dulces, y se denomina acuariofilia al cultivo y mantenimiento

de estos organismos en peceras, acuarios o estanques.

De acuerdo con los resultados del VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura, se definen cuatro niveles de Acuicultura: 1.- La acuicultura industrial, caracterizada porque la empresa acuícola se dedica a este negocio como principal actividad económica, produce con objeto de lucro; tiene acceso a crédito formal y generalmente lo utiliza; vende en mercados estructurados tanto locales como de exportación y preferiblemente concentra su atención en productos de alto valor, de los que espera obtener un mayor beneficio económico por kilo de producto. 2.- Acuicultura rural de los pobres, que constituye lo que se ha llamado acuicultura de subsistencia que comprende a los productores que consumen la mayor parte de su producción y que por lo general no generan beneficios económicos. 3.- Acuicultura rural de los no pobres, que, con un cierto grado de solvencia económica es la que practica el campesino medio como parte del complejo de actividades agropecuarias, cuya producción es auto-consumida en un pequeño porcentaje y la mayor parte es comercializada y 4.- Acuicultura de repoblación, que se define como aquella que tiende al aprovechamiento de la productividad natural, principalmente en embalses y lagunas costeras a través de la siembra de especies de interés socioeconómico y en la cual el Estado tiene una participación importante en su organización y ejecución, con la finalidad prioritaria de beneficiar a las poblaciones humanas asentadas en las áreas colindantes al cuerpo de agua.

En la actualidad se considera a la acuicultura como una de las actividades productivas colaterales a la pesca, cuyo objetivo es coadyuvar a disminuir las carencias alimentarias del hombre.

Para lograrlo, los principios fundamentales de todo cultivo son:

a) El organismo debe ser de rápido crecimiento y fácil alimentación.

De acuerdo con los requerimientos alimenticios, los organismos acuáticos se dividen en dos grandes grupos, aquellos de ciclo energético corto, cuyas necesidades nutricionales demandan alimentos de bajo nivel proteínico, lo que hace que su cultivo sea barato. Y los organismos de ciclo energético largo, que se caracterizan por su necesidad de alimentos altamente proteínicos, por lo que sus costos de producción son altos y se consideran productos suntuarios.

b) Capacidad para adaptarse a altas densidades, ya que la acuicultura intensiva exige poblaciones muy grandes en espacios relativamente pequeños, por esta razón, los organismos altamente agresivos no pueden ser cultivados artificialmente.

c) Que su reproducción sea fácilmente controlable. Para ello se cuenta con técnicas especiales como la administración de hormonas entre otras.

d) Que los huevos y las larvas (o alevines en el caso de peces) sean resistentes al manejo. Con ello se asegura la sobrevivencia.

Además de estas características, es importante, al escoger la especie a cultivar, que el producto final tenga buen sabor, tamaño apropiado, bajo costo de producción y una demanda que asegure el mercado.

Al iniciar un proyecto para poner en funcionamiento una unidad de producción acuícola, es indispensable considerar que existen diferentes métodos de cultivo que se adaptan tanto a la especie como al espacio, a la calidad de agua y a los objetivos; estos métodos son: Cultivo extensivo, cultivo semiintensivo, cultivo intensivo y cultivo hiperintensivo.

El cultivo extensivo es aquel en el que la tecnificación es poca o nula, en general se aprovechan los embalses naturales o se realiza en estanques rústicos y a la especie sembrada no se le proporciona alimento sino que se aprovecha la productividad primaria del propio embalse; por supuesto, este tipo de cultivo es de bajo rendimiento y se recomienda sobre todo para cultivos caseros de auto-consumo.

El cultivo semiintensivo requiere de una moderada tecnificación, su producción es media y para ello pueden usarse estanques rústicos o tecnificados y las necesidades nutricionales del organismo sembrado son cubiertas en un 50% por medio de alimento artificial y el otro 50% con base en la productividad primaria. Este tipo de cultivo es un poco más rápido para la cosecha que el anterior.

El cultivo intensivo necesita alta tecnificación, su producción es alta y por lo general se utilizan estanques encementados o canales de flujo rápido, dependiendo de la especie a producir. Las necesidades nutricionales de ésta se cubren en 100% con alimento artificial y la cosecha se logra mas prontamente.

El cultivo hiperintensivo, actualmente solo se lleva acabo de manera experimental en una o dos granjas camaronícolas, requiere

espacios reducidos para mejor control sanitario, pero un manejo extra por parte de los productores, precisamente debido a las altas densidades de carga que se manejan en espacios pequeños. El alimento es 100% artificial y la cosecha es de alto rendimiento.

Historia:

Fue a los orientales a los que se denominó "Pioneros de la Acuicultura", ya que el fundador de la misma fue el chino Fan - Li, siendo la primera persona que especificaba técnicas para el cultivo de una especie "la Carpa" en el siglo V a de C además tenía organismos acuáticos en un ambiente artificial (tipo estanques).

No se ha establecido la autenticidad de esta referencia pero la descripción que se hace, recuerda el legendario sistema Wellfield de las primeras organizaciones sociales de la China. En Roma y la Galia, en la era Cristiana se cultivaba ostra de manera rudimentaria, con el objeto de obtener perlas de los organismos, solamente con fines de lujo.

Los orígenes de la acuicultura en México se remontan al período prehispánico, cuando los peces eran cultivados con fines religiosos y ornamentales. A la llegada de los españoles, se encontraron con el pueblo Azteca y Maxcalteca, una de cuyas costumbres era el consumir al xoloisquintli (roedor). El español quiso cambiar el tipo de alimentación a pescado pero no fue fácil ya que éste era considerado como una deidad. Se han encontrado estatuillas que lo confirman, y que servían para invocar a los Dioses para favorecer la pesca, y la piscicultura popular que se practicaba en los numerosos lagos del Valle de México, según lo atestiguan los relatos de Don Francisco Javier

Clavijero, Fray Juan de Torquemada y Hernán Cortes.

En la época de la Preconquista el emperador en turno comía pescado, pero dichos organismos no eran cultivados si no capturados del mar, en los palacios de los emperadores tenían enormes jardines y en ellos un gran zoológico, el cual estaba integrado por fauna terrestre y acuática de la República Mexicana. Con la dominación se pierden diversas tradiciones y se ganan algunas prácticas de producción de alimentos, entre ellas la piscicultura, lo cual va modificando la dieta del pueblo mexicano.

No es sino hasta fines del siglo XVIII, cuando Don José Antonio Alzate propone el cultivo de peces en los lagos de Texcoco y Chalco, así como en los estanques de Chapultepec, Churubusco, San Joaquín y Coyoacán. En todas las disposiciones legales expedidas durante la colonia y por el gobierno del país al término de la guerra de Independencia, se reglamenta la pesca y el uso de las aguas pero no se hace mención alguna a la acuicultura. En la formulación del proyecto del código civil para las leyes de Reforma, al clasificar los bienes inmuebles, se incluyen los viveros de animales como estanques de peces, acto con el que nace la Acuicultura en el campo del Derecho en 1858.

En 1883, Don Esteban Chasari, un actuario muy sobresaliente en México, a quien se consideró el padre de la acuicultura mexicana, publica su obra "Ideas sobre la importancia de impulsar vigorosamente la piscicultura y la acuicultura en el país", en la que pone de manifiesto la trascendencia que estas actividades podrían tener en el desarrollo económico del país,

proponiendo al gobierno algunas medidas legales y prácticas. Fue este precursor de la acuicultura a quien se debe la célebre frase: "Donde hay agua debe de haber peces".

Las experiencias en el cultivo de organismos de agua dulce resurgen en 1920 cuando se otorgaron diversas concesiones en el Estado de Chihuahua para la construcción de viveros de cría y reproducción de peces y en 1921 en Texcoco para el establecimiento de una estación piscícola. Ante la diversidad de disposiciones jurídicas sobre la pesca y la acuicultura, se dicta el Primer Reglamento de Pesca Marítima y Fluvial de la República Mexicana en 1923. Por primera vez en la legislación mexicana se considera a la acuicultura definiéndola como el aprovechamiento de las aguas y riberas para la cría y reproducción de animales acuáticos. Se considera que a partir de 1976 surge en México la piscicultura industrial para la producción de bagre y trucha, principalmente realizada por la iniciativa privada. Los métodos de producción controlada ejercen una marcada influencia en las políticas de desarrollo acuicultural, formuladas por la Dirección General de Acuicultura. Al inicio de la década de los setentas, la captura de peces en los océanos parecía haber alcanzado su nivel máximo, según la FAO (1978), la captura mundial de peces en los océanos se incrementó a partir de la segunda guerra mundial y hasta el inicio de la década de los setentas, pero desde ese momento no se ha presentado ningún incremento apreciable en las tasas de captura, por lo que la acuicultura es una alternativa viable para incrementar la producción. Aún cuando la acuicultura permanece en etapa experimental en algunos

países, y consolidada en otros, en México ha alcanzado niveles de desarrollo que van desde la escala experimental (como sucede con el pescado blanco, mojarra nativa, abulón, callo de hacha, mejillón, langosta y caracol), hasta la producción comercial de otras especies (bagre, carpa, tilapia, trucha, ostión, camarón y langostino). Los programas actuales resuelven la integración de la piscicultura como actividad paralela y simultánea a labores agrícolas, con lo que se integra al medio rural una fuente sustancial de alimentación de alto valor proteínico. En México se introdujeron la tilapia y la carpa en la década de los 60's, desgraciadamente, aunque México está rodeado por litorales y gran cantidad de embalses continentales y posee una enorme diversidad de organismos acuáticos, no todos han probado ser susceptibles de cultivo artificial.

Los antecedentes del cultivo de la trucha se remontan a principios de siglo, fecha en que se realiza la primera introducción proveniente de los Estados Unidos de Norteamérica, el desarrollo del cultivo se considera a partir de los años 40, década en la cual se construye el Centro trutícola de El Zarco en el D.F., sin embargo en 1976 se dio un enorme impulso al cultivo de la trucha en Tlaxcala, Edo. de México, Puebla y una parte de Nuevo León. Desgraciadamente México no es un país en el cual la población acostumbre el pescado en su dieta, debido principalmente a las costumbres que son tomadas de E.U.A. De 1976 a 1982 se empezó la captura de especies nativas, obteniéndose información de China y de Estados Unidos con respecto a las características fenotípicas que deben

de tener las especies que se desean capturar y posteriormente llevar a cultivo ó a la reproducción.

A lo largo de su historia, la acuicultura en México ha sido atendida por diversas dependencias de la Administración Pública Federal, distinguiéndose 6 etapas precisas:

- 1) Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio; 1853 a 1917.
- 2) Secretaría de Agricultura y Fomento; 1917-1935. Departamento Forestal y de Caza y Pesca; 1935 a 1939.
- 3) Departamento de Marina Nacional; 1939-1940. Secretaría de Marina; 1940 a 1958.
- 4) Secretaría de Industria y Comercio; 1958-1976.
- 5) Departamento de Pesca; 1976 a 1982. Secretaría de Pesca; 1982 a 1994
- 6) Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de 1995 a 2000, cuya Dirección General de Acuicultura se encargó de la reglamentación, normalización y control de las actividades acuícolas tanto de la industria privada como de las gubernamentales. Con la entrada del Lic. Carlos Salinas de Gortari se introduce dinero externo al país (Japonés y Tailandés) para que la acuicultura tenga un mayor apoyo y con esto se fomenta el cultivo de organismos acuáticos.
- 7) Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación a partir de 2001.

Estado Actual de la Acuicultura.

Las especies cultivadas económicamente más productivas para

el país, son el camarón y la trucha. Sinaloa y Campeche es un gran productor de camarón el cual es exportado a Estados Unidos.

Cancún y Cozumel son zonas vírgenes donde no hay cultivos de ningún organismo acuático , y además los contaminantes de los hoteles han impactado negativamente toda la zona. Cozumel es un proveedor de coral.

Las especies de cultivo más populares son tilapia, carpa, bagre, langostino, ostión, callo de hacha, abulón, almeja y ostra perlera.

Objetivos de la Acuicultura.

El principal objetivo de la acuicultura es la producción de proteína animal de bajo costo, para alimentar a las clases económicamente mas necesitadas; otro objetivo de trascendencia ecológica es aquel de la acuicultura administrativa , para repoblar los embalses naturales, ya que debido a la introducción desmedida de organismos (importados de países extranjeros) se produjo un impacto sobre los organismos endémicos de México, como fue el caso de la tilapia que es muy territorialista y agrede a las especies nativas y la carpa negra que es malacófaga y se alimenta de caracoles impidiendo el término de su ciclo biológico

Otros objetivos de Importancia:

- a) Industria sustentable
- b) Aprovechamiento de agua.
- c) Mantenimiento ecológico
- d) Nuevos campos de trabajo.
- e) Apoyo a industrias derivadas.

Clasificación de Acuicultura.

La Acuicultura tiene dos grandes divisiones:

Cultivo de organismos animales en el agua y cultivo de organismos vegetales en el agua.

Dentro de la primera, se encuentran:

◦ Maricultura: Cultivo y explotación del ostión, mejillón, cayo de hacha y almeja.

◦ Piscicultura: Cultivo y explotación de peces (trucha, carpa, tilapia, bagre y la única especie nativa que se cultiva en México es el peje lagarto).

◦ Astacicultura: Cultivo y explotación de crustáceos decápodos. Camarón = Peneidos (decápodos de agua salada). Langostino = Carideos (decápodos de agua dulce).

◦ Malacocultura: Cultivo y explotación de moluscos principalmente ostiones, abulón, almejas, ostras (principalmente para producción de perlas), etc.

Potencial Acuícola de México:

El país cuenta con 10 000 km. de litorales, más de 2.8 millones de hectáreas de cuerpos de agua dulce y salobre, siendo estos naturales y/o artificiales.

Entre los cuerpos de agua naturales (embalses o espejos de agua) se hallan los ríos, lagos, arroyos, préstamos, lagos y lagunas, y de los artificiales, las presas, estanquerías y canales.

Regionalización de los cultivos en la Acuicultura.

◦ Zona cálida 0-900 m/snm, de 25-30°C. (tilapia y peces tropicales de ornato)

◦ Zona templada 900-1500 m/snm, de 20-25°C. (carpa y langostino)

◦ Zona semitemplada 1500-1800 m/snm, de 15-20°C (carpa y langostino)

◦ Zona fría más de 1800 m/snm, de 5-15°C (trucha).

Necesidades del entorno terrestre para la acuicultura.

Cubierta vegetal, para que produzca oxígeno que pueda disolverse en el agua.

Impermeabilidad del terreno. para evitar pérdida de agua por filtración.

La pendiente del terreno de 3° hacia el lado contrario a la fuente del agua, para facilitar las labores de drenaje.

Criterios que se consideran para las especies que son susceptibles de cultivo.

1) Criterios Biológicos.

Especies introducidas: a) que sus requerimientos con respecto a los parámetros fisicoquímicos del agua coincidan con las del ambiente en el que se van a sembrar. b) los organismos que van a introducirse en un ambiente natural, no deben ser territorialistas ni agresivos. c) que el crecimiento sea rápido o su tasa de conversión alimenticia se acerque a 1:1. d) que el organismo sembrado se adapte fácilmente a las condiciones extrínsecas a las que va a ser expuesto. e) que la reproducción sea fácilmente controlada.

2) Criterios económicos.

Costos de alimentación: a) que los insumos se encuentren en el área de producción, b) que la fábrica productora del alimento se encuentre dentro del área o sea apta para proveer sistemática y continuamente el producto fresco.

3) Manejo:

a) Personal perfectamente experimentado en el manejo de la especie y del entorno. b) Instalaciones que coincidan con el tipo de sistema escogido, que utilicen materiales de la región y que sean de fácil mantenimiento.

4) Comercialización.

Las condiciones que exige la demanda de un producto acuícola son:

- Buen sabor
- Color atractivo
- Consistencia firme
- Apariencia saludable (de acuerdo con los parámetros organolépticos normalizados por la Secretaría de Comercio.

Ventajas de las cosechas acuícolas.

Se tiene menor costo de producción en la mayoría de las especies (tilapia, carpa, bagre, y otras especies cultivadas en sistema semiintensivo como trucha, camarón penéidos y carídeos).

Fácil manejo del ciclo productivo

Obtención de proteínas de buena calidad.

Se puede producir a nivel de traspatio Poseen una carne mas magra y consecuentemente los niveles de colesterol son muy bajos.

Un policultivo controlado no compite por alimento ya que utiliza espacios físicos que no son aprovechables para la ganadería y la agricultura.

Peces de interés comercial en la Producción Acuícola.

Trucha arcoiris: *Oncorhynchus mykiss*

Tilapia: *Oreochromis sp.*

Carpa: *Cyprinus carpio*,

Ctenopharingodon idella,

Mylopharingodon pisceus, *Arystichthys*

nobilis, *Hypophthalmichthys molitrix*,

Parabramis brema

Lobina: *Micropterus salmoides*

Bagre: *Ictalurus punctatus*

Peje lagarto: *Atractosteus tropicus*

Crustáceos de interés comercial en la producción acuícola.

Camarones penéidos: *Litopenaeus sp.* y *Farfantepenaeus sp.*

Camarones carídeos: *Macrobrachium rosenbergii*

Acocil (Cambarellus montezumae)

Moluscos de interés comercial en la Producción Acuícola

Ostion (*Crasostrea sp.*)

Almeja catarina (*Argopecten circularis*)

Callo de hacha (*Atrina rigida* y *Pinna rugosa*)

Mejillón (*Mytilus californiensis*)

Abulón (*Hallotis corrugata*)

Caracol: (*Cassis madagascariensis*)

Madreperla (*Pinctada mazatlanica*)

Literatura consultada

Arrignon, J. Ecología y piscicultura de aguas dulces. 2ª ed. Mundi-prensa. Madrid 1984.

Bardach, G.J., Ruther, H.J., M C Larney, O.W. Aquaculture: the farming and husbandry of fresh water and marine organisms. 2ª ed. New York, 1986.

Barrington, R. Making and managing a trout lake. Ed. Fishing news books. Usa. 1992

Bjorndal, T. The economics of salmon aquaculture. Ed. Blackwell scientific publications. Usa. 1990.

Carey, T.G.; Pritchard, G.I.: fish health protection: a strategic role in canadian fisheries management : n.-am.-j.-fish.-manage. Vol. 15, no. 1,(1995), pp. 1-13

Drummond, S. Salmon farming handbook. Ed. Fishing news books ltd. England.1988.

Juarez, P.R., Palomo, M.G. Acuicultura: bases biológicas del cultivo de organismos acuáticos. Ed. Continental. México. 1985.

Lasch, R. Aquaculture products in germany: main species, extent of market, distribution problems, produits de l'aquaculture en allemagne: principales especes, dimensions du

- marche et problemes de distribution piscic.-fr. . No. 94 (1988), pp. 34-40
- Lim,-C. Fish and feeding management pacon conf. On sustainable aquaculture '95, Honolulu, hi (USA), 11-14 jun 1995 proceedings-of-the-pacon-conference-on-sustainable-aquaculture-'95. 1996 p. 254
- Noble,-A.C major diseases encountered in rainbow trout reared in recirculating systems
- Co: successes and failures in commercial recirculating aquaculture conf., roanoke, va (USA), 19-21 jul 1996 aquacultural-engineering-society-proceedings-ii:-successes-and-failures-in-commercial-recirculating-aquaculture. 1996 vol. 1, pp. 17-27
- Park,-H.-Y.; Yoon,-J.-M. Studies on genetics and breeding in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 7. Fertilization of fresh egg with cryo-preserved sperm and ultrastructural changes. Bull. Korean Fish. Soc. . Vol. 25, no. 2, (1992) pp. 79-92
- Pillay, R.V.T. Aquaculture principles and practices. Ed. Fishing news books. Ltd. England. 1990.
- Swift , R.D. Aquaculture training manual. Ed. Fishing news books. Ltd. England 1988.
- Soderberg, W.R. Flowing eater fish culture. Ed. Lewis publishers. England. 1995
- Tarazona,-J.V.; Muñoz,-M.J. Water quality in salmonid culture rev.fish. Sci. 1995 vol. 3, no. 2, pp. 109-139
- Teskeredzic,-E.; Teskeredzic,-Z.; Tomec,-M.; Margus,-D.; Hachmanjek,-M. Culture of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in the Adriatic sea. Aquaculture international congress and exposition, Vancouver, B.C. (Canada), 6-9 sep 1988
- So: Aquaculture-International-Congress-and-Exposition,-Vancouver-Trade-and-Convention-Centre,-Vancouver,-British-Columbia,-Canada,-September-6-9,-(1988), p58
- Steffens,-W. On rainbow trout production of the new federal states (germany).
- Zurur Forellenproduktion in Den Neuen Bundeslaendern Fisch. Teichwirt. Vol. 42, No. 2, (1991), pp 42-48.

CAPÍTULO 2. **HIDROBIOLOGÍA**

Ana Auró de Ocampo

Clasificación del agua por su dinámica.

Aguas lénticas:

Son aguas que se encuentran con poco o nulo movimiento, como es el caso de estanques cerrados, presas cerradas, lagos y charcos.

La calidad que presentan estas aguas es menor en concentración de oxígeno, en potabilidad (aumenta el número de saprófitos por unidad de volumen); sin embargo, la productividad primaria es menor; las sustancias inorgánicas provenientes del suelo se concentran en mayor cantidad en el agua, ya sea en solución o en suspensión. Aunque pueden usarse con fines acuícolas, es imprescindible la utilización de especies poco oxifílicas como tilapia y carpa.



Fig. 1 Ejemplo de aguas lénticas

Aguas lóticas:

Son aguas que se encuentran en movimiento constante por ejemplo: ríos, arroyos, canales, lagunas, presas abiertas y el mar.

La calidad del agua es mucho mejor con respecto a concentración de oxígeno, potabilidad, y productividad

primaria, por lo que pueden ser utilizadas para el cultivo de especies más exigentes como trucha, camarón, langostino, lobina, ostión, almeja y abulón.

Para el estudio apropiado de los embalses potencialmente utilizables en acuicultura, se requiere como base la limnología, que se refiere al estudio de los lagos, que fundamente el estudio de otros embalses artificiales que imitan o deben imitar las condiciones lacustres. Dentro de un lago o un embalse natural, debe existir un equilibrio faunístico y florístico, es decir, debe existir una cadena alimentaria, lo que constituye una bioscena lacustre, que se define como el conjunto de organismos animales y vegetales que comparten los mismos requerimientos físicos. Este es entonces el objetivo básico de la acuicultura artificial, constituir dentro de los estanques bioscena lacustres cuyo nivel más alto de la cadena trófica sea el pez. En los ríos, estas cadenas tróficas se denominan bioscena fluvial.



Fig. 2. Ejemplo de aguas lóticas

Fuentes de agua.

El agua que llena los embalses naturales puede provenir de:

a) Agua de deshielo de volcanes: Con el calor de las chimeneas se provoca un deshielo, el agua se filtra a la tierra y se forman mantos freáticos o mantos acuíferos que al correr, forman ríos.

b) Mantos freáticos: El agua de estos mantos es bombeada hacia la superficie perforándose pozos artesianos (mas de 20 m de profundidad), y artesanales (menos de 20 m de profundidad).

Esta agua tiene menos contaminación orgánica, sin embargo puede estar muy contaminada inorgánicamente por el arrastre de sustancias y carece de oxígeno.

c) Aguas superficiales: (ríos, arroyos, presas, lagos, lagunas).

Estas aguas siempre van arrastrando un alto contenido de materia orgánica (detritos, excretas, etc.), pero por lo general están más oxigenadas.

d) Lluvia: (préstamos, ollas de agua, charcos, presas).

Préstamos : Canales a los lados de carreteras que son llenados por agua de lluvia.

Ollas de agua: Son excavaciones artificiales, impermeabilizadas temporalmente con polietileno o policarbonato, que se llenan con agua de lluvia o con pipas y se usan por lo común para un solo ciclo de engorda

Denominación de los niveles en la columna de agua de un embalse natural o artificial:

Se denomina columna de agua al contenido volumétrico completo de un embalse y se divide en: zona pelágica, bentónica y abisal. La primera constituye la superficie y la parte media del agua, en ella se encuentra el

plancton (algas protozoarios, larvas e insectos) y el necton, la zona bentónica es aquella del fondo, donde se encuentran periphyton de suelo y roca y la zona abisal que es aquella limitada por las paredes, también habitada por periphyton.

Clasificación del agua de acuerdo con su trofismo.

Se le llama trofismo a la cantidad de nutrientes u organismos vivos por unidad de volumen de agua.

De acuerdo con esta definición, los lagos se pueden clasificar en:

Eutróficos. En ellos existe una cantidad óptima de nutrientes en el agua con un apropiado equilibrio de oxígeno disuelto (productividad primaria) y ésta tiene un aspecto de color verde. De manera artificial un estanque se puede eutroficar mediante abonado o fertilización.

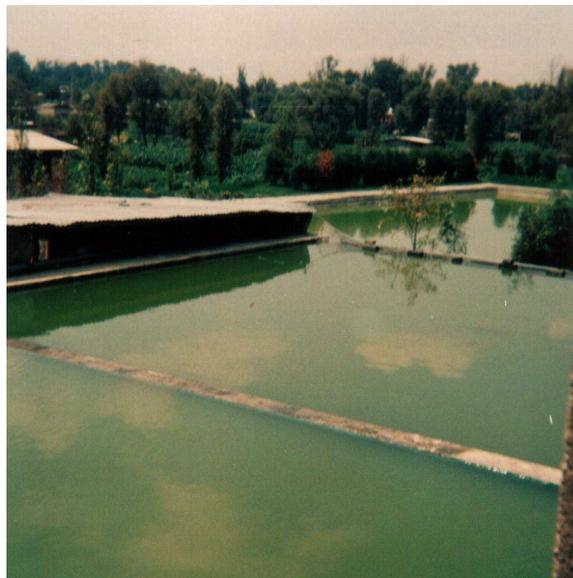


Figura 3. Color verde característico de un agua eutrófila

Oligotróficos: Son aquellos donde hay una concentración mucho mayor de nutrientes que la anterior en el agua, el oxígeno empieza a disminuir

y ésta tiene un color verde pardo a azulada.

Distróficos : Existe una concentración de nutrientes muy elevada, debido a esto hay producción de ácido hémico, muy tóxico, por lo tanto no se lleva a cabo la fotosíntesis y su color es chocolate.



Figura 4. Color café característico de un agua distrófica

Atróficos : El agua presenta un color chocolate, grisáceo ó amarillo debido a materia inorgánica en solución o suspensión, pero sin materia orgánica.

Indicadores de Productividad.

Son todos aquellos organismos que constituyen los diferentes niveles de la cadena trófica como:

Plancton.

Organismos monocelulares que se dividen en zooplancton y fitoplancton de acuerdo con la presencia o ausencia de clorofila.

Necton.

Son todos aquellos organismos pluricelulares que tienen movilidad propia (larvas de moscos o moscas y copépodos).

Periphyton.

Todos aquellos organismos que necesitan superficie de adhesión como hojas, rocas, etc.

Epibiontes.

A todos los periphyton que utilizan a organismos vivos como sustrato de adhesión para poder alimentarse de sustancias en solución o suspensión.

Calidad del agua.

El empleo del recurso "agua " para diversos fines ha llevado a clasificarla según sus características fisicoquímicas (calidad del agua), incluso después de su tratamiento. Sin embargo, los criterios para diferenciarla y normarla, no son precisos y en muchos casos se confunden (aguas costeras como lagunaria, de estuarios o bahías, dulceacuícolas como lagos, presas y ríos, en donde estas últimas son empleadas tanto para el consumo humano, agrícola, e incluso para eliminar desechos industriales de todo tipo).

Características abióticas.

Los análisis de rutina que ayudan a la interpretación de la capacidad productiva de los recursos acuáticos y su comportamiento en el tiempo y en el espacio, se describen a continuación.

Temperatura.

La temperatura (del agua) del embalse dependerá del medio ambiente, el cual está determinado por: clima y velocidad del aire. La temperatura se transmite al agua, la superficie o espejo tendrá la misma que el medio ambiente externo y se conoce como isoterma eólica.

En la zona pelágica, la temperatura depende de la incidencia de los rayos solares, dando lugar a que sea similar a la temperatura eólica pero nunca la misma.

La temperatura del suelo es idéntica a la temperatura del bentos a esto se le conoce como isoterma geológica.

Una forma empírica de conocer la temperatura pelágica es mediante la siguiente fórmula:

T° pelágica = isoterma eólica + isoterma geológica / 2.

$T_p = IE + IG / 2.$



Fig. 5 Termómetro

Esto se cumple si no hay aereadores ni calentadores, (forma natural).

Peces de agua fría: ecológicamente llamados Estenotérmicos, que resisten pequeños intervalos de temperatura, usualmente desde los 4 a los 15°C. ejemplo: salmónidos (trucha arcoiris y trucha de arroyo).

Peces de agua cálida: llamados Euritérmicos, que resisten grandes rangos de temperatura, desde 6 hasta mas de 30°C. En esta categoría se encuentran la mayoría de las especies

de la piscicultura nacional como son: carpa, bagre, lobina negra, mojarra nativa y tilapia.

Peces de aguas tropicales, llamados también Estenotérmicos debido a que resisten pequeños intervalos de temperatura, que van desde 25 hasta 35°C. En este grupo destacan especies de la ictiofauna de centro y Sudamérica como es el guppie, mollie, etc.

La temperatura del agua puede modificarse por las sustancias, gases o sólidos en solución o suspensión.

El oxígeno es inversamente proporcional a la temperatura, esto quiere decir que a menor temperatura mayor será la concentración de oxígeno en el agua y a mayor temperatura menor será la concentración de oxígeno en el agua. Debido a ello los organismos acuáticos se pueden dividir en: altamente oxifílicos, medianamente oxifílicos y poco oxifílicos.

Gases en disolución: Si en el agua existen los siguientes elementos: oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, estos pueden modificar la temperatura también.

Compuestos orgánicos: Un exceso de detritos celulares y otros compuestos orgánicos exigen una mayor demanda de oxígeno, habiendo un incremento en la temperatura pero con pérdida de oxígeno. La temperatura del agua puede medirse de manera directa con termómetros procurando hacer dos mediciones:

- a) temperatura de superficie y
- b) temperatura de fondo.

Artificialmente se puede modificar la temperatura en un estanque, si se requiere aumentar, se utilizan sistemas de invernadero, es decir cubiertas de polietileno o policarbonato cubriendo toda la superficie y con ello pueden

lograrse hasta 5°C mas que la temperatura ambiente, también se recurre a calentadores de ambiente, o del agua. Si la modificación es hacia abajo, se utilizan aereadores de paleta, y hacer intercambios de volúmenes específicos de agua.

Oxígeno disuelto.

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua, es otro factor de importancia para el buen desarrollo de los organismos acuáticos. El oxígeno es producido por las plantas verdes, ya sean éstas microscópicas o macroscópicas, por medio de la fotosíntesis dentro o fuera del agua; si es aquel que se produce fuera del agua, ésta lo obtiene por disolución en el agua, gracias a la pérdida de cohesión molecular de la misma por movimientos eólicos o hidráulicos.

La concentración de oxígeno disuelto en estanque, varía a lo largo del año. Durante las primeras horas de la mañana, generalmente las concentraciones de oxígeno disuelto son bajas y se presenta una baja saturación; mas tarde, a medida que se incrementa el proceso de la fotosíntesis, se puede observar un incremento gradual y constante que alcanza al atardecer, una sobresaturación, aunque ésta no es muy común porque existe una producción de especies de fitoplancton que generalmente limitan la penetración de la luz y restringe la actividad fotosintética excesiva, como consecuencia, se encuentra una sobresaturación de oxígeno en los primeros centímetros de la capa de agua del estanque.

El oxígeno puede medirse químicamente mediante el método de Winkler o con oxímetros electrónicos que, paralelamente miden la temperatura. Las mediciones también

deberán hacerse para la superficie y para el fondo.

Artificialmente, puede modificarse la saturación de oxígeno en un estanque mediante la aereación o la oxigenación, la primera solo disminuye la adhesividad de las moléculas de agua para que el oxígeno ambiental se disuelva, mientras que los oxigenadores inyectan oxígeno directamente en forma gaseosa o líquida.

En el caso de sobresaturación de oxígeno se aumenta la temperatura o se hacen intercambios de agua

Acidez y Alcalinidad (pH).

pH es el logaritmo inverso de los hidrogeniones, el cual mide la acidez y la alcalinidad del agua, ya que todas las especies susceptibles de ser cultivadas presentan diferencias en sus requerimientos de este parámetro. El pH óptimo varía según la especie acuícola, aunque en general, la mayor parte requieren pH neutro. La alcalinidad de las aguas, se refiere generalmente a la cantidad y tipo de compuestos que tienden a elevar el pH a la neutralidad, estos compuestos son bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos y con menor frecuencia boratos, silicatos y fosfatos. La acidez se basa en la presencia de dióxido de carbono no combinado y ácidos orgánicos (tánico). La acidez puede modificarse por la solución o suspensión de sustancias del sustrato terrestre o por el agua de lluvia. La medición del pH se realiza mediante potenciómetros o de una manera más práctica, aunque menos confiable, por tiras reactivas. Para modificar el pH hacia arriba, se utiliza el suministro de cal viva (óxido de calcio) o cal apagada (carbonato de calcio) y en el caso de requerirse acidificación se puede utilizar ácido fosfórico, ácido acético y ácido

sulfúrico o enriquecer orgánicamente el embalse.

Cuadro de tolerancia de pH.

pH 6.0 - 7.2 Zona óptima para la reproducción.

pH 5.0 Limite inferior de supervivencia.

pH 5.0 - 9.0 Limite de tolerancia para la mayoría de las especies icticas susceptibles de cultivo

El pH óptimo para crustáceos es de 7.5

Salinidad y Dureza

Los elementos denominados "mayores" en el agua de mar y salobre, tienen como término descriptivo general el de "Salinidad", que incluye a todas las sales inorgánicas disueltas considerando también a los carbonatos y bicarbonatos. Las variaciones de este parámetro escasamente influyen en la productividad primaria y sí en mayor grado en los procesos de selección de especies. Este parámetro es considerado como de determinación básica dentro de la hidrología. Existe un nivel límite de 250 mg/l de cloruros y sulfatos, adecuados para agua de uso doméstico; no hay criterio para la vida acuática. En aguas dulces se define también dentro del término conductividad entre los 40 y 10,000 microsiemens/cm (es la conductancia de una columna de agua comprendida entre dos electrodos metálicos de 1 cm² de superficie, separados el uno del otro 1 cm).

El agua, de acuerdo con su contenido en sales, se clasifica en:

Agua dulce: 0 ppm

Agua salada: 12 ppm

Agua marina: 30 ppm

El término de dureza total se refiere a la concentración de iones metálicos bivalentes en el agua, expresados como miligramos por litro de equivalentes de carbonato de calcio.

Generalmente, la dureza total se relaciona con la alcalinidad total, porque los iones de alcalinidad y los cationes de la dureza se derivan normalmente de carbonatos de minerales.

De acuerdo con la dureza, las aguas se pueden clasificar en:

Aguas suaves: 0-75 mg/l

Aguas medianamente duras: 75-150 mg/l

Aguas duras: 150-300 mg/l

Aguas muy duras: > 300 mg/l

La dureza óptima para los organismos acuícolas es de 60 a 120 mg/l y una concentración de 6 mg/l de carbonatos son condiciones impropias para su desarrollo.

En México, la mayor parte de las aguas son alcalinas, lo que significa que en general poseen una alta dureza con base en carbonatos, y las especies introducidas se han adaptado favorablemente a estas condiciones.

La salinidad y dureza se miden colorimétricamente, o con un densitómetro o bien empíricamente, pesando un volumen definido de agua (1l) y posteriormente haciéndola evaporar por calor y volviendo a pesar el contenedor cuando se ha evaporado por completo.

La salinidad y dureza se pueden modificar por medio de sustancias quelantes o por intercambio de agua que puede ser suave o dura de acuerdo con las necesidades.

Conductividad eléctrica.

La salinidad es directamente proporcional a la temperatura, esto quiere decir que a mayor salinidad en el agua y mayor temperatura, la solubilidad será mayor por lo tanto aumentara la conductividad.

Agua de mar

35 000 μ siemens/cm.

Agua de terreno calizo

400-500 μ siemens/cm.

Agua de terreno primario

20 μ siemens/cm.

Lago de montaña

10 μ siemens/cm.

Agua destilada

3.3 μ siemens/cm.

Agua químicamente pura

0.036 μ siemens/cm.

Color.

Todas las aguas presentan una coloración variable, dependiendo de diversas circunstancias, tanto internas como externas. Las primeras son debidas a los materiales disueltos y suspendidos en la misma agua, las externas tienen su origen en la absorción de las radiaciones de mayor longitud de onda. Sin embargo los colores de las aguas naturales son muy tenues, tendiendo a ser incoloros.

Los contaminantes alteran profundamente el color natural de las aguas, variándolo en forma característica según el tipo de contaminante vertido; el vertido de sales ferrosas, por ejemplo, da lugar, por oxidación con el oxígeno disuelto del agua, a una coloración de herrumbre y a un sedimento de hidróxido férrico.

La contaminación con aguas negras confiere un color gris que va pasando a oscuro mientras mayor sea la cantidad de desechos. En

general no se puede establecer una correlación entre el color y el grado de contaminación.

Dependiendo del tipo de productividad de los organismos será el color del agua; si son organismos calcáreos el agua tendrá un color blanco lechoso, si crecen cianofitas el color del agua será verde.



Fig. 6 Fitoplancton de aguas verdes

Transparencia.

Ésta es dada por la cantidad de materia orgánica suspendida, la cual reduce la transmisión de la luz dispersándola o absorbiéndola, cuando el agua es muy transparente (azul) no hay presencia de ellas, y estas aguas pueden ser utilizadas para un cultivo intensivo, en el cual el productor les proporciona todo el alimento a los peces.

La transparencia se mide con el disco de Secchi, el cual es un disco de material resistente al agua (plástico, metal, etc.) que está dividido en cuatro secciones del mismo tamaño (2 blancas y 2 negras), y sostenido por una cinta o una varilla en la parte central del disco, que está graduada en centímetros. Dependiendo de la especie acuícola que se va a sembrar, existen requerimientos de transparencia en el agua del estanque, por ejemplo, la trucha requiere ver el alimento que se le proporciona para

poderlo comer, de tal forma que la transparencia de las aguas para el cultivo de esta especie debe ser mayor que por ejemplo para la carpa, ya que esta especie posee quimiorreceptores para el alimento en la punta de los bigotes, por lo que no es necesario que vea éste para poderlo encontrar.



Fig. 7 Disco de Secchi

Las medidas se toman de la siguiente manera para obtener la transparencia real:

$$Tr = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

Donde

Tr = Transparencia real.

T₁ = Introducción del disco hasta que llegue el momento de que no se vea, registrar la medida en cm.

T₂ = Se introduce el disco hasta el fondo del estanque y poco a poco se va extrayendo hasta que se observa el disco, en ese momento se vuelve a registrar la medida en cm.

Turbidez.

Presencia de partículas inorgánicas suspendidas en el agua como pueden ser arcillas o arena, impidiendo la entrada de luz solar y ocasionando con

esto, una baja productividad primaria (fotosíntesis).

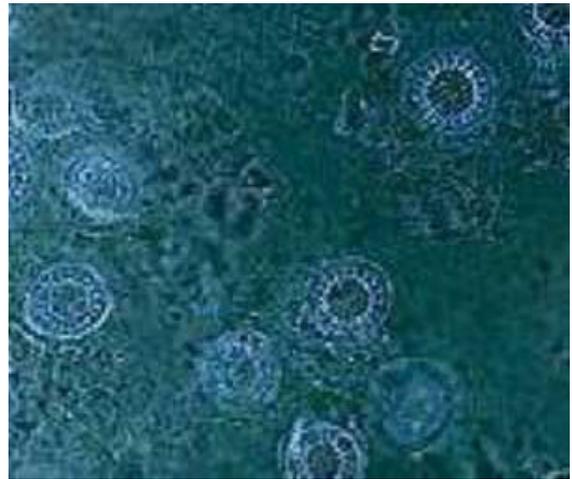


Fig. 8 Ejemplo de aguas turbias

Carbono

El anhídrido carbónico juega un papel muy importante en el medio acuático. Es indispensable para la actividad fotosintética e interviene en el equilibrio carbonatos-bicarbonatos, del que depende en gran medida la vida en las aguas dulces. En medio aerobio, la descomposición de los productos hidrocarbonados libera gas carbónico; en anaerobiosis hay formación de metano (putrefacción de residuos vegetales).

El sistema CO₂-HCO₃⁻-CO₃²⁻ es el mecanismo amortiguador de las aguas naturales. Se expresa frecuentemente como mg/l de CaCO₃.

Fosfatos.

Los compuestos de fósforo (fosfatos) son indispensables como nutrientes para los organismos autótrofos que viven en el agua, ya que junto con los de nitrógeno son utilizados por medio de la fotosíntesis para transformarlos en diferentes compuestos orgánicos. Pero el problema de exceso favorece un crecimiento excesivo de estos

organismos, fenómeno conocido como eutroficación. Una fuente de fosfatos es, principalmente la descomposición de plantas y animales, aunque también los detergentes son aportadores importantes de fosfato, ya que su principal componente son los polifosfatos, que son altamente tóxicos y tensoactivos que impiden la oxidación de la sangre y del agua que pasa por las branquias.

En los cultivos acuícolas, deberá hacerse un monitoreo mensual de éstos compuestos.

Cuando existen fosfatos en el agua, propicia a que exista actividad bacteriana y de algas.

Azufre.

Se presentan como sulfatos y sulfuros procedentes de terrenos selenitosos o de la actividad de algunas bacterias.

Los sulfatos son los principales compuestos de azufre en su forma oxidada y en presencia de elevadas cantidades de materia orgánica, pueden ser reducidos a sulfuros. Los sulfuros se encuentran naturalmente en las aguas subterráneas, especialmente las termales. También es común encontrarlos en las aguas de desecho, provenientes de la descomposición microbiológica de la materia orgánica en condiciones de anoxia.

Cloro.

El elemento cloro procede del lavado del suelo y rocas, en forma del ion cloruro (Cl⁻) es uno de los principales iones inorgánicos en las aguas naturales y en el agua residual. El cloruro asociado al sodio es de gran importancia pues su concentración tiene un notable efecto en la capacidad de regulación osmótica de los organismos acuáticos y es un factor limitante de la colonización de ciertos

organismos acuáticos. El cloro residual es una forma diferente de cloro, resultado del proceso de cloración que, sin embargo puede afectar, si no se realiza apropiadamente, ya que puede formar sustancias carcinogénicas como el cloroformo, o unirse a amonio o aminas y formarse compuestos tóxicos para las especies acuáticas.

Si bien, la cloración contribuye al mejoramiento de la calidad del agua, es indispensable su eliminación en los cultivos acuícolas, para lo cual se utiliza la aireación, para que éste se elimine por gasificación o se utiliza el tiosulfato de sodio para dechlorar el agua (neutralización del cloro).

Metales

Todos los metales pueden ser tóxicos para los seres vivos si los niveles de exposición son suficientemente altos. Los metales son especialmente importantes debido a su característica de acumulación en los organismos. Muchos metales se llaman pesados ya que su densidad es mayor a 5 g/cm³.

Los metales y elementos relacionados considerados en la legislación son: aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, boro, cadmio, cianuro, cobre, fierro, cromo hexavalente, manganeso, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y zinc.

Arsénico

En los cuerpos de agua se ha observado que se acumula a lo largo de las cadenas tróficas y en el ambiente marino, los cangrejos y las langostas son especialmente capaces de acumular este elemento.

Cadmio

Su forma tóxica es el ion Cd⁺² que se acumula en hígado y riñones y causa diferentes efectos sobre los

organismos acuáticos en los que se acumula.

Bario

Sus sales son altamente tóxicas y producen diarreas, vómito, hemorragias intestinales y trastornos renales.

Cobre

Elemento muy abundante que es utilizado en forma pura o en aleaciones. Es un micronutriente esencial que forma parte de los pigmentos respiratorios. El problema principal del cobre es su elevada toxicidad aguda. Es muy tóxico para algas, moluscos y peces.

Cromo

Es un micronutriente esencial para muchos microorganismos que lo requieren para el metabolismo de las grasas y de los carbohidratos. Este metal es especialmente peligroso debido a su elevada capacidad de concentración en el interior de numerosos organismos.

Hierro.

La principal fuente de hierro hacia el agua son los drenajes de mina. Es un micronutriente esencial, poco tóxico.

En el agua se encuentran como hidratos férricos (color rojo) y como sulfuros de hierro (color negro). Los sulfuros pueden acumularse tóxicamente en las larvas de crustáceos.

Para la medición de todos estos elementos existen pruebas químicas de tipo colorimétrico que son realizables a pie de estanque, ya que se expenden específicamente para objetivos acuícolas



Fig. 9 Ciclo del nitrógeno

Nitrógeno y Ciclo del Nitrógeno en el agua

Los contaminantes inorgánicos y orgánicos pueden ser producidos por los propios organismos introducidos (endógenos). El nitrógeno es uno de los elementos más importantes del metabolismo de los ecosistemas acuáticos. Esta importancia se debe principalmente a su participación en la formación de proteínas, componente básico de la biomasa. Cuando se presenta en bajas concentraciones, puede actuar como factor limitante en la producción primaria de los ecosistemas acuáticos.

En el ciclo del nitrógeno los primeros participantes son los peces, plantas y desechos orgánicos, formándose productos nitrogenados endógenos los cuales son traducidos como amonio NH_3 no ionizado, más tóxico para los organismos acuáticos; amonio ionizado, NH_4 , que es atóxico, el pez lo elimina por medio de las branquias, piel y en algunos organismos a través de la orina. Al formarse este compuesto intervienen bacterias que existen en el agua; las *Nitrosomonas* sp. que son microorganismos aerobios, debido a esto necesita grandes cantidades de oxígeno de manera natural; estas

bacterias oxidan los compuestos amoniacales más tóxicos, mortales e inestables ya que afectan el epitelio de las branquias (hiperplasias; moco en las branquias), esta oxidación da como resultado a los nitritos (NO_2) inmediatamente se llevaría acabo otra oxidación por la presencia de bacterias *Nitrobacter* sp. para dar como resultado a los nitratos NO_3 . Estos nitratos son utilizados en un 70% por plantas y peces y el restante 30% debe de ser metabolizado por bacterias anaerobias que llevan acabo la desnitrificación del medio por reducción: $\text{NO}_3^- - \text{NO}_2^- - \text{NH}_4 - \text{N}_2$.

Características bióticas del agua

Dentro de las características bióticas los vegetales forman el primer eslabón importante de la primera cadena alimenticia, movilizandoo la energía solar y fijándola en forma de glúcidos o lípidos. Por exceso, juegan un papel indicador de la calidad de las aguas.

Dentro de éstos se considera a:

a) algas, musgos, hongos, bacterias, espermafitas acuáticas, invertebrados acuáticos, y las poblaciones de peces, crustáceos y moluscos que constituyen las diferentes bioscenasos.

Las especies bacterianas que mas colonizan las aguas son las Gram negativas, que si bien son saprófitos, bajo condiciones que deterioren la resistencia del organismo acuático pueden ser patógenas. Existen también bacterias Gram positivas que son altamente patógenas para los organismos acuáticos. Para prevenir la incidencia de brotes por estos agentes etiológicos se recomiendan primeramente medidas físicas como la sustitución del agua, una mejor aireación, la acidificación o alcalinización según el caso , el paso

del agua por filtros mecánicos de tamaño de partícula decreciente y el paso del agua a través de luz ultravioleta. Actualmente se está usando con mucho éxito la ozonificación del agua como bactericida.

Literatura consultada

- Abdalla, A.A.F.; Romaire, R.P. "Effects of timing and duration of aeration on water quality and production of channel catfish." *Journal of applied Aquaculture.*, 6(1) (1996), pp.1-9.
- Arrignon, J. "Ecología y piscicultura de aguas dulces." 2ª ed. Ediciones mundiprensa. Madrid, España. (1984).
- Avnimelech, Y.; Mozes, N.; Diab, S.; Kochba, M. "Rates of organic carbon and nitrogen degradation in intensive fish ponds." *Aquaculture (Netherlands).*, 134(3-4) (1995), pp. 211-216.
- Besser, J.M.; Giesy, J.P.; Brown, R.W.; Buell, J.M.; Dawson, G.A.: "Selenium bioaccumulation and hazards in a fish community affected by coal fly ash effluent." *Ecotoxicology and environmental safety.*, 35(1) (1996), pp. 7-15.
- Bisogni, J.J. Jr.; Timmons, M.B.; Losordo, T.M. "Control of ph in closed cycle aquaculture systems". New york, USA. Elsevier Science vol. 27,(1994), pp.235-245.
- Boyd, C.E. "Practical aspects of chemistry in pond aquaculture." *Symp. On chemistry in Aquaculture*, Cullowhee, NC (USA), 1995
- Boyd, C.E. "Deep water installation of a diffused-air aeration system in a shallow pond." *J. Appl. Aquacult.*, 5(1) (1995), pp. 1-10.
- Boyd, C.E. "Source water, soil, and water quality impacts on sustainability in aquaculture." *Pacon conf. On sustainable aquaculture '95*, Honolulu, Hi (USA), 11-14 jun. 1995. *Proceedings of the pacon conference on sustainable aquaculture'-95*. 1996, pp. 24-33.
- Boyd, C.E.; "Water quality in ponds for aquaculture." *Shrimp mart (Thai) co.*

- Ltd. Chaiyakul soi. 1, Hatyai, Songkhla Thailand. (1996).
- Boyd, C.E. "Chlorination and water quality in aquaculture ponds" *World-aquacult.*, 27(3) (1996), pp. 41-45.
- Brinkop, W.S.; Piedrahita, RH "Water quality modeling for aquaculture water reuse systems." *Aquacultural Engineering Society Proceedings II. Successes and failures in commercial recirculating aquaculture vol. 2*, (1996), pp. 521-530.
- Carbonell, G.; Tarazona, J.V. "Copper concentration and tissue distribution in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in spanish fish farms." *Investigación Agraria, Producción y Sanidad Animale*, 10(1) (1995), pp. 5-17.
- Culberson, S.D.; Piedrahita, R.H. "Aquaculture pond ecosystem model: temperature and dissolved oxygen prediction- mechanism and application." *Ecological modelling.*, 89(1-3) (1996), pp. 231-258.
- Duret, J. "Risks in open environments: water quality, climatic hazards, predation." *Comptes rendus de L'academie D'agriculture de France.*, 82(9) (1996), pp. 155-165.
- Estevez. F. De A. "Fundamentos de limnología." Editora Interciencia Ltda. Brazil. (1988).
- Hennessey, M. "Monitoring of water quality in freshwaters." *Aquacult. News.* New York (1995), pp. 20.
- Hernandez, F.G.; "75 años de historia de la pesca 1912-1987. Avances y retos. Secretaría de pesca. México, DF (1988).
- Hrubec, T.C.; Smith, S.A.; Robertson, J.L. "Aquacultural engineering society proceedings II" . Successes and failures in commercial recirculating aquaculture vol. 2, (1996), pp. 41-48.
- Jones, J.R.; Peters, R.H.; Soballe, D.M. "15 Annual International Symposium of the North American Lake Management Society." Toronto. On (Canadá). 6-11 nov. 1995.
- Kibria, G.; Nugegoda, D.; Lam, P.; Fairclough, R. "Aspects of phosphorous pollution from aquaculture." *Naga (Philippines). ICLARM [International Center for Living Aquatic Resources Management] Quarterly.*, 19(3) (1996), pp. 20-24.
- Kislalioglu, M.; Scherer, E.; McNicol, R.E. "Effects of cadmium on foraging behaviour of lake charr, *Salvelinus namaycush*." *Environmental biology of fishes.*, 46(1) (1996), pp. 75-82.
- Lanza, G.G.; "La acuicultura en México: de los conceptos a la producción." UNAM México, D.F. (1990).
- Markosova, R.; Jezek, J. "Indicator bacteria and limnological parameters in fish ponds." *Water. Res.*, 28(12) (1994), pp. 2477-2485.
- Masters, S.J.; Smith, P.T. "Origin of reduced sulfur compounds in pond sediment." *Pacon conf. On sustainable aquaculture '95, Honolulu, Hi (USA), 11-14 jun 1995. Proceedings of the Pacon conference on sustainable aquaculture'95.* 1996, pp. 255-260.
- Moriarty, D.J.W. "The role of microorganisms in aquaculture ponds." *Aquaculture.*, 151(1-4) (1997), pp. 333-349.
- Ng, W.J., Kho, K; Ong, S.L., Sim, T.S., Ho, J.M. Ammonia removal from aquaculture water by means of fluidised technology. *Aquaculture*, vol. 139 (1-2) (1996) pp. 55-62.
- Perez, H.J.A. "Situación actual del cultivo de trucha en México y factores que afectan la producción (parte 1)." *Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuicola y la red de diagnósticos. SEMARNAP.* vol. 1 nº 2. 1998.
- Piedrahita, R.H.; Seland, A. "Calculation of ph in fresh and sea water aquaculture systems." *Aquacult. Eng.*, 14(4) (1995), pp. 331-346. Poxton, m.g. *Water quality for fish culture.* London uk chapman and hall 1996 pp. 352.
- Ravi, P.R "pond and water management in aquaculture." *Aqua-int.*, 2(10-12) (1995), pp. 26-27.
- Reid, B.; Arnold, CR "use of ozone for water treatment in recirculating rueter,

- J.; Johnson, R. "the use of ozone to improve solids removal during disinfection." *Aquacult.eng.*, 14(2) (1995), pp. 123-141.
- Ruizhi, Z.; Jian, W.; Fan, Z.; "determination of ammonium in culture sea water with nessler's reagent colorimetric method" *mar. Sci. Bull. Haiyang-tongbao.*, 14(1) (1995), pp. 69-73.
- Secretaría del medio ambiente, recursos naturales y pesca. Anuario estadístico de pesca 1997.
- Secretaría de pesca dirección general de informática y registro
- Vinci, B.J.; Summerfelt, S.T.; Timmons, M.P.; Watten, B.J. "Carbon dioxide control in intensive aquaculture." *Aquacultural engineering society proceedings ii. Successes and failures in commercial recirculating aquaculture vol. 2*, (1996), pp. 399-419.
- Pesqueros carta básica nacional de información pesquera, 1994.. Instituto nacional de la pesca.
- Summerfelt, S.T.; Hochheimer, J.N. "Review of ozone processes and applications as an oxidizing agent in aquaculture." *Symp. On chemistry in aquaculture*, Cullowhee, NC (USA), 995
- Tarazona, J.V.; Muñoz, M.J. "Water quality in salmonid culture." *Rev. Fish. Sci.*, 3(2) (1995), pp. 109-139.

CAPÍTULO 3. INSTALACIONES ACUÍCOLAS

Marcela Fragoso Cervón

Instalaciones

Reguladas por la Norma Oficial Mexicana NOM-022.PES-1994, Para asegurar la calidad higiénica y calidad tecnológica del ciclo de vida de los organismos acuáticos.

Para el establecimiento de una explotación acuícola es indispensable tomar en cuenta tres aspectos fundamentales como son: el agua, las comunicaciones y el tipo y tamaño del terreno.

Agua

Las fuentes de agua pueden ser muy diversas, teniendo características especiales, estas fuentes son:

- agua de lluvia
- agua de pozo artesanal
- agua de pozo artesiano
- agua de manantial
- agua de río
- agua de lago Etc.



Fig. 10 pozo

“El agua deberá ser de calidad apropiada para la especie y la fase de vida en que han de ser criados, no deberán criarse ni recolectarse donde

haya sustancias nocivas que puedan dar lugar a una concentración inaceptable de tales sustancias. La cantidad de agua disponible para el establecimiento deberá ser suficiente y deberá utilizarse de forma racional”

Agua de lluvia

La cantidad del agua de lluvia depende de la zona geográfica, clima y estación del año, dependiendo de ésta características puede estar distribuida en una sola estación de lluvias,, como sucede en la región subtropical, en dos estaciones de lluvia o lluvias durante todo el año, en las regiones tropicales.

El agua de lluvia se emplea básicamente para acuicultura extensiva o de subsistencia, de temporal, en donde se emplean solamente especies rústicas, en estanques profundos.

Dentro de las características que presenta el agua de lluvia son: pobre cantidad de oxígeno, poca densidad de peces por hectárea, suelen ser lodosos y con turbiedad alta, con cambios bruscos de temperatura, pero alta concentración de plancton y nutrientes naturales.

Para su empleo es necesario su almacenaje o conducción por medio de canales.

Agua de manantial

Cuando llueve, el agua que cae en la superficie se filtra dentro del suelo y/o corre a lo largo de ésta. Parte del agua que se filtra dentro del suelo, es absorbida por la capa mas alta y otra corre por debajo, cuando el agua se encuentra con una capa de roca impermeable, corre haciendo un manto acuifero subterráneo, cuando éste emerge a la superficie, se le llama manantial, el periodo en el cual el agua corre entre la tierra es muy variado, en

ese tiempo se filtra y arrastra substancias en solución.

El agua de manantial, es excelente para la acuicultura, ya que son limpias, de temperatura constante, pero pobres en oxígeno y nutrientes. Hay que tener cuidado que no sean termales. El agua de manantial dependiendo de su caudal, es empleado principalmente para explotaciones intensivas y semiintensivas.

Agua de pozo artesanal

Cuando el manto acuífero no es muy profundo y no sale a la superficie, es posible la obtención del agua por medio de un pozo artesanal, en éste caso la obtención del agua es por medio del bombeo. Este tipo de fuente de agua, dependiendo del canal puede ser empleado para cualquier tipo de explotación acuícola.

Las características del agua del pozo artesanal son: baja cantidad de nutrientes, pobre en oxígeno, alta transparencia y dependiendo de su causa puede estar contaminado con desechos orgánicos, insecticidas, etc. Por tal razón, es necesario hacer un estudio de contaminantes del agua antes de utilizarla en las explotaciones.

Pozo artesiano

Cuando el agua cae a la tierra y penetra en medio de dos zonas impermeables por la topografía inclinada, el agua será llevada por la corriente y tendrá una cierta presión, si la capa de roca impermeable no tiene una ruptura en cuyo caso se forme un manantial y tenga que ser perforada para su obtención se obtiene un pozo artesiano.

Las características del agua del pozo artesiano son: abundante cantidad de agua, que puede ser empleada prácticamente para cultivos

de tipo intensivo, en cuanto a sus características fisicoquímicas se tiene poca cantidad de oxígeno, poca cantidad de nutrientes, alta transparencia y muy poca contaminación del agua.

Rios y Lagos

Las aguas que escurren por la tierra o cuando existe el nivel freático elevado en ciertas áreas van a formar los ríos y los lagos, y por acumulación de agua por diques elaborados por el hombre se forman las presas.

Estas fuentes de agua pueden ser aprovechadas para efectuar cultivos ya sea por jaulas, cajas y cierre de determinadas zonas o por derivaciones para ser introducidas a estanques, ésta fuente de agua puede ser aprovechadas para cualquier tipo de cultivo.

Las características de éste tipo de agua son: altas concentraciones de oxígeno, transparencia no estable, cambios de temperatura, gran cantidad de materia orgánica, gran cantidad de plagas y depredadores.

Para cuantificar el agua requerida para la explotación hay que tener en cuenta las pérdidas por filtración, evaporación y por el recambio de agua por día.

“En algunos casos podrá utilizarse agua residual tratada para la producción de organismos acuáticos en las fases iniciales de vida, que luego se trasladarán a unidades de engorda!”.

Terreno

Dentro de las características que debe tener un terreno está la proximidad a la fuente de agua, ya que su traslado resulta sumamente caro.

“Los lugares situados en las inmediaciones de los establecimientos deberán estar exentos de posibles

fuentes de contaminación del agua (no minas o industrias)”.

La facilidad del acceso es un factor importante para el rápido traslado de huevecillos, larvas, postlarvas o crías a las instalaciones y la fácil salida del producto al mercado por ser producto perecedero.

La pendiente topográfica recomendable es de 0.5 a 1% lo que permite un fácil drenaje del agua sin el uso de energía, además de no hacer grandes desplazamientos de tierra al excavar los estanques; es importante no hacer represas mayores a 3m por riesgo de derrumbes por la presión ejercida en la pared y por los costos que éstas obras implican.

Dentro de la composición del suelo, los arcillosos son excelentes para la elaboración de estanquería rústica ya que son prácticamente impermeables, los suelos limosos son los segundos en preferencia por ser medianamente permeables y por último los arenosos que son los que presentan la mayor permeabilidad. La permeabilidad de la tierra está dada por la capacidad de porosidad al expandirse las moléculas cuando están húmedas. Los suelos rocosos son los menos deseables por ser requeridas instalaciones de cemento para la estanquería.

“El suelo de los estanques de tierra no deberá contener concentraciones tales de metales pesados o sustancias químicas que puedan dar lugar a la acumulación de niveles inaceptables de contaminantes en los organismos cultivados”.

El nivel freático del agua no debe de estar muy cercano a la superficie ya que no se pueden hacer excavaciones para la construcción, sino que se deben construir de una forma elevada.

Instalaciones

“Los establecimientos deberán estar proyectados, estructurados y contruidos de forma que se faciliten las operaciones higiénicas por medio de un flujo regular de los procesos, desde la llegada de los insumos y su utilización en las unidades de producción hasta la recolección, desembarque y transporte de productos y con control de acceso”.

Las instalaciones se dividen para su estudio en:

Obras anexas: Toma de agua.

Canal general.

Canales de distribución.

Instalaciones de reproducción.

Estanques primarios:

Eestanques de Crecimiento.

Estanques de Engorda.

Estanques secundarios:

Estanques de Reproducción.

Estanques de productores.

Incubadoras:

Canaletas de alevinaje

Canaletas de cría

Estanques de cuarentena o segregación

Obras anexas

Toma de agua

Las tomas de agua deben estar protegidas para evitar en lo más posible contaminaciones por heces de animales, animales muertos, basura, jabones y detergentes.

Canales generales.

Los canales generales son los encargados de llevar el agua desde la fuente hasta las instalaciones, éstos

pueden ser construidos de cemento, tuberías de plástico o de metal, o simplemente por medio de zanjas. El diámetro dependerá de la cantidad de agua que lleve, y de la inversión. De preferencia el agua debe circular por gravedad. El canal de distribución debe contener compuertas para poder regular la entrada y salida del agua; rejillas y filtros con el fin de impedir el paso de basura, peces indeseables y de depredadores, entre otras cosas dependería del tamaño del filtro; Pilas de decantación, para eliminar el exceso de sólidos en suspensión en el agua, debiendo ser excavados o construidos de cemento; Piedras o ranuras, útiles para que el agua al ir golpeando rompa la molécula del agua y de esta manera se oxigene.

“Las entradas de agua deberán de estar instaladas de forma que permitan un control fiable del caudal y el nivel de agua, así como del tipo de movimientos de agua convenientes”.

Canales de distribución

Los canales de distribución llevan el agua del canal principal a cada uno de los estanques, estos deberán contener compuertas en cada uno de los estanques para así aislarlo o poder introducir mayor cantidad de agua cuando así se requiera.



Fig. 11 Canal de distribución

Instalaciones de reproducción

Las instalaciones para la reproducción son necesarias en las explotaciones de ciclo completo. Estas instalaciones deben ser cerradas para evitar cambios bruscos de temperatura, rayos solares y depredadores que pueden producir severas bajas en la producción de crías. Estas instalaciones albergan mesas de trabajo, estanques para reproductores o reproducción, incubadoras, tinas de alevinaje y de cría.

“ los suelos de los interiores de los edificios se construirán de materiales impermeables, inabsorventes, lavables y antideslizantes; no tendrán grietas y serán fáciles de limpiar y desinfectar, con pendiente suficiente para que los líquidos escurran hacia el desagüe, las paredes serán de materiales impermeables, inabsorventes y lavables y serán de color claro, lisas sin grietas y fáciles de lavar y desinfectar”.

Los techos ser de manera que se impida la acumulación de suciedad y se reduzca al mínimo la condensación y formación de mohos y fáciles de lavar.

Las ventanas y otras cubiertas deberán impedir la suciedad y provistos de redes anti-insectos, las que se podrán quitar fácilmente para su lavado, las ventanas deben ser de cierre automático y hermético.

Las paredes deben ser de superficie lisas e inabsorventes”.

Estanques primarios

Los estanques de crecimiento y engorda son los principales en las explotaciones, abarcando el mayor espacio, ya que son los de mayor tamaño, encontrándose en la intemperie.



Fig. 12 Estanque de engorda

Tamaño de estanques

El tamaño dependerá del tipo de explotación principalmente, ya que intervienen factores tales como: cantidad de agua. (Entre mas recambio se requiera en un estanque, menor deberá ser el tamaño, así como entre menos agua se tenga, mayor superficie de almacenamiento de agua para poder tener una producción adecuada), Tiempo de llenado y vaciado del estanque. (Mas pequeños para hacerse más rápido), manejo de la explotación. (Para mayor y mejor manejo se aconseja elaborar estanques pequeños), tipo de alimentación. (Entre mayor porcentaje de alimento se les proporcione a las especies acuícolas se recomienda estanques mas pequeños para que el alimento llegue a toda la superficie del estanque y por último a los costos de producción.

Forma de los estanques

La forma esta dada principalmente por la topografía del terreno, la relación longitud del estanque y diques, el método de cosecha y por los gustos de los propietarios, sus formas pueden ser muy variadas aunque los más recomendables son los rectangulares,

por tener más perímetro de observación a los organismos acuáticos, el alimento puede llegar a toda la superficie del estanque, se efectúa mejor intercambio de agua evitando zonas muertas etc.



Fig. 13 Estanque irregular

Profundidad de los estanques

En los estanque poco profundos la luz solar penetra hasta el fondo de ellos, provocando un crecimiento exagerado de plantas las que reducen el área para los peces y dificultan las cosechas (ya que cuando se redes los trabajadores pueden sufrir lesiones al pisar el fondo y rompimiento de las redes, dando como resultados malas cosechas por las fugas de los peces). Los estanques muy profundos son empleados principalmente con agua de lluvias o donde el cambio de temperatura a lo largo del día son muy bruscos, éstos se deben se secar completamente una vez realizada la cosecha, por la gran acumulación de metabolitos (H_2SO_4 y metano). Por la gran profundidad que presenta este tipo de estanques, el oxígeno se acumula en la parte superior quedando poco oxígeno en la parte inferior.

Diques

Los diques tienen la finalidad de permitir el paso sobre ellos, dividen los

estanques y evitan la comunicación entre los estanques, el ancho de ellos dependen de la cantidad de agua que soporten y el objeto que circulen encima de ellos, estos se dividen en: primarios que tienen un ancho de 4 a 5 metros y pueden soportar el paso de vehículos pesados; secundarios, con ancho de 2 a 4 metros soportan el paso de personas y carretillas; terciarios, tienen un ancho de un metro y permiten el paso de personas. El dique debe sobresalir del agua de 30 a 50 centímetros para evitar derrames en tiempo de lluvias y que los peces puedan saltar y morir por asfixia o ser consumidas por las aves piscivoras. Las paredes de los diques pueden ser construidos de cemento, tierra, piedras o estar recubiertos por plástico, teniendo siempre un desnivel o pendiente para evitar el derrumbe de las paredes.

Fondos

Deben de tener un declive de 0.11 a 0.2% para el drenado completo del estanque, la parte mas profunda debe estar cerca de la salida del agua y la menos profunda en la entrada del agua, para que el recambio sea parejo, el piso puede ser de cemento, tierra, piedra o recubierto de plástico, en los fondos de tierra arenosa o limo-arenosa donde la filtración del agua es abundante, es recomendable poner una capa de arcilla o materia orgánica con el fin de cerrar el poro y evitar lo más posible la filtración.

Salida de agua

Para mantener el nivel del agua se debe contar con un vertedor de demasías, y con compuertas o monjes que sirven para el drenado total y parcial de los estanques. Para tener una mejor calidad del agua, es

recomendable que ésta se deseche por la zona mas baja.

“Deberá de disponer de un desagüe adecuado, que no esté comunicado con la red de abastecimiento de agua del establecimiento o con las instalaciones de producción”.

Tamaño de la granja

Los factores que influyen en el tamaño de una granja son: cantidad y calidad de agua, área del terreno y tipo de tierra, tipo de explotación así como la comercialización. En todo esto esta implicada además la inversión tanto monetaria como de mano de obra que se pretende.

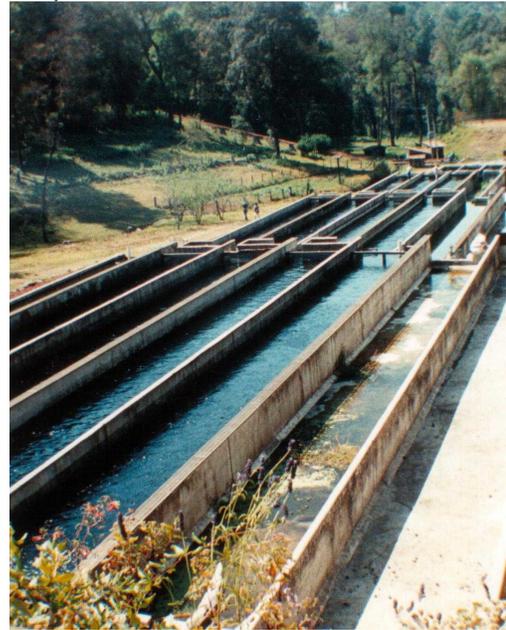


Fig. 14 Granja acuícola

Estanques Secundarios

Estanque de reproducción

Los estanques de reproducción son necesarios durante la época de reproducción, ya que los machos deben estar separados de las hembras para evitar una reproducción descontrolada. Estos estanques pueden ser construidos de cemento o rústicos, El volumen de agua

dependerá del tamaño y número de reproductores, así como de la especie.

Incubadoras

Este equipo es indispensable en una explotación de ciclo completo, ya que proporciona un medio para la incubación de los huevos. Se dividen en dos tipos dependiendo del flujo de agua, en horizontales y verticales. Dentro de las horizontales se encuentran las canaletas de incubación (utilizadas en las explotaciones de bagre), en las que se introducen charolas con los huevos y las incubadora china especial para el cultivo de carpa. Esta es un estanque circular que en el centro presenta un orificio con una malla en la parte superior para evitar que se salgan los alevines, en la parte inferior de la incubadora existen un drenaje que es responsable de que el agua este siempre en movimiento circular, para que los huevos y se oxigenen, y no se enhonguen. el orificio central es para que se este drenando el exceso de agua.

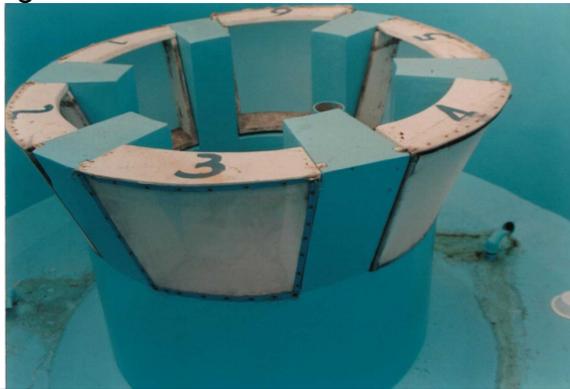


Fig. 15 Incubadora china

Estas pueden ser construidas de cualquier material, siempre y cuando las paredes sean completamente lisas para evitar la acumulación de la materia orgánica, la oxigenación es proporcionada por el

flujo del agua o por movimientos mediante aspas en el caso de las canaletas. En las incubadoras verticales el flujo de agua puede ser ascendente o descendente. Las incubadoras tipo Zug son botellas invertidas con flujo de agua ascendente, lo que permite un movimiento constante de los huevos y por lo tanto una mayor oxigenación y viabilidad de los mismos, su uso es en explotaciones de trucha, tilapia y carpa entre otras. La incubadora tipo california consta de una serie de charolas sobrepuestas en las cuales el flujo de agua es en forma descendente con lo que se obtiene una buena oxigenación de los huevos, la ventaja de este tipo de incubadoras es que permite una fácil limpieza y eliminación del huevo muerto.



Fig. 16 Incubadora de California

Canaletas de alevinaje y cría

Canaletas de alevinaje; Los alevines son producto obtenido de la eclosión de los huevos. El tamaño aproximado de estas canaletas es de 2m X 60cm, deben de estar bajo techo y pueden ser de los siguientes materiales: madera, plástico y fibra, etc. ya que los alevines (estos organismos presentan un saco en la parte abdominal el cual es un reservorio alimenticio cuando es absorbido este saco entran a la etapa

de cría) y las crías son muy susceptibles a las quemaduras del sol sobre todo en el caso de la trucha. Sin embargo en la carpa los alevines y crías son mas resistentes a las quemaduras del sol ya que estas viven en aguas turbias.

Las canaletas de alevinaje son de vital importancia en una explotación ya que es donde se inicia la vida del pez en una forma independiente, con la característica que sus paredes deben ser completamente lisas, la entrada del agua debe estar del lado contrario al de la salida para evitar zonas de hipoxia. Las canaletas de cría tienen las mismas características que las de alevinaje, pudiendo ser las mismas o tener mayor tamaño.

En la esta etapa de alevinaje no se les administra alimento, se pueden aplicar métodos de desinfección, como es el verde de malaquita, para evitar la presencia de hongos en las tinas (dosis de 1 gr./litro de agua tanto en incubadoras como en tinas de alevinaje).



Fig. 17 Canaletas de alevinaje

Otras instalaciones que ocasionalmente se requieren en algunos sistemas de cultivo son las jaulas y los corrales.

Jaulas

Son estructuras formadas por un marco cúbico de material resistente al agua, generalmente madera, PVC u otro, que se revisten en todas sus caras de una malla de nylon (cuyo diámetro depende de la especie que se va a cultivar y de la etapa en la que se van a ubicar en esas jaulas. Están dotadas además de lastre para evitar que floten y se usan sobre todo, para hacer mas eficientes a los embalses ya que se pueden tener especies muy disímiles o incluso agresivas juntas, si una de ellas está enjaulada.

Los corrales funcionan de la misma manera que las jaulas, pero se diferencian en que no son flotantes sino ancladas al suelo, por lo general se ubican en la playa.

La limpieza de los estanques se hace con sustancias fuertes como hipoclorito de sodio y calcio en de 1 : 100.

Aireadores.

Tipos:

- Aireadores por caída.
- Aireadores por paleta
- Aireadores giratorios



Fig. 18 Aireación por caída



Fig. 19 Aireación por golpe

Instalaciones Extras.

Corrales de macrofitas

Edificios

Comederos automáticos

Mesas

Equipo de transporte

Alimentadores automáticos.



Fig. 20 Alimentadores automáticos

Artes de pesca.

Chinchorro

Atarraya

Cuchara

Red agallera

Red de arrastre



Fig. 21 Red de arrastre



Fig. 22 Red de cuchara

Características del almacén para el alimento.

De preferencia se recomienda doble pared en el almacén para evitar el exceso de humedad.

Libres de humedad y calor excesivo.

Libre de plagas y aves.

Tarimas en el piso para mantener seco el alimento ya que el alimento enmohecido provoca neoplasias en los peces.



Fig. 23 Almacén para alimentos

Literatura consultada

- Arrignon, J. Ecología y piscicultura de aguas dulces. 2a ed. Mundi-prensa, Madrid, 1984.
- Bardach, JE, Ryther, JH, and McLarney WO. Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Wiley Interscience. New York . 1990.
- Cooper, BD. Harvesting problems. Proceedings of the 1974 fish farming conference and annual convention catfish farmers of Texas, Texas Agricultural Extension Service, Texas A and M University, pp- 25-26, 1974.
- García-Badell Lapetra, JJ. Tecnología de la explotaciones piscícolas. Mundi-prensa, Madrid, 1985.
- García- Badell, JJ. Sistemas modernos en acuicultura. Prefabricación y automatización. Monografías INIA, 21 Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 1978.
- García-Badell, JJ, Granjas Acuáticas. Monografías INIAS, 26. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Madrid, 1980.
- Huet, M. Tratado de piscicultura, 3a ed. Mundi-prensa, Madrid, 1983.
- Milne, PH, Fish Farm Enclosures. 4. Designs problems and calculations. World fishing, 19(3): 46-48. 1970.

CAPÍTULO 4.

SISTEMAS DE CULTIVO

Ana Auró de Ocampo

Definición :

Es el grado de tecnificación que se utiliza para la producción de organismos acuáticos (moluscos, crustáceos y peces).

Los sistemas de cultivo son determinados por:

- El tipo de embalse con el que se cuenta
- El capital que se pretende invertir
- La cantidad y calidad del agua a disposición
- La especie acuática a producir

Así, los sistemas de cultivo pueden ser:

- Extensivo.
- Semiintensivo.
- Intensivo.
- Hiperintensivo.

Sistema Extensivo

Estos sistemas de cultivo se llevan a cabo en embalses naturales necesitándose solamente la captura o cosecha de los organismos, no se requiere dar alimento ya que se aprovecha la productividad primaria del embalse. Se pueden realizar monosexocultivos (un solo sexo) y bisexocultivo (dos sexos), así mismo, monocultivos (una sola especie), o policultivos (varias especies); que pueden ser piscícolas o piscícola-astacícola.

Si se quiere realizar cultivos integrales, éstos abarcan especies terrestres y acuáticas no solo animales sino que también vegetales.

Los cultivos integrales están conformados de varias actividades, no importando si son acuáticas o

terrestres como: cerdos (abono para los embalses, con esto se obtiene una productividad primaria que es comida para los peces, que a su vez son para consumo humano, riego (el lodo que se produzca se utilice para fertilizar el suelo o para criar lombrices, que sería un aporte proteínico para animales).

En este sistema también se pueden realizar policultivos para optimizar la columna de agua, buscándose evitar competencia entre las especies, tanto por alimento como por espacio. Para este tipo de cultivo se pueden usar la tilapia (pelágica) y los langostinos (bentónica), otra especie que se puede cultivar en policultivo es la carpa y se usan las siguientes especies; Carpa herbívora (pelágica), y carpa negra (bentónica).

Para que se lleve a cabo este sistema se necesita una solicitud general ante la Dirección General de Acuicultura para la donación de semilla y la siembra de la semilla. Para ello, se requiere entregar un diagnóstico hidrológico del lugar donde se va a realizar la siembra, además de un estudio que registre el tamaño del embalse, la temperatura media anual del lugar, características abióticas del embalse y el permiso de la Dirección General del agua para uso de la misma.

Cuando se siembra la semilla, deberá aclimatarse (esto se realiza de la siguiente manera, la bolsa cerrada se introduce al agua y cuando se considere que la temperatura externa e interna sean iguales se vacía la semilla al embalse).

Se siembran los peces o las larvas y no se les da de comer, estos cultivos se pueden realizar en superficies extensas de tipo natural (presas, lagos embalses, cualquier depresión artificial en la cual se puede

acumular agua proveniente de ríos o arroyos y lagunas); en este sistema la competencia es muy alta ya que tienen que competir por lugar y alimento, la sobrevivencia es muy baja, las densidades de carga deben ser muy altas, y el número de cosechas al año es solo de una, ya que el ciclo productivo dura aproximadamente 8 meses.

Si se maneja este sistema en estanquería, ésta es rústica, es decir, los estanques son de tierra, preferentemente con paredes en talud para evitar la erosión de las mismas, evitando que se formen zonas muertas en el estanque y como consecuencia la productividad primaria no sea pareja.

La tasa de recambio de agua es muy baja, casi siempre la pérdida de agua es por evaporación o filtración y el relleno de la misma es por lluvia, no se fertiliza y su rendimiento es muy bajo, en este sistema el nivel de investigación es muy bajo ya que no se pueden controlar los elementos bióticos y abióticos.

Para obtener el producto de los cultivos se utilizan redes de arrastre.



Fig. 24 Embalse para sistema extensivo

Sistema Semiintensivo (1000m)

Se requiere poca investigación del embalse, solamente es necesario el estudio de los parámetros fisicoquímicos para determinar que especies se pueden cultivar en ese lugar, calcular el peso de los organismos que se van a sembrar ya que el 50% del alimento será artificial y el otro 50% lo obtienen de la productividad primaria; los peces consumen entre 7% de su peso cuando están en la etapa de crías y hasta el 2% de su biomasa en etapa adulta.

En este sistema ya existe un control y manejo de los organismos ya que existe un crecimiento homogéneo en todas las etapas, la densidad de carga es menor que la expuesta en sistemas extensivos dando como resultado una mortalidad menor.

Se deben realizar muestreos aleatorios, de la siguiente manera: se cuadrícula el embalse, se toman los peces del cuadrado que se eligió y se multiplica esa cantidad por el número de cuadrantes para obtener el total de peces que se tienen en el embalse, esta actividad se debe realizar por lo menos cada mes.

De este sistema se pueden obtener probablemente dos cosechas por año, y aquí si se realizan recambios de agua, porque ya se da de comer, si los organismos no se comen todo el alimento que se les da, este se va al fondo del embalse y se forman detritos, la fertilización es opcional pero el abonado es indispensable.

Estos tipos de sistemas de cultivo son artificiales se le conoce de esta manera porque se puede tener estanquería con paredes encementadas para evitar la filtración y la erosión, otra manera de evitar la

pérdida del agua es impermeabilizando el piso con arcilla o limo ó sembrar pasto inglés en el fondo y paredes para que no ocurran erosiones.

Los estanques deben de contar con 3° de declive, tomando en cuenta los mantos freáticos ya que si las perforaciones se realizan muy cerca del manto o a nivel de estos habrá acumulación continua de agua, para evitar este problema se necesitara realizar las perforaciones por arriba de los mantos.

Los estanques menos recomendables para este sistema son de cemento porque la producción no reditúa suficiente como para el pago de la infraestructura arquitectónica ya que la producción no es muy grande. Para este tipo de estanque es más recomendable suelo de arcilla ya que es impermeable.

Las actividades que se realizan en el sistema semiintensivo son:

Manejo de estanques encementados.

En este tipo de estanques se debe de desinfectar cada vez que se termina un ciclo de producción.

Preparación del estanque: Desinfectar el estanque espolvoreando cal viva o apagada en toda la superficie (una tonelada por cada 1000m²), posteriormente se moja. Se deja reposando durante 24 horas y se enjuaga con mucho agua. Si se usa apagada se tiene que esperar 15 días y posteriormente se enjuaga.

- Cal viva: Oxido de calcio.
- Cal apagada: Carbonato de calcio.

Manejo de estanques de tierra.

Se vacía el estanque completamente después de terminar un ciclo de producción, dejándose secar al rayo del sol, posteriormente se introduce 1 ton/ha de cal viva ó apagada y de 1 a

15 días después, dependiendo del tipo de cal usada, se enjuaga. Si en el estanque existen charcos se debe de arar la tierra removiéndola para emparejarla.

Abonos.

En este sistema se puede fertilizar o abonar.

Fertilizantes (inorgánicos).

Calizo

Cal viva CaO, (Oxido de Calcio)

Cal apagada 1 ton/ha CO₃Ca
(Carbonato de calcio)
CN₂Ca (Calcio
Nitrogenado)

Nitrogenados 50-70kg/ha (Nitrato
de amonio)
50 kg/ha (Nitrato de
sodio)

Fosforados 70 kg/ha
(Superfosfato triple)

Abono (orgánicos).

- Estiércol de vaca de 6-8 ton/ha.
- Estiércol líquido varias dosis cada semana.
- Composta 20 000 - 30 000 kg./ha (20 - 30 ton/ha.).
- Materias fecales.
- Plantas residuales.
- Guano.
- Residuos de las industrias agrícolas.
- Aguas residuales urbanas.



Fig. 25 Estanque para sistema semiintensivo

Sistema Intensivo.

Los estanques que se requieren para este sistema de cultivo siempre deben de estar completamente encementados y pueden ser estanques de volumen estable o son canales de flujo rápido "race ways", los canales que van a abastecer a este sistema quedan por arriba del estanque, no es muy recomendable utilizar las tuberías de cobre ya que este material es tóxico se recomienda utilizar tubería de polivinil-carbonato (PVC).

No interesa si hay o no productividad primaria (oligotrófico), en este sistema se introducen organismos de peso y edad similar, y se tiene más control de los elementos bióticos y abióticos, hay una reducción de la superficie de cultivo y mayor densidad de siembra.

Existen más problemas de sanidad para lo que se tienen que hacer actividades extras como es; secar el estanque, desinfectar y volver a llenar, el desinfectado de los estanques se lleva a cabo mediante cal (óxido de cal apagada, carbonato de calcio cal viva). Se introduce una tonelada de cal por hectárea, se moja y después se enjuaga.

El agua presenta grandes concentraciones de oxígeno y la alimento es 100% artificial y se tiene que ajustar de acuerdo con el peso de los organismos (no la biomasa), cuando los organismos son crías se proporciona el 7% de su peso en alimento que se les administra dividido en 6 o 7 veces al día, los juveniles de iniciación comen el 5% de su peso en alimento, distribuido en 4 o 5 veces al día; los juveniles de finalización comen 3 veces al día un promedio de 3% de su peso en alimento y los reproductores comen una a dos veces

al día 2% de su peso en alimento. El manejo de los organismos es por etapas (huevo, alevín, cría, juvenil y adulto) que comprende el ciclo completo.

Generalmente en este tipo de cultivo se obtienen hasta 5 toneladas de organismos por hectárea y las cosechas por año son de 3 a 4, ya que las densidades de carga son mayores y el control de los organismos es más estricto.

Debido a todos los requerimientos de este sistema los gastos de producción son mayores con respecto a los sistemas anteriores, debido a sus características se puede cultivar trucha arcoiris.



Fig. 26 Estanque para sistema intensivo



Fig. 27 Gran densidad de carga en sistemas intensivos.

Sistema Hiperintensivo.

Son sistemas experimentales, utilizados únicamente para camarón; los estanques son completamente encementados o de polivinil-carbonato, los cuales se desinfectan perfectamente bien, la sanitización en este sistema debe de ser exhaustiva. La densidad de carga es mayor que en todos los demás, en este sistema se les da toda la alimentación rica en proteínas ya que es solo este alimento al que ellos tienen acceso.

Son espacios muy pequeños (cultivos de camarón), los ciclos de producción son muy cortos obteniéndose de 4 a 5 cosechas por año.

Para estos sistemas se necesita cultivar una especie que sea muy redituable ya que los costos de producción son mucho más elevados que en los otros sistemas.

Algunos de los requerimientos para este sistema son: La utilización de agua de excelente calidad libre de bacterias y parásitos, sistemas de filtración sofisticados con rayos ultravioleta para esterilizar el agua extraída del mar. Para los estanques se necesita colocar mallas para evitar la entrada de aves piscívoras si están al aire libre. O de preferencia construirlos bajo techo.

En la época de invierno se necesita construir invernaderos ó techar los estanques, ya que este sistema eleva la temperatura.

Literatura Consultada

Bordach JE, Rhyter JH, McLarney WO. Acuicultura. Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. México: agt, 1990.

Brone ED, Tomasso RJ. Aquaculture and water quality. USA: The World Aquaculture Society, 1991.

Cfft. Window on Aquaculture techniques world-wide. Fish farming int. 4: 4, 1977.

García-Badell JJ. Tecnología de las explotaciones piscícolas. Madrid: mundi-prensa, 1985.

García-Badell JJ. Sistemas modernos en acuicultura. Prefabricación y automatización. Monografías INIA, 21. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Madrid.1978.

Huet M. Tratado de Piscicultura, 3ª ed. Madrid: mundi-prensa, 1983.

Juárez PR, Palomo MG. Acuicultura: Bases biológicas del cultivo de organismos acuáticos. México: Continental, 1985.

Kuronuma K. New systems and new fishes for culture in the far east. FAO World Symposium on warm water pond fish. Culture. Fr: VIII-IV/R-1. 1966.

Lasch R. Aquaculture products in Germany: Main species, extent of market, distribution problems. Produits de L'aquaculture en Allemagne: principales especes, dimensions du marche et problemes de distribution piscic. Fr. 1988; 94: 34-40.

Pillay TVR. Proceedings of the world symposium on warm- water pond fish culture. 1986, Rome. FAO Fisheries report, 44, vol. 1,55. Vol. LI, 174, vol. LII, 423, vol. LV, 492. Vol. V, 511.

Pillay RVT: Aquaculture principles and practices. England: fishing news books. Ltd, 1990.

Swift RD. Aquaculture training manual. England: fishing news books. Ltd, 1988.

Soderberg WR. Flowing eater fish culture. England: Lewis publishers, 1995.

CAPÍTULO 5. MORFOLOGIA DE LOS TELEOSTEOS.

Ana Auró de Ocampo

Definición.

Son teleósteos todos los peces que poseen un esqueleto óseo.

De las especies acuáticas que se han clasificado taxonómicamente, mas del 50% corresponden a peces. Aunque no todos son teleósteos.

Clasificación de los peces.

Ciclostomos: Presentan la boca en forma circular careciendo de la mandíbula inferior.

Ejemplo: Lamprea

Elasmobranquios: están clasificados dentro de esta familia, los peces que presentan el esqueleto cartilaginoso.

Ejemplo: Tiburón, sus dientes pueden llegar a osificarse, tienen una forma hidrodinámica, sistema respiratorio externo, presentan elasmobranquias espiraladas.

Teleósteos: Peces que presentan un esqueleto totalmente osificado, aunque los huesos de éstos carecen de médula ósea.

Ejemplo:

- Trucha.
- Bagre.
- Carpa.
- Tilapia.

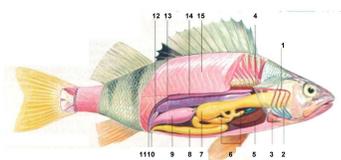


Fig. 28. Anatomía de un Teleosteo

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1. Aorta dorsal | 8. Intestinos |
| 2. Branquias | 9. Gónadas |
| 3. Corazón | 10. ano |
| 4. Vértebras | 11. Poro genital |
| 5. hígado | 12. Vejiga urinaria |
| 6. Ciegos pilóricos | 13. Vejiga natatoria |
| 7. aurícula | 14. Riñón |
| | 15. miómeros |



Fig. 29. Tilapia



Fig. 30. Trucha

Peces pulmonados.

Ejemplo: El dipnoo es un pez primitivo, el cual presenta pulmones, obteniendo el oxígeno atmosférico y no del agua como el común de los peces.

Biometría

Se denomina biometría a la medición de los diferentes parámetros externos del pez como:

* Longitud total: Se mide desde la punta del nostrilo (nariz), llevando una línea recta hasta donde termina la aleta caudal.

- * Longitud patrón: Desde el nostrilo hasta el pedúnculo caudal.
- * Altura: Para medirla se traza una línea perpendicular a la superficie de apoyo, la cual va desde la base de la aleta dorsal hasta la línea media ventral. Esta medida es la que se manipula genéticamente ya que entre más altura, mayor cantidad de carne tendrá el pez.
- * Pecho: Se mide desde la base de la aleta pectoral de un lado hasta la base de la aleta pectoral del lado opuesto.

Frente: Es la medida que va desde la comisura interna de un ojo hasta la comisura interna del ojo contrario.

Istmo: Para su medición se traza una línea paralela a la superficie de apoyo, que va desde la comisura de la boca de un lado a la comisura del lado opuesto.

Estas medidas son utilizadas tanto con fines de clasificación taxonómica como para evaluar el crecimiento.

Forma de los Peces.

Aunque la mayoría de los peces son típicamente fusiformes, existen muchos otros que por sus hábitos de nado en la columna de agua o por sus hábitos de alimentación adquieren diversas formas como:

- Fusiformes: Ahusada. Es la forma más hidrodinámica y que opone menor resistencia al agua, esta forma la presentan principalmente los salmónidos (trucha) dados sus hábitos de nadar contracorriente en su medio natural.

- Atenuados: Son los organismos que presentan una forma aplanada dorso-ventralmente como es el caso de los lenguados, son por lo general peces de fondo que soportan un gran peso de agua sobre su superficie dorsal.
- Anguiliforme: Son los organismos que presentan el cuerpo en forma lumbricoide como las anguilas y las morenas, son característicos de espacios limitados como los arrecifes.
- Truncada: Estos peces tienen el cuerpo en forma de cofre, este tipo lo presentan solamente los peces de agua marina.

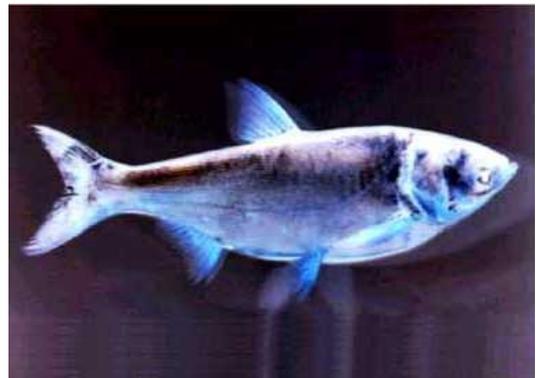


Fig. 31 Pez fusiforme

Y dentro de estas formas existen numerosas variantes.

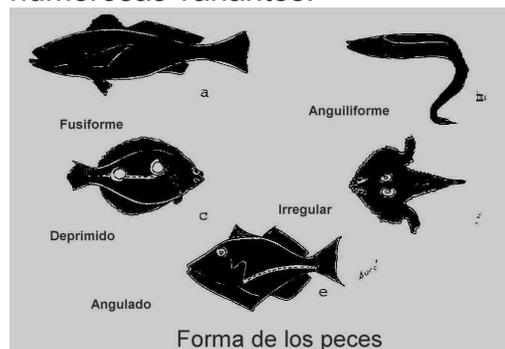
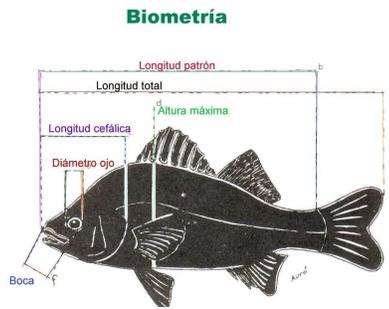


Fig. 32 Diversas formas de peces

**Fig. 33 Biometría****Piel.**

La piel de los peces tiene una función de primordial importancia para el mantenimiento de la vida, ya que se trata de una membrana semi-permeable que separa el medio externo (agua) del medio interno del pez y por tanto a través de ella se lleva a cabo una regulación osmótica, aunado a la función renal. Si el pez es de aguas dulces, el medio externo es hipotónico con respecto al interno y el agua está atravesando la piel constantemente hacia dentro del cuerpo, estos peces, consecuentemente, no beben agua y su riñón está eliminando grandes cantidades de la misma. Si el pez es de aguas saladas, el medio externo es hipertónico con respecto al interno y el agua está pasando de dentro hacia fuera, por lo que deberá consumir grandes cantidades de agua y el riñón casi no la elimina.

Se considera que las aguas salobres son isotónicas con respecto al medio interno, aunque existen muchas variaciones de concentración de sales.

Agua dulce	0 ppmil – 10 ppmil de sal.
Agua salobre	10 ppmil – 15 ppmil de sal.
Agua salada	15 ppmil – 30 ppmil de sal.

Se llaman organismos Eurihalinos aquellos que soportan amplios rangos de salinidad. Dentro de esta clasificación se encuentran los salmónidos como la trucha y los cíclidos como la tilapia. Aunque actualmente, se está tratando de adaptar otras especies como los ciprínidos a las aguas saladas o salobres para poder aprovecharlas. Los organismos Estenohalinos son los que soportan estrechos rangos de salinidad. Otra función importante de la piel es la protección contra cambios bruscos de temperatura, como los peces son exotermogénicos, la temperatura corporal es, con muy ligeras variantes, la misma que la del medio acuático, cuando estas temperaturas suben o bajan peligrosamente, la piel funciona como una membrana aislante. Los peces se clasifican en Euritéricos cuando soportan amplios rangos de temperatura y Estenotéricos cuando, por el contrario, solo pueden sobrevivir en un limitado rango de temperatura.

La piel, constituye la primera barrera de defensa primaria contra: organismos patógenos, no solamente atrapándolos gracias a la glucoproteína que secretan las células calciformes sino también en la epidermis se encuentran anticuerpos inespecíficos.

La misma glucoproteína es un material de deslizamiento que ayuda al pez a oponer menor resistencia a la contracorriente.

La piel de los peces es muy semejante a la de los mamíferos terrestres excepto en que, las capas más superficiales de la epidermis no mueren (no sé queratinizan); además en este sustrato se encuentran células productoras de moco (glucoproteína).

Insertadas desde la dermis en un ángulo extremadamente agudo y en disposición terciada, se encuentran (aunque no en todos los peces) unas estructuras calcificadas, con cierta elasticidad y por lo general nacaradas llamadas escamas, que proveen al pez de una protección extra contra materiales agudos o filosos.

La piel de los peces carece de glándulas sudoríparas y de folículos pilosos.

Escamas.

La escama es una estructura que puede ser redondeada, cuadrada o espinosa, que posee una matriz colágena en la que de manera periódica y continua, hay deposición de sales cálcicas como calcitas y apatitas. Esta deposición periódica es cíclica en muchos peces (escamas cicloides) y les da apariencia de estar formadas por círculos concéntricos. La cuantificación de estos ayuda a determinar la edad del organismo.

Las escamas se clasifican en placoides y no placoides, las primeras, también llamadas dentículos dermales poseen forma de una placa basal y en el centro emerge un dentículo central cubierto por esmalte (vitrodentina). Por debajo se tiene una capa de dentina, la que posee una cavidad pulpar de donde parten finos conductos tubulares. Las escamas no placoides se clasifican en: a) ganoides (escamas primitivas) muy gruesas y duras como en el esturión. Reciben su nombre debido a que en vez de dentina poseen un recubrimiento de marfil denominado ganoina. Le sigue una capa de cosmina y otra de laminillas óseas. Estas escamas crecen no solamente por sus bordes sino desde abajo y en la superficie. b) escamas cicloides, son las que recubren el cuerpo de la mayor parte de los

teleosteos actuales, tienen forma de una lámina circular, son delgadas y translúcidas y carecen de la capa de esmalte y dentina. La superficie exterior posee bordes óseos, en tanto que la interna está formada por placas de tejido conjuntivo fibroso. c). Escamas ctenoides, el borde libre es dentado en forma de peine. Están provistas de espinas y son de gran protección sobre todo para los peces que viven en áreas donde existen muchos depredadores.

En la dermis se encuentran todas las estructuras que se observan en los mamíferos como vasos sanguíneos, fibras nerviosas, glándulas sebáceas, y además los cromatóforos.

Los cromatóforos son células que dan coloración a la piel del pez. Estos se dividen en: xantóforos o células amarillas, el pigmento que las tiñe es una grasa y debe ser consumida por el pez (exógeno); los eritróforos o células rojas que tiñen la piel junto con los xantóforos en tonos de rosa a anaranjado y rojo, el pigmento que poseen también es exógeno y es un caroteno; Los iridocitos son cromatocitos que dan tonalidades metálicas plateadas y doradas a partir de guanina, cuando es administrada en el alimento. Y por último los melanóforos que son teñidos por melanina (endógeno) y cuyo metabolismo está determinado por la hipófisis intermedia. Estas células son de una importancia primordial para los peces ya que tiñen de tonalidades pardas a negras y protegen al pez de la luz solar evitándole ser quemado. Además su capacidad de movimiento es tal que pueden desplazarse a lugares sujetos a irritación para disminuirla o bien incluso formar imágenes especiales como los ocelos

o falsos ojos que son un mecanismo de protección contra los depredadores. El movimiento de estas células está neurológicamente regulado y comunicado directamente con la función ocular, gracias a la percepción de la luz por las células fotorreceptoras de la retina como se explicará mas adelante en el tema correspondiente a ojo. Los tonos azules también se deben a la melanina cuando los melanóforos se encuentran en sustratos más profundos, ya que los rayos solares deberán atravesar capas dérmicas de color amarillento (debido a los lípidos) y ello, aunado al color negro de la melanina produce tonalidades azules.

Las rayas y puntos en los peces son mecanismos de protección ya que con ellas se mimetizan al medio ambiente.

El sufijo fore = móvil significa que estas células se mueven de lugar o modifican su forma de manera ameboide para cubrir zonas especiales en momentos determinados como pueden ser aquellos en los que se hallan en peligro.

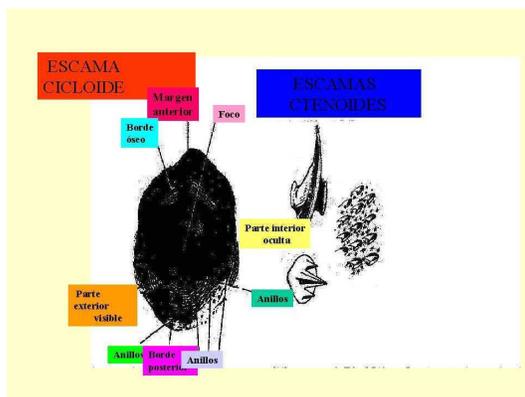


Fig. 34 tipos de escama

Aletas.

Las aletas son apéndices cutáneos que poseen un aparato de sostén constituido por los rayos y las espinas

óseas, con lo cual adquieren resistencia pero no pierden elasticidad, ya que ésta es indispensable para llevar acabo todos los movimientos durante su desplazamiento. Los rayos son estructuras cartilaginosas formadas por dos placas laterales unidas por el centro (biseriales), mientras que las espinas son óseas y monoseriales. La mayoría de los peces tienen un patrón general en número y posición de las aletas como es el siguiente:

Aletas pectorales	2
Aleta ventral	1 o 2
Aleta anal	1 o 2
Aleta caudal	1
Aleta dorsal	1

Los salmónidos y otros peces de aguas frías poseen una estructura adiposa en ubicación posterior a la aleta dorsal que se denomina aleta adiposa y que les sirve como un reservorio de grasa, sin embargo, por definición no es realmente una aleta.

La colocación, número y tamaño de las aletas depende de la especie. En algunos peces (condroíctios o peces cartilaginosos) la aleta anal está modificada para formar un tubo en los machos que tiene la función de pene, ya que copulan directamente.

Estas aletas tienen la función de ser timones para los peces.

Forma de las aletas caudales.

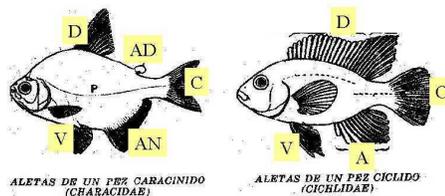
- ❖ Aletas difercas, aquellas constituidas por dos lóbulos iguales, separados por la columna vertebral, (dorsal y ventral) tienen formas distintas.
- ❖ Aletas homocercas, formadas por dos lóbulos iguales o casi iguales, que no tienen ninguna

prolongación de la columna vertebral.

- ❖ Aletas heterocercas, aquellas cuyo lóbulo superior es diferente al inferior (por lo general mucho más grande este último).

En algunos casos, la aleta afecta la forma de una hoz (aleta falcada o falciforme), o sea alargada, angosta y con los primeros rayos más largos que los últimos.

Se llama aleta ahorquillada cuando el contorno posterior tiene forma de media luna.



Tipos de aletas

Fig. 35. Tipos de aletas

En la cabeza del pez y cubriendo el aparato branquial, se encuentra una estructura de tipo escamoide aunque más grande y perfectamente insertada por medio de músculos al sistema esquelético, denominada opérculo. Este está constituido por 4 huesos planos perfectamente móviles gracias a las diartrosis. Su función es indirectamente oxigenadora de la sangre y hemodinámica, ya que su apertura y cierre determinan el flujo del agua oxigenada a través de las branquias a las que llegan las arterias aferentes con sangre venosa que es oxigenada por intercambio gaseoso con el agua y la presión mecánica que

ejerce el opérculo sobre las arterias branquiales eferentes, con cada cierre del mismo empuja la sangre oxigenada al resto del organismo, ya que el corazón no ejerce esta función.



Fig. 36 Opérculo

Sistema Muscular.

El sistema muscular está conformado principalmente de músculo estriado que, de acuerdo con su irrigación se clasifica en:

Rojo: Esta parte del músculo se encuentra muy irrigado, es el más superficial y se utiliza para los movimientos continuos.

Rosa: Esta parte del músculo se encuentra medianamente irrigada, se halla colocada en posición media y funciona tanto para movimientos bruscos como para aquellos continuos.

Blanco: Es muy elemental la irrigación en esta porción de la musculatura. Este se utiliza para movimientos sorpresivos, de muy corta duración,

como para alejarse de los depredadores.

El sistema muscular en peces esta dispuesto en forma de miómeros o haces musculares que se colocan en paquetes o miotomos, y se disponen a lo largo en forma de acordeón.

El paquete de miotomos del que depende el desplazamiento se encuentra localizados en la zona pélvica y peduncular (cola), éstos impulsan al pez. Los 4 miotomos están dispuestos longitudinalmente siguiendo el eje mayor del organismo, y están separados por dos ejes, el vertical que separa a los miotomos en dos derechos y dos izquierdos y el horizontal que divide a los miotomos en dos epiaxiales y dos hipoaxiales.

La contracción de un miotomo paralelamente con la relajación del contrario de manera rítmica da por resultado un desplazamiento hacia adelante, la contracción de un miotomo paralelamente con el opuesto resulta en un desplazamiento hacia arriba y adelante o hacia abajo y adelante.

No hay que olvidar que el pez nunca se desplaza en línea recta, sino siempre va a ser en un zigzag, ya que tiene que ser primero de un lado y después del otro, aunque no sea aparente. La aleta caudal da dirección al desplazamiento y las aletas pectorales elevan o bajan al pez en el mismo lugar si no hay desplazamiento miotomal o hacia adelante si lo hay. Las aletas se mueven gracias a la presencia de los músculos abductores y aductores de las aletas.



Fig. 37 Contracción muscular para el desplazamiento

Además de estos músculos, existe un sinnúmero de ellos que funcionan para abrir y cerrar la boca, abrir y cerrar los opérculos, abrir y cerrar los esfínteres, etc.

Sistema esquelético.

El hueso de los peces es compacto, carece de médula ósea y por lo tanto de función hemopoyética.

La función principal del esqueleto es dar sostén al cuerpo e indirectamente proporcionar movimiento (inserción de músculos).

El número de huesos en los peces varía, según la especie.

El esqueleto del pez se divide en 3 partes principales:

- Calavera o esqueleto de la cabeza.
- Cinturón torácico.
- Cinturón pélvico.

En el esqueleto de la cabeza ningún hueso está soldado (no forman sínfisis). Está constituido aproximadamente por 72 huesos.

El cinturón torácico forma la cavidad principal del cuerpo, está constituido por las apófisis transversales de las vértebras cervicales, torácicas y abdominales que se continúan a manera de

costillas, en ellas se articulan por aposición, la base de las espinas y radios aletales, para que de este modo se muevan libremente, mediante la contracción de los músculos aletales.

El cinturón pélvico está formado por la prolongación de las apófisis transversas de las vértebras lumbares y caudales que se articulan por aposición con los radios y las espinas de las aletas pélvica y caudal.

Mecanoreceptores.

Línea lateral:

Es un cordón nervioso, constituido por un paquete de fibras que, emergiendo de la médula ósea, finalizan en terminaciones nerviosas a nivel de la epidermis. Se puede observar en algunos peces como una fina línea en ambos costados del cuerpo, en ocasiones de manera continua y otras veces interrumpida. La dirección puede ser recta, cóncava o convexa o bien mixta dependiendo de la especie. Cada terminación nerviosa está constituida por una estructura denominada cúpula que es rodeada por un círculo basal de células epiteliales, de cada cúpula sale una fibra nerviosa que se une a las de las otras para formar un cordón y este a su vez se une con la medula espinal vía nervio aferente.

La línea lateral sitúa al pez conforme a su alrededor ya que en el agua se generan ondas de acuerdo con los objetos que se encuentran en ella, y con los movimientos de los animales y del aire. Si el pez está cerca de alguna roca o algún depredador se acerca, inmediatamente el pez capta los movimientos del agua en las cúpulas y la información le es enviada a la médula de donde vía sistema nervioso periférico se regresa la respuesta en movimiento para su alejamiento.

Existen diferentes tipos de líneas laterales.

Completa y convexa, hacia arriba

Completa y convexa, hacia abajo

Recta.

Interrumpida y convexa hacia arriba

Incompleta y corta.

Completa y ligeramente convexa

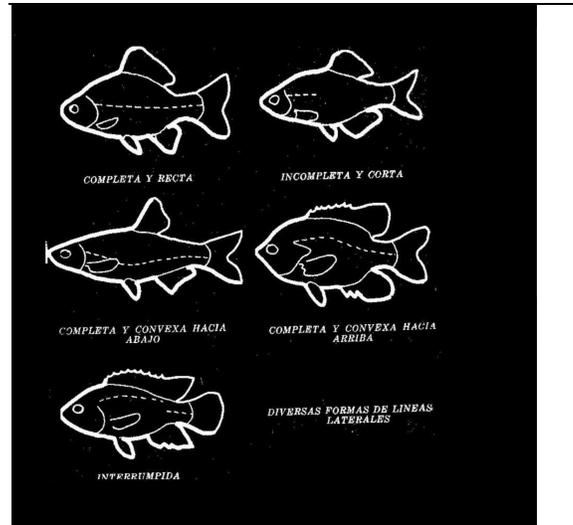


Fig. 38 Tipos de líneas laterales

Vejiga Natatoria:

Por debajo de la columna vertebral se observa una estructura fusiforme simple o doble, de color blanco o ligeramente amarilla nacarada llamada vejiga natatoria. En las carpas esta estructura está dividida en dos partes; en algunos peces puede tener conexión con el esófago y en otros está completamente sellada. A esto se debe que existan peces fisóscitos (con vejiga natatoria cerrada) y peces fisóstomos (con vejiga natatoria abierta).

Su función es múltiple, ya que actúa como sonar donde se amplifican los sonidos sobre todo del golpe de ondas acuáticas y así el pez puede reconocer el peligro aún sin verlo; posee una función hidrostática, ya que determina la posición normal del pez

en decúbito abdominal. Para que la vejiga natatoria pueda mantener al pez en posición normal, es necesario que el centro de gravedad del pez se encuentre debajo de aquella. Los peces que poseen un centro de gravedad arriba de la vejiga, deben recurrir a maniobras con las aletas pectorales para mantener la posición; otra función de la vejiga natatoria es auxiliar en la locomoción, para ascender o descender, a cuyos efectos aumenta o disminuye el volumen del órgano. También actúa como auxiliar en la respiración, en cuyo caso el pez puede seguir respirando aún cuando por desecación del agua en que vive, no funcionen las branquias. Y por último, la vejiga natatoria también emite sonidos aunque de frecuencias bajas. El contenido de la vejiga natatoria es una mezcla de gases (nitrógeno, oxígeno y bióxido de carbono) que le llega por intercambio gaseoso, a través de las paredes vasculares que irrigan a la pared.

Tipos de vejigas:

- Monolobuladas abiertas.
- Monolobuladas cerradas.
- Bilobuladas abiertas.
- Bilobuladas cerradas.

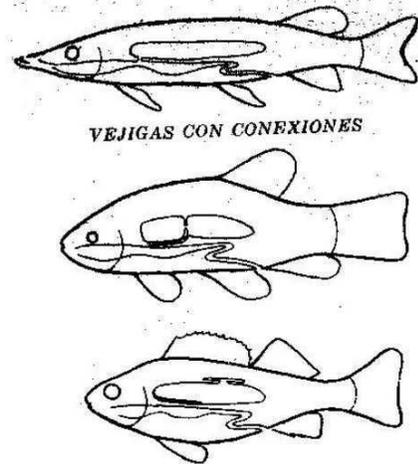


Fig. 39 Tipos de vejiga natatoria

Quimiorreceptores.

- ~ Barbas o barbillas nasales.
- ◇ Bigotes o barbillas labiales.
- ◇ Barbillas rostrales.
- ◇ Barbillas maxilares.
- ◇ Barbillas mandibulares.

Los peces que presentan quimiorreceptores son aquellos que no requieren la vista para encontrar el alimento con facilidad, detectar presas y saber si el ambiente está contaminado. Un ejemplo de ellos son los ciprínidos, ya que sus hábitos de alimentación son en el fondo del embalse, lugar donde en muchas ocasiones la visibilidad es nula. En la punta de estas estructuras existen también terminaciones nerviosas que son conectadas al sistema nervioso central vía ramales del nervio olfatorio o del nervio hipogloso.

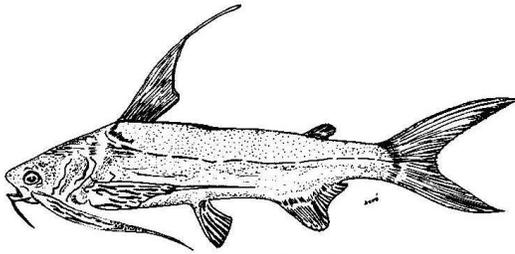


Fig. 40 Barbas y barbillas

Sistema Digestivo.

Boca.

La boca de los teleósteos puede presentar o no dientes, dependiendo de sus hábitos alimenticios. Si se encuentran, pueden clasificarse de acuerdo con su forma:

- ~ Incisiformes: semejantes a los incisivos de los mamíferos, o sea con un borde libre cortante.
- ~ Caniniformes: En forma de caninos, o sea cónico y terminando en punta, por lo general arqueados hacia atrás.
- ~ Cardiformes: Fuertes y cónicos, distribuidos como los granos de una espiga.
- ~ Molariformes: similares a un molar.

En algunas especies se pueden presentar dientes faríngeos que sirven a los peces de hábitos herbívoros para moler vegetales (macrofitas).

Después se encuentran las branquiespinas (no son dientes), se encuentran a nivel de los arcos branquiales a manera de espinas. Estas estructuras tienen como función moler o desgarrar a los vegetales ayudando a la formación de bolos, y algunas veces actúan como filtros.

Los peces carecen de glándulas salivales, aún cuando algunos teleósteos poseen células glandulares

en la mucosa bucal, que segregan un líquido parecido a la saliva.

Lengua.

Algunas especies tienen lengua otras no, esta estructura no tiene movilidad o es muy limitada, ya que los organismos degluten el alimento, y otros organismos presentan papilas gustativas.

Los peces pueden deglutir bolos mucho mayores que el diámetro de la faringe gracias a que sus huesos no están soldados.

Esófago.

En los peces, el esófago es corto, y éste desemboca en el estómago cuando los peces son gástricos (poseen estómago), o se continúa directamente con el duodeno, si son agástricos.

Estómago.

Es un saco de diferentes formas dependiendo de sus hábitos alimenticios. Algunos peces como los ciprínidos carecen de estómago.

Herbívoro: El estómago, cuando lo presentan es una estructura muscular muy potente (molleja) para moler completamente la fibra del vegetal.

Carnívoros : Presentan un estómago distensible, constituido por dos partes principales, la glandular y la porción aglandular. Secreta HCl para el inicio de la digestión.

Intestino delgado y grueso.

En los peces carnívoros siempre hay estómago y algunos presentan ciegos pilóricos que son como apéndices digitiformes para aumentar la superficie de absorción de nutrientes.

No existe una frontera real entre intestino delgado y grueso, de hecho se continúan sin diferenciación. El

intestino termina en un recto que abre al exterior en la línea media ventral a nivel precaudal en un ano.

En los peces herbívoros, el intestino delgado como el grueso, es muy largo para mayor absorción. Tampoco existe una línea de diferenciación entre ambos y como en los carnívoros el intestino termina en un ano separado del poro genitourinario, excepto en los selacios que poseen una cloaca a la que desembocan tanto el ano como el poro urogenital.

Hígado y Páncreas.

El hígado, en alguna literatura es señalado como hepatopancreas, aunque en realidad, las estructuras histológicas de ambas glándulas son diferentes pero durante el desarrollo embriológico, parte del páncreas se queda dentro del hígado, por lo que algunos autores lo consideraron como una sola glándula mixta. También existen varios nódulos de tejido pancreático en ubicaciones variadas, pero principalmente entre las circunvoluciones intestinales. Los islotes pancreáticos presentan secreción endocrina (producción de insulina por las células alfa y beta de los islotes de Langerhans), algunas especies disponen de un islote particularmente desarrollado llamado Cuerpo de Brockman y secreción exocrina (enzimas proteolíticas) que es vertida al intestino para la hidrólisis de las proteínas del bolo alimenticio. El sistema biliar difiere de los mamíferos en que los canalículos biliares intracelulares se anastomosan al azar para formar los conductos biliares, éstos se fusionan y eventualmente dan lugar a la vesícula biliar.

Vesícula biliar.

Al igual que en otras especies como mamíferos terrestres, la vesícula biliar es un receptáculo de fluidos constituidos por sales biliares (bilirrubina y biliverdina) cuya principal función es la de saponificar a las grasas del quimo para una absorción apropiada de ácidos grasos. En algunas especies el conducto biliar desemboca directamente en el intestino, y en otras especies existe un conducto cístico y un colédoco.

El hígado carece de sistema retículo endotelial, pero posee centros melanomacrófagos y tejido hematopoyético que está dispuesto en mayor o menor cantidad alrededor de los principales vasos hepáticos. Y su estructura histológica no es lobulillar como en otras especies.

Sistema urogenital.

▪ Riñón.

El riñón esta localizado extra-peritonealmente por debajo de la columna vertebral a nivel torácico, posee forma de banda o listón y es una sola estructura (en el desarrollo embriológico los mesonefros de ambos lados se soldaron y constituyen un solo órgano, sin embargo, histológicamente está formado por dos porciones, una anterior (riñón hemopoyético), que posee también tejido renal de excreción, pero cuya principal función es la formación de eritrocitos y leucocitos de la serie granulocítica y otra posterior que tiene exclusivamente función excretora.

En el riñón posterior se encuentra una estructura histológica denominada Corpúsculo de Stannius, que es un cuerpo endocrino blanquecino, generalmente par, formado por células secretoras muy grandes, cuya función aún está en entredicho, aunque probablemente

intervenga en los procesos de osmorregulación y en el metabolismo del calcio.

El riñón se comunica directamente con la uretra, del mismo mesonefros se forman las gónadas tanto masculinas como femeninas, que en ambos casos son dos. Anatómicamente están muy pegadas al riñón, tienen un mismo órgano excretor (uréter) y sé continua con el poro genital que esta cerca del ano o la cloaca.

Sistema Endocrino.

El sistema endocrino en peces es similar al de mamíferos; histológicamente también es similar, aunque una diferencia importante es la distribución anatómica difusa de los folículos, ya que en vez de estar agrupados dentro de una cápsula se encuentran distribuidos por todo el tejido conjuntivo de la faringe. Con algunas diferencias en cuanto a la terminología empleada y con respecto a la ubicación.

Las glándulas ultimobranquiales, son cordones de células poligonales ubicadas en la región ventral del esófago y en realidad corresponden a la paratiroides; funciona regulando el metabolismo de calcio así como equilibrando su absorción en el hueso.

La tiroides, como en los mamíferos terrestres se encuentra en la región cervical y regula el metabolismo basal. El timo es una glándula temporal, que involuciona para dar lugar a la maduración sexual del pez.

La hipófisis, ubicada en la silla turca de la base del cráneo, está constituida también por una neurohipófisis y una hipófisis posterior que regula las funciones de crecimiento del pez, entre ambas se encuentra la hipófisis intermedia, encargada del metabolismo de la melanina. Las

hormonas que produce la glándula pituitaria se dividen en dos grupos unas que estimulan la actividad de otras glándulas endocrinas como la tiroides, gónadas y suprarrenales y otras que actúan sobre los procesos fisiológicos tales como la actividad de los melanóforos dérmicos y la osmorregulación.

Pseudobranquia y plexos coroideos.

La pseudobranquia no se encuentra en todos los teleosteos, pero cuando está presente posee una estructura roja análoga a una branquia, derivada del primer par branquial, se compone de capilares sanguíneos sostenidos por cartílago y tiene una conexión vascular directa con la coroides del ojo, se supone que poseen un papel endocrino y de regulación así como de hiperoxigenación de la sangre que irriga la retina.

También al final de la médula espinal, dentro del canal medular se encuentra la glándula urohipófisis, cuya función es endocrino-secretora. Está constituida por grandes axones neurosecretores que se extienden desde la médula, semejantes a los hipotalámicos. Esta glándula también se encuentra en los tiburones.

La glándula pineal de los teleosteos es un órgano fotosensible que contiene células fotorreceptoras similares a aquellas de la retina. Esta envía la información sobre los fotoperiodos al cerebro por vía de los patrones nerviosos y la liberación de indoleaminas, primariamente la melatonina, en la circulación. Las células fotorreceptoras responden a cambios en el ambiente, iluminación con una gradual modulación de la neurotransmisión a las neuronas de segundo orden que inervan varios centros nerviosos y por modulación de la síntesis de indoleamina. La

melatonina es producida rítmicamente y la síntesis de melatonina puede regularse ya sea directamente por el fotoperíodo ambiental o por un oscilador circadiano endógeno. Durante condiciones naturales, la melatonina es producida en altos niveles durante la noche. Aunque la glándula pineal influye indudablemente sobre una gran variedad de parámetros fisiológicos, su remoción y/o la administración de indoleaminas exógenas y su efecto fisiológico no es claro. El efecto de cualquier interferencia con las funciones de la glándula pineal parece variar con la época del año y con regímenes termales experimentales. Hay una fuerte indicación de que la glándula pineal es un componente del sistema nervioso central que constituye el sistema de respuesta a los fotoperíodos del animal. Por ejemplo, el sistema que es responsable de corregir el tiempo de los ritmos fisiológicos diarios y estacionales. Este órgano interactúa con otras estructuras fotosensibles como la retina y posiblemente fotorreceptores extrarretinianos no pineales y los generadores del ritmo circadiano.

El tejido cromafínico se encuentra adentro del riñón y su función es similar al de la glándula suprarrenal, puede encontrarse acompañando a los ganglios linfáticos en agrupaciones situadas entre el riñón anterior y la columna vertebral o en íntimo contacto con el tejido interrenal dentro del riñón anterior. Segrega sustancias simpaticomiméticas como la adrenalina y epinefrina, asociadas a una respuesta inmediata al estrés.

Las gónadas, además de sus obvias funciones de gametogénesis segregan hormonas cuya producción

está regulada por la secreción de gonadotropinas elaboradas por la hipófisis. Los estrógenos y andrógenos son responsables del espesamiento del tegumento, variaciones de color y cambios en la región urogenital.

Sistema Nervioso.

El sistema nervioso en peces no es muy desarrollado, está formado por un sistema nervioso central y un sistema nervioso periférico. El primero, conformado por el prosencéfalo, o cerebro anterior presenta los centros olfatorios, y regula ciertos aspectos de la visión de los colores, la memoria, la reproducción y el comportamiento alimentario del pez. El bulbo olfatorio en el nostrilo del pez se encuentra directamente conectado con el telencéfalo a través del tracto olfatorio.

El Diencefalo es donde se encuentran el epítalamo, tálamo e hipotálamo. El primero está constituido por la glándula pineal y por el núcleo habenular que coordina los impulsos desde el telencéfalo hasta el tálamo. El tálamo funciona como centro coordinador de los estímulos sensoriales recibidos tales como la degustación y la olfacción. El hipotálamo coordina los estímulos del cerebro anterior e impulsos de la línea lateral.

El mesencéfalo se divide anatómicamente en el tectum óptico y el tegmentum. La calota es la estructura de mayor tamaño y está formada por dos estructuras globulares llamados cuerpos cuadrigéminos, su función consiste en recibir y coordinar los estímulos procedentes de los nervios ópticos que alcanzan la calota después de haberse cruzado a nivel del quiasma de los nervios ópticos.

El cerebelo o telencéfalo interviene en la recepción y coordinación de estímulos propioceptivos del equilibrio.

Posee dos partes, la basal que recibe estímulos procedentes del aparato vestibular y de la línea lateral y otra dorsal que recibe estímulos propioceptivos de las extremidades a través de la médula espinal.

- **Medula espinal:**

Se extiende a través de todo el canal medular pero al final termina en una multirramificación. De ella emergen los nervios eferentes que van a ir a terminar en músculo, piel y otros órganos y a ella llegan las fibras nerviosas aferentes provenientes de las terminaciones nerviosas.

Aparato Respiratorio

El aparato respiratorio de los peces está constituido por la boca, y las branquias, ya que se requiere de una apertura y cierre intercalados entre la boca y opérculo para que se cree una presión negativa que permita el paso del agua (con oxígeno) a la faringe y de ahí una presión positiva para que esa agua salga a través de las branquias y a su paso por ahí, se oxigena la sangre que llega a éstas vía arterias branquiales aferentes. El opérculo se cierra nuevamente presionando mecánicamente las arterias branquiales eferentes (con sangre oxigenada) para enviar la sangre al resto del organismo.

Branquias.

Su estructura es similar a peines; existen dos arcos branquiales de cada lado, cada uno formado por dos hemibranquias, de tal manera que hay 4 hemibranquias por lado. La matriz de cada una es de tejido cartilaginoso, rodeado por tejido conjuntivo que forma el eje de cada lamela branquial primaria, cada eje está revestido de un monoestrato epitelial, a su vez, de cada lamela primaria emergen

numerosas lamelas secundarias, cuya función es aumentar la superficie de intercambio gaseoso. Los vasos sanguíneos aferentes y eferentes se encuentran colocados en la matriz conjuntivo-cartilaginosa.

Las branquias no solo tienen función respiratoria, sino que intervienen también en el equilibrio osmótico ya que absorben agua (con electrolitos).

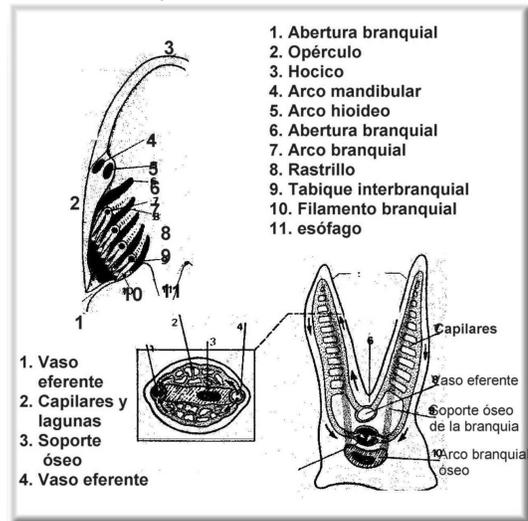


Fig. 41 Branquias

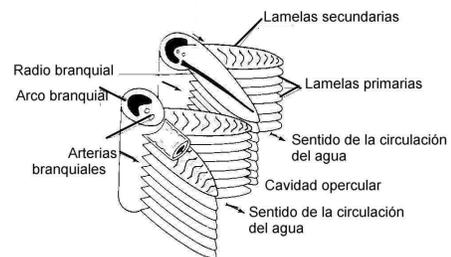


Diagrama de las branquias

Fig. 42 Diagrama de circulación del agua por las branquias

Aparato Circulatorio.

El aparato circulatorio de los teleosteos es simple y cerrado, lo que significa que por el corazón solamente atraviesa sangre venosa y cerrado

porque termina en capilares arteriales que se continúan con los capilares venosos, sin interrupción.

El corazón de los teleosteos recibe sangre no oxigenada por vía venas hepáticas. El corazón esta localizado en la parte posteroinferior de la cabeza, atrás de las branquias, separado de la cavidad principal del cuerpo por una membrana fibroserosa. Está compuesto por un ventrículo, una aurícula simple y un bulbo arterioso. Es extremadamente pequeño, por lo que el equilibrio hemodinámico entre el corazón que envía la sangre a las branquias y el opérculo que envía la sangre al cuerpo es muy lábil. Esta es la causa de que cualquier proceso patológico que reste energía al pez influya sobre la presión hidrostática que ejerce el corazón y que pueda haber estasis sanguínea precardiaca que conduzca a extravasación de líquidos.

Además existe una circulación linfática que recoge la linfa de todo el organismo por un sistema de vasos y senos, y que drena hacia el caudal sanguíneo.

La sangre de los teleosteos está constituida por eritrocitos nucleados, de forma oval, que miden aproximadamente 6 a 36 μ , el número de glóbulos rojos varía dependiendo de la especie entre 20,000 y 3,000,000. Las células blancas, formadas en parte en el riñón (granulocitos) y en parte en el bazo (linfocitos), son: linfocitos grandes y pequeños y heterófilos (células anofílicas que ocasionalmente se tiñen con pigmentos básicos y la mayor parte de las ocasiones con pigmentos ácidos. Estos pueden oscilar entre 20,000 y 150,000.

El núcleo tetrapirrólico de los eritrocitos también está constituido por

fierro. Aunque existen algunos peces de aguas árticas que carecen de eritrocitos y el oxígeno circula disuelto en el medio líquido sin necesidad de células.

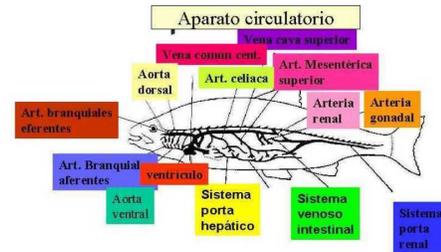


Fig. 43 Aparato circulatorio del teleosteo

Organos de los Sentidos

Ojo:

Los peces carecen de párpados, salvo en los selacios que poseen además de los dos normales, un tercer párpado denominado membrana nictitante.

Los teleosteos tienen una visión monocular, dado que los ojos se hallan colocados a los lados de la cabeza, como los nervios ópticos se cruzan en el quiasma, los objetos que están al lado derecho los ven del lado izquierdo y viceversa. Dado que el pez ve los objetos con un cierto desplazamiento, tiene sentido de perspectiva. Sin embargo existe un pequeño campo de visión doble, con sentido de perspectiva que el pez puede aprovechar girando la cabeza. El campo visual es muy amplio (estereoscópico), distinguen colores y su campo visual es de 180° y en otras especies puede llegar a ser de 360°.

Estructura del ojo: El ojo de los teleosteos es muy semejante al de los mamíferos terrestres, el globo ocular está deprimido antero-posteriormente

de tal manera que las imágenes de objetos que se encuentran inmediatamente enfrente del ojo y cerca, se forman detrás de la retina (hipermetropía). Pero dado que el cristalino no es un lente biconvexo sino una esfera, da lugar a varios focos por lo que la imagen de objetos que se encuentran a los lados del pez pero cerca, también pasan a través del cristalino y se forman en la retina. Otra característica del ojo de los teleosteos es que no existe una zínula muscular que alargue o acorte el cristalino, pero existe un músculo retractor lentis que jala el cristalino hacia atrás si requiere ver mas lejos.

La cámara anterior (donde se encuentra el humor acuoso) está protegida externamente por la córnea transparente (la cual no está irrigada) y, cubriendo a ésta se encuentra la conjuntiva ocular. La densidad óptica del humor acuoso debe ser idéntica a la del agua para que el pez pueda ver. En el caso de peces como el *Tetraoptis* sp. La mitad inferior de la cámara anterior está dividida por un tabique de la superior, y la densidad óptica del humor acuoso en la porción superior es igual a la del aire y la de la porción inferior, a la del agua.

Cuando existe el estímulo luz, ésta incide sobre las células fotorreceptoras de la retina y de ahí, la información presencia de luz sale a los centros de la visión en el mesencéfalo por vía de los nervios ópticos. Dicha información es codificada en dichos centros y sale por vía medular a nervios eferentes cuyas terminaciones se encuentran en células melanofóricas de la piel, éstas entonces se contraen para aclarar al pez y tratar de mimetizarlo con un medio ambiente claro para que no haga contraste con el mismo y sea objeto de predación. En el caso de

ausencia de luz, las células melanofóricas vuelven a relajarse y oscurecen al pez para mimetizarlo con un medio ambiente oscuro. Este control fotoneurológico es un medio de protección para el pez.

Esta es la causa de que los peces enfermos que se encuentran débiles se oscurezcan, ya que como se dijo anteriormente, el corazón se debilita y es incapaz de bombear toda la sangre que le llega produciéndose vasodilatación precardiaca y el líquido se extravasa, los lugares donde primeramente se acumula ese suero son las cavidades naturales (cavidad principal del cuerpo y cavidad retrobulbar). Cuando esto sucede en la cavidad retrobulbar, el suero presiona al nervio óptico e impide el paso del estímulo luz hacia el encéfalo, produciéndose entonces la relajación de las células melanofóricas y consecuentemente el oscurecimiento del pez.

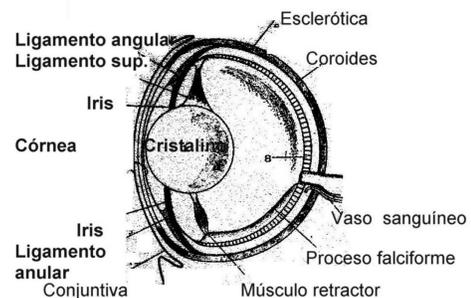


Fig. 44 Ojo del teleosteo

Oído.

Los peces no son, por lo general, sordos, si bien carecen de oído externo y medio.

El oído interno está constituido por un aparato de resonancia formado

el utrículo, el canal vertical posterior, el canal horizontal, la lagena y el sáculo. Los otolitos (matrices colágenas calcificadas) se encuentran dentro de esas estructuras y vibran con el golpe del agua en el exterior éste se amplifica gracias a los canales vertical y horizontal. El nervio auditivo interno recoge entonces esa información y la envía al encéfalo donde es codificada, de ésta forma y auxiliado por la vejiga natatoria y por la línea lateral, el pez es capaz de escapar del peligro de predadores. Los otolitos son tres: Lapillus, en el utrículo; Sagitta en el sáculo y Asteriscus en la lagena. Los otolitos también presionan sobre los neuromastos (terminaciones nerviosas) cuando el cuerpo del pez se aparta de su posición normal con respecto a la fuerza de gravedad. El otolito del utrículo El Lapillus descansa sobre las prolongaciones pilíferas y activa a ellas bajo la acción de la gravedad. Combinada esta acción con la información suministrada por los dos ojos, se consigue que el pez se mantenga en posición normal.

Los peces son mudos, pero en determinadas circunstancias emiten sonidos, sin embargo éstos provienen del frote de los dientes o de la vejiga natatoria. Recientemente se ha demostrado que los peces pueden emitir sonidos de frecuencias que están mas allá de la gama que puede percibir el ser humano (16 Hz-16 kHz.).

Olfato:

El sentido del olfato está sumamente desarrollado en los peces y permite localizar a los alimentos y a los enemigos mejor que la vista. Consta de dos ventanas nasales colocadas en el nostrilo (parte anterior de la cabeza). Terminan en un fondo de saco

(Narinas) excepto en los Dipnoos o peces pulmonados en que se comunican con el paladar. Los peces que van en cardúmen secretan una sustancia olorosa que permite orientarlos y mantenerlos juntos.

Gusto:

El sentido del gusto está muy desarrollado gracias a la presencia de células en forma de vaso, esparcidas en todo el cuerpo, en especial en los labios, la cavidad bucal y algunas barbillas.

Bibliografía Consultada

- Langdon-JS, Humphrey JD. (ED); Langdon-js comparative anatomy and histology of teleost fish. Diseases of Australian fish and shellfish. Proceedings of the first Australian workshop on diseases of fish and shellfish held at Benella, Victoria, may 27-30, 1985. 1986, 23-37; library:
- Ekstroem P, Meissl H. The pineal organ of teleost fishes. Fish-biol.-fish. 1997; 7: 199-284
- Smith IS. Digestive functions in teleost fishes. Fish-nutrition 2ª ed. Halver: JE. 1989.
- Lagler FK, Bardach EJ, Miller RR. Ictiología. México: agt, 1977.
- Roberts JR. Patología de los peces. Madrid: Mundi-prensa, 1981.

CAPÍTULO 6.

CULTIVO DE LA TRUCHA (TRUTICULTURA)

Ana Auró de Ocampo

Maribel García Ramos

El cultivo de la trucha es denominado truticultura o truchicultura al castellanizarse.

Definición

La truticultura es el cultivo racional de las especies del género *Oncorhynchus* sp.

Historia:

Los inicios del cultivo de este organismo se remontan a 1817. Durante 20 años solamente fue engordada en aguas marinas y los países que se dedicaban a esta actividad fueron Estados Unidos, Francia, Noruega y Finlandia.

Alemania fue el primer país que empezó a cultivarla tanto en agua marina como en agua salada.

Estados Unidos tenía los organismos en forma natural debido a que contaba con las características físicas apropiadas en numerosos de sus embalses.

Con la tecnología bien estandarizada la Trucha se empezó a cultivar en el Continente Americano desde Alaska hasta Sinaloa (Costa Occidental).

En México, la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) se ha distribuido ampliamente sobre todo en la parte centro y norte del país, en los estados de México, Puebla, Hidalgo, Veracruz, Michoacán, Durango, Oaxaca, Jalisco, Baja California, Morelos, Guanajuato, Nuevo León, Tamaulipas, Michoacán, Chihuahua, Tlaxcala y el Distrito Federal. (Pérez Hernández, 1998).

El Estado de México es el Principal productor de esta especie ya que su producción abarca el 80% de la producción total del país (1313 toneladas) y el otro 20% esta dividido entre el resto de los mencionados estados.

El crecimiento en la producción de esta especie se refleja en el incremento en el número de huevo oculado y crías, participando el sector público con 7,600,000; el sector privado con 4,400,000 y el sector social con 800,000 organismos hasta el año de 1998.

Actualmente solo dos granjas exportan su producto: Xouilin en Puebla, quien exporta a los Estados Unidos de Norteamérica y El Pedregal que exporta a Centroamérica.

Existen registradas más de 600 granjas en todo el país y de estas unidades, la producción del 80% aproximadamente, corresponde al sector social y 20% al privado. (Pérez Hernández, 1998).

Especies susceptibles de cultivo.

En la actualidad la especie de trucha que se cultiva es *Oncorhynchus mykiss*.

Nombres anteriores:

Salmo gairdnerii: Variedad café no confundir con *Salmo salar* (salmón del Atlántico)

Salvelinus fontinalis: Conocida como trucha de arroyo.

Características de la especie.

La trucha pertenece a la familia de los salmónidos; es un organismo eurialino (soporta amplios rangos de salinidad). Ya que originalmente, como otros salmónidos, la primera etapa de su vida se desarrollaba en agua marina, y cuando esta madura sexualmente migraba hacia aguas dulces nadando contracorrientes (anadromos). Esa

cualidad natural se ha aprovechado en algunos países para engordar la especie durante cierto tiempo en agua marina.

La forma del cuerpo de estos organismos es el modelo hidrodinámico por excelencia, es decir fusiformes para oponer la menor resistencia al agua.

La coloración del cuerpo es verde olivo por ambos lados e iridiscente, presenta células melanofóricas que se distribuyen formando puntos negros por todo el cuerpo.

Presentan dos aletas pectorales, una aleta dorsal real, una aleta ventral, una aleta anal y una aleta caudal. Por detrás de la aleta dorsal se encuentra una formación adiposa la cual es un depósito de grasa que permite a estas especies de aguas frías mantener un reservorio de energía.

Es un organismo de aguas frías, notablemente oxifílico (requiere alta concentración de oxígeno, aproximadamente 10-12 ppm.). El pH que requiere es de 6.5 a 8 con un promedio de 7.5. El amoníaco libre es tóxico a niveles de 0.015 ppm. Un pH alto aumenta su toxicidad. Los nitritos también afectan a la trucha a más de 0.55 ppm.

Entre los metales pesados son tóxicos los siguientes:

Fierro 1.0 ppm; Zinc 0.04 ppm; Cobre 0.006 ppm en aguas blandas y 0.3 ppm en aguas duras.

Esta especie posee dimorfismo sexual ya que el macho es prógnata (mandíbula inferior más alargada que la superior y ligeramente en forma de gancho), es de mayor tamaño y más colorido que la hembra, la hembra madura presenta un abdomen abultado, su color es menos atractivo y su tamaño es aproximadamente a la

misma edad de 4/5 del tamaño del macho.

Las aguas donde se produce este organismo son muy cristalinas ya que necesita ver su alimento para poderlo comer.

Es un pez carnívoro, por lo que el alimento artificial que se le proporciona debe de contener una proporción mayor de proteínas de origen animal y oler y saber a pescado, este alimento es estrudizado (se le inyecta aire durante su procesamiento) para que cuando se administre a las truchas el pellet flote pues de otro modo, la trucha que no es comedora de fondo desaprovecharía mucho del alimento que al mojarse se va al fondo.

Características de los reproductores.

En México se compra el huevo oculado (este estadio es el más recomendable para su manipulación ya que son muy resistentes) y crías para engorda, en México no se lleva a cabo el ciclo completo, sino que, las granjas por lo general, (excepto El Zarco, Guachochi, Pucato, Apulco y Matzinga) solo engordan; las mencionadas granjas son productoras de semilla, es decir llevan a cabo la reproducción, incuban el huevo y producen la cría para ser entregada a los centros de engorda. La reproducción se efectúa en los meses más fríos del año (de septiembre a febrero).

La hembra madura a los 18 meses pero sus huevos son pequeños y con poca viabilidad.

La edad promedio de los reproductores oscila entre 2 y 5 años con un peso de 3.5 kilogramos aproximadamente, tiempo en que sus productos están en el clímax de su capacidad. Por kilo de carne de hembra se obtiene un promedio de

5000 huevos, los huevos miden de 5 a 6 mm de diámetro.

Estos organismos cuentan aproximadamente con 6 años de vida reproductiva.

Los reproductores deben estar libres de enfermedades como son septicemia hemorrágica de los salmónidos, necrosis infecciosa pancreática, necrosis hematopoyética e infecciosa de tipo viral.

Libres de malformaciones y poseer un aspecto sano, un fenotipo acorde con los estándares de la variedad o el híbrido utilizado y estar en talla apropiada.

Aunque en otros países del mundo se produce en ciclo completo, las características económicas de México exigen el ciclo incompleto, es decir: solo la engorda (Xouilin está reproduciendo e incubando) pero la conveniencia económica prioritaria es el ciclo incompleto porque así no se tienen que mantener a los reproductores y se pueden comprar los huevos oculados ó crías.



Fig. 45 Trucha macho

Ventajas.

- Su carne es muy apreciada, mas aún ahora que mediante colorantes naturales o sintéticos se está dando un tono rosado al músculo, que es muy atractivo (asalmonado).
- Importancia comercial para la pesca deportiva.
- Costo en el mercado elevado.
- Resistencia a enfermedades.

- Se cultiva en aguas frías.

Desventajas:

- Necesita aguas sumamente oxigenadas.
- Estos organismos se encuentran principalmente en ríos ó embalses que tienen gran flujo de agua.

Requerimientos Físicoquímicos.

❖ Temperatura	0-5°C	Letal
	5-7.5°C	
Aletargados	7.5-17 ó 20°C	Crecimiento
óptimo	20-25	Crecimiento
lento.		
❖ Oxígeno	ppm	10 – 12
❖ pH		Neutro
❖ Salinidad	ppmil	10 ppmil -
❖ Aguas		Lóticas
❖ Profundidad		1 metro
❖ Transparencia		40-50 cm.

Alimentación en Estado Natural.

Son carnívoros, en cada etapa de su desarrollo se alimentan de diferentes especies.

Alimento	Cría	Juvenil	Adulto
Zooplancton	+	+	
Crustáceos	+	+	
Moluscos		+	+
Peces		+	+

Sistemas de cultivo.

Dependiendo de la capacidad económica, la calidad del agua y el espacio físico disponible, se pueden realizar los siguientes tipos de cultivo. En estanques el cultivo es semiintensivo y en canales de flujo rápido, se utiliza el sistema intensivo. En México se utilizan ambos sistema,

el intensivo no requiere mas de 100m de longitud, su infraestructura arquitectónica es de canales encementados en los cuales el agua tiene que ir corriendo para que se mantenga una adecuada oxigenación Jamás se utiliza el policultivo ya que estos organismos son carnívoros.

Características de los cultivos:

Extensivo

En embalses naturales.

- Repoblación del embalse para pesca deportiva.
- La producción es baja de 100 a 200 kg./ha.
- Alimentación natural.

Semiintensivo

Puede ser en embalses naturales o en estanquería artificial.

- Se aporta el 50% de alimento.
- Producción de 2 ton/ha
- Bajo costo de producción

Intensivo

Requiere canales de flujo rápido y una gran cantidad de agua, ya que por lo menos debe recambiarse el volumen total tres veces por hora.

- Se aporta el 100% del alimento
- La producción en este sistema es de 25-60 kg/m³
- Puede ser ciclo completo o incompleto, el ciclo incompleto abarca solamente preengorda y engorda.

Ciclo Completo de Producción.

Se requieren reproductores de buena calidad a los que se maneja manualmente para la fertilización *in vitro*.

La extracción de los huevecillos y el semen se puede realizar de una manera manual. El macho y la hembra no deben de tener más de 5 años. Principalmente para que se puedan manipular y porque después de esa

edad el número de huevos decrece y el índice de fertilización por parte del semen va en descenso.

Cuando el organismo sé esta manipulando "exprimiendo" debe de usarse un gel para evitar que se le caiga la cubierta de moco que le protege todo el cuerpo, de otra forma, la piel del abdomen queda desprotegida y a merced de organismos patógenos como *Saprolegnia parasítica*, ficomiceto que produce exotoxinas proteolíticas y causan severas necrosis que se inician en la piel pero pueden lesionar músculo, produciendo verdaderos agujeros en la piel, por los cuales el pez puede eventrarse. Primeramente se exprimen a las hembras y después al macho colocando los productos en una vasija de plástico y moviéndolos suavemente con una pluma de ave. Cabe mencionar que cuando se coloca agua en la vasija con los productos, el porcentaje de fertilización es mayor, a este proceso se le conoce como hidratación.

Otra alternativa de fertilización es por medio de inducción hormonal, llevándose acabo de la siguiente manera; a las hembras y a los machos se les aplica extracto hipofisiario de carpa a una dosis de 0.1 mg/kg. de peso corporal. A las hembras se les aplica primero una dosis del extracto hipofisiario que comprende el 10% de la dosis total que se le va a aplicar, 12h más tarde a las hembras se les aplica el 90% restante de la dosis y a los machos se les aplica el 100% de la dosis que les corresponde a la misma hora que la última aplicación de las hembras. Posteriormente se les da un masaje abdominal, para evitar lastimar a los peces se les coloca grenetina gel en el abdomen y se masajea, se toman con una franela y ligeramente se hace presión en el abdomen para obtener

los productos (huevos). Paralelamente se realiza el mismo proceso al macho (para la obtención del semen), la relación machos/hembras para la reproducción *in vitro* es de 1 macho por 2 hembras.

Los productos obtenidos se revuelven con una pluma y se dejan por 10 minutos para que sé de la fecundación, posteriormente se lavan con agua corriente y se pasan a las incubadoras.



Fig. 46 Laboratorio de reproducción e incubación

Incubación y Huevo oculado:

Se utilizan incubadoras verticales tipo California o botellas de Zug en las cuales no debe de penetrar la luz porque los huevos fertilizados son muy susceptibles a la luz.

Si se utilizan incubadoras California las cuales tienen varias charolas dispuestas en forma horizontal (en batería) éstas por lo común miden 40 cm de ancho por 50 cm de largo y la malla del bastidor debe tener muy fina la de luz es decir que sea adecuada para que el flujo del agua sea de 20 lt./min. de una charola a la otra.

Por cada charola se colocan de 20 a 25 mil huevos, se debe de tener cuidado ya que existen hongos saprófitos que pueden infectar a huevos viables (fecundados), y son causantes de pérdidas millonarias de huevos y de reproductores. Los huevos deben tratarse diariamente con

verde de malaquita libre de zinc en dosis de 1g/lt en baños diarios durante el periodo de incubación.

La oculación de los huevos, es decir que ven los ojos del pez a través del cascarón determina la etapa de manipulación y transporte ya que en este tiempo son más resistentes y esto ocurre aproximadamente entre los días 14 y 21 después de la fertilización y se encuentran a una temperatura de 14° C y 16°C.

La incubación de los huevos dura de 209 a 330 grados día y como la eclosión es directamente proporcional a la temperatura, a mayor temperatura más rápida será la eclosión de los huevos:

EJEMPLO:

$$\text{No de días} = \frac{330^\circ \text{ día}}{15^\circ \text{C}} = 21 \text{ días}$$



Fig. 47 Huevos de trucha

Alevinaje.

Cuando los organismos ya han eclosionado del huevo se le conoce como la etapa de alevinaje los peces presentan su saco vitelino adosado a la región abdominal y los organismos se alimentan de éste, por lo que en esta etapa no consumen alimento del medio externo. El alevinaje se realiza en canaletas diseñadas de aproximadamente 50 cm de ancho, por 2 a 3 m de longitud y 40 cm de profundidad. Aunque estas medidas no son estándar y dada la gran variedad

de materiales que se pueden utilizar para su construcción, de ello dependerán en gran medida los tamaños de las canaletas.



Fig. 48 Alevinaje

La densidad de carga es de 10,000 alevines por m^3 y la duración del alevinaje es de 15 días aproximadamente, y necesita protección de la luz solar.

Etapas de Crianza.

Es aquella etapa donde el alevín ya ha absorbido el saco vitelino e inicia su proceso de alimentación extrínseca, se desarrollan al aire libre pero requieren de protección de la luz solar y dura de 3 a 4 semanas, en esta etapa alcanza un tamaño aproximado de 5 cm, y su alimentación debe de estar formulada con un 50% de proteína y se le administrara el 7% de su peso corporal diariamente, esta cantidad de alimento se divide entre 5 a 7 partes las cuales se les proporcionarán a lo largo día, y la densidad de carga es de 25 kg/m^3 /estanque.

Los canales de flujo rápido son de 2-3 m de ancho por 10-20 m de longitud, y de 1 m de profundidad, las medidas son determinadas en gran parte por el flujo del caudal y la superficie de terreno con la que se cuenta. Esta etapa termina cuando las crías pesan aproximadamente 10 g.

Etapas de Preengorda:

Esta etapa se inicia cuando los organismos pesan 10 a 1g, son colocados en la siguiente terraza del canal de flujo rápido "raceway" en una densidad de carga de 20-25 $Kg m^3$, se les proporciona el 4% de su peso vivo en alimentación y se divide en tres a cuatro porciones por día, con un flujo de tres cambios totales del volumen de agua cada hora. Esta etapa dura aproximadamente 8 meses y termina cuando los juveniles han alcanzado 100 g de peso y unos 22 cm de longitud total.

Etapas de Engorda:

Esta etapa principia cuando los juveniles pesan 100.1 g se colocan en la siguiente terraza del canal de flujo rápido "raceway" en una densidad de carga de 25 a 50 $Kg m^3$, se les da del 3 al 4% de su peso vivo la cual se le da en una a dos raciones por día, se mantienen en esta etapa hasta alcanzar el peso ración o peso plato que es de 330g (en México) o el peso que pida el comprador.

Requerimientos nutricionales:

Etapa	PC	HC	E.E	Fibra
Cría	50%	30%	10%	5%
Preengorda	40%	40%	10%	4%
Engorda	30%	50%	10%	4%
Reprod.	25%	50%	20%	4%

P.C : Proteína cruda.

HC : Carbohidratos ó hidratos de carbono.

E.E : Grasa (extracto etéreo).

Administración de alimento por día:

Etapa	Alimento
Cría	7% de su peso vivo 5-7 veces
Preengorda	4% de su peso vivo 3 a 4 veces
Engorda	3 a 4% de su peso vivo 2 veces

Reproductores 2% de su peso vivo
1 vez

Cuadro 1. Duración del ciclo.

Etapa	Días
Incub. 90° a 330° día/15°T	21
Alev.. 180° día/ 15°C	12
Crian. 3 a 4 semanas	25
Preen- gorda 8 meses	240
Engorda 4-6meses	150
Reprod. 2 a 5 años	<u>448 días*</u>

Flujo de agua es de 3 a 5
recambios/hora.

* Sistema intensivo

Cálculos de productividad de Trucha.

Dependiendo de la cantidad de peces que se requieran y su peso demandado se realizara la siguiente operación.

a) Cantidad solicitada en Kg. o en ton.

b) Peso de cada pez al término

Con estos dos datos se obtiene el N° de peces demandado dividiendo El total entre el peso individual.

c) Número de huevos a incubar, se realiza mediante la siguiente formula.

No de huevos A incubar =

No de peces demandados

$$\frac{(1-\%mi)(1-\%ma)(1-\%mc)(1-\%min)}{(1-\%mf)}$$

Donde

mi= mortalidad durante la incubación

ma= mortalidad durante el alevinaje

mc= mortalidad durante la crianza

min= mortalidad durante la iniciación o preengorda

mf= mortalidad durante la finalización.

Estos parámetros son diferentes para cada granja y se obtendrán de los registros efectuados durante cada ciclo. (Datos de campo)

d) La mortalidad deberá convertirse a decimales para poder trabajar con valores enteros.

e) una vez que se obtiene el dividendo, se realiza la división y se obtiene el número de huevos a incubar.

f) El resultado anterior nos indicará ¿cuántas charolas de la incubadora se necesitan?

Sabiendo que dependiendo del tamaño de los huevos podremos colocar 20,000 a 25000

Por charola, de tal forma que se divide el total de huevos entre cualquiera de los dos valores anteriores y se obtiene el número de charolas.

g) Cómo se tiene el porcentaje de mortalidad en la etapa de incubación, se puede calcular ¿cuántos alevines se tendrán para la siguiente etapa? Y ¿cuántas canaletas son necesarias?

si se colocan 10 000 por m² haciendo el cálculo de acuerdo con las medidas de las canaletas

h) Ahora se calcula cuántas crías se tendrán después de restar la mortalidad durante el alevinaje y con ello se puede calcular ¿cuántos metros de canal de flujo rápido serán indispensables para ubicarlas de acuerdo con sus medidas, ya que se introduce 1 crías por cm²?

Debe tenerse en cuenta que, dado que se exige 1 m de profundidad, las medidas dadas en m² o en m³ son equivalentes.

i) Una vez restando el porcentaje de mortalidad durante la crianza, podremos saber ¿cuántos juveniles tendremos para la iniciación de la engorda? y con ello ¿cuántos metros de canal de flujo rápido se necesitan? Si en ello se coloca una densidad de carga de 25 Kg. por m².

Como los organismos entran a esta etapa de 5.1 gramos y salen de 10g, para saber cuántas canaletas se

necesitan se requiere sacar un promedio de los pesos para no quedar por debajo o por encima de los requerimientos.

j) Ahora se resta el porcentaje de mortalidad durante la iniciación para calcular ¿cuántos organismos se meterán a finalización? Y con ello ¿cuántos metros de canal de flujo rápido se requieren si podremos tener una densidad de carga de 25 a 50 kg/m²?

En este período si se debe considerar el peso final para tener el espacio suficiente mientras el producto se saca al mercado.

k) Ahora podremos calcular el volumen de agua que se requiere para cada etapa.

Considerando que el agua primeramente pasa por las instalaciones de incubación y alevinaje y que después, la misma se llevará a los canales de flujo rápido, solo se calculan los volúmenes en los canales. Se requiere calcular el volumen de cada terraza y después hacer la sumatoria de todas y multiplicarlo por 3 para obtener el volumen por hora, una vez que éste se tiene se divide entre 3600 (60 minutos por hora multiplicado por 60 segundos por minuto) y con ello se obtiene el índice de escorrentía el cual se expresa en m³/seg.

Obteniendo estos resultados podremos saber si el abastecimiento de agua con el cual contamos (río, manantial, laguna etc.) es suficiente para nuestra producción.

l) Alimentación:

Con las cantidades de peces por etapa, el promedio de peso y la duración de la etapa, se calcula la cantidad de alimento que se les proporcionará de acuerdo con los cuadros 1 y 2.

Se multiplica por el precio del alimento en el mercado y se hace la

sumatoria de todos los costos de alimentación por etapa. Incluyendo lo que consumen los reproductores si se tiene ciclo completo. Y para calcular el número de reproductores debe considerarse que por cada kilo de hembra obtenemos de 2500 a 5000 huevos. Y que por cada dos hembras se requiere un macho.

m) Costo de producción y precio del producto al mercado.

Considerando que los costos por alimentación constituyen el 50% del costo de producción, el total obtenido se multiplica por 2 y después se calcula el costo por Kg. de pez dividiendo el total entre el número de Kg. demandados.

Aunque el precio al mercado está determinado por los costos de producción, las asociaciones de productores son las que al final establecen de común acuerdo el precio.

SISTEMAS DE ENGORDA DE TRUCHA EN AGUA SALADA

Para este tipo de sistemas, la salinidad del agua en la que van a ser engordadas no debe exceder el 25%. Los juveniles deberán tener un peso mínimo de 75g para soportar esta salinidad, sin embargo se recomienda que de preferencia se utilice durante la finalización.

Literatura Consultada

- Arrignon J. Ecología y piscicultura de aguas dulces. 2ª ed. Madrid: mundi-prensa, 1984.
- Bardach QI, Ruther HJ, Mc Larney OW. Aquaculture: The farming and husbandry of fresh water and marine organisms. New York: Agt, 1986.
- Barrington R. Making and managing a trout lake. USA: fishing news books, 1992
- Bjorndal T. The Economics of salmon Aquaculture. USA: Blackwell scientific publications, 1990.

- Brone ED, Tomasso RJ. Aquaculture and water quality. USA: The World Aquaculture Society, 1991.
- Carey TG, Pritchard GI. Fish health protection: a strategic role in Canadian fisheries management: n.-am.-j.-fish manage. 1995; 15: 1-13
- Drummond S. Salmon farming handbook. England: fishing news books 1988.
- Heinen JM, Hankins JA, Adler PR. Water quality and waste production in a recirculating trout-culture system with feeding of a higher-energy or a lower-energy diet. Aquaculture-research. 1996; 27: 699-710.
- Huet M. Textbook of fish culture: breeding and cultivation of fish. 2nd. Ed. England: fishing news books Ltd, 1986.
- Juárez PR, Palomo MG. Acuicultura: bases biológicas del cultivo de organismos acuáticos. México: Continental, 1985.
- Lasch R. Aquaculture products in Germany: main species, extent of market, distribution problems. Produits de L'aquaculture en Allemagne: principales especes, dimensions du marche et problemes de distribution piscic.fr. 1988; 94: 34-40
- Lim C. Fish and feeding management pacon conf. On sustainable aquaculture '95. USA (Honolulu, Hi) 1995 Jun. 11-14; Proceedings of the Pacon Conference on sustainable aquaculture 95. 1996: 254
- Noble AC. Major diseases encountered in rainbow trout reared in recirculating systems co: successes and failures in commercial recirculating aquaculture conf., Roanoke, Va (USA), 1996 Jul. 19-21 aquacultural-engineering-society-proceedings-ii: -successes-and-failures-in-commercial-recirculating-aquaculture 1996: 17-27
- Park HY, Yoon JM. Studies on genetics and breeding in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 7 Fertilization of fresh egg with cryo-preserved sperm and ultrastructural changes. Bull Korean fish. Soc. 1992; 25: 79-92
- Pillay RYT. Aquaculture principles and practices. England: Fishing news books. Ltd, 1990.
- Swift RD. Aquaculture training manual. England: fishing news books. Ltd, 1988.
- Soderberg WR. Flowing eater fish culture. England: Lewis Publishers, 1995
- Tarazona JV, Muñoz MJ. Water quality in Salmonid culture. Rev.-fish.-sci. 1995; 3: 109-139
- Teskeredzic E, Teskeredzic Z, Tomec M, Margus D, Hachmanjek M. Culture of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and Rainbow Trout (*salmo gairdneri*) in the adriatic sea. Aquaculture international congress and exposition, Vancouver, B.C. (Canadá), 6-9 sep. 1988 so: Aquaculture International congress and exposition, Vancouver Trade and Convention Centre, Vancouver, British Columbia, Canadá, September 6-9. 1988.
- Steffens W. On rainbow trout production of the new federal states (Germany). Zur forellenproduktion in den neuen bundeslaendern fisch. Teichwirt. 1991; 42: 42-48
- Brone ED, Tomasso RJ. Aquaculture and water quality. USA: the World Aquaculture Society. 1991.
- Juárez PR, Palomo MG. Acuicultura: bases biológicas del cultivo de organismos acuáticos. México: Continental. 1985.
- Lasch R. Aquaculture products in Germany: main species, extent of market, distribution problems. Produits de L'aquaculture en Allemagne: principales especes, dimensions du marche et problemes de distribution piscic.-fr. 1988; 94: 34-40
- Pillay RYT. Aquaculture principles and practices. England: fishing news books. Ltd. 1990.
- Swift RD. Aquaculture training manual. England: fishing news books. Ltd. 1988.
- Soderberg WR. Flowing eater fish culture. England: Lewis publishers. 1995

CAPÍTULO 7.

CULTIVO DE LA TILAPIA (TILAPICULTURA).

Maribel García Ramos
Ana Auró de Ocampo

Definición:

Cultivo racional de peces de la familia **Cichlidae** (cuerpo en forma de círculo).

Historia.

Algunas de las especies de la tribu Tilapiini, originaria de Africa oriental, ya se cultivaban en estanques desde el año 1000 a de C., en 1424 en Kenia se inicia el cultivo experimental y continúa en Zaire de manera mas organizada e intensiva, popularizándose en Sudáfrica y Rodesia. En 1950, en Malasia obtuvieron los primeros resultados del cultivo de esta especie y entre 1950 y 1970 se distribuyó al resto del mundo. El cultivo de la tilapia se inició en México en 1964, con la importación de los primeros ejemplares procedentes de la Universidad de Auburn, Alabama, EUA, que se depositaron en la estación piscícola de Temascal, Oaxaca y las especies introducidas fueron: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis mossambicus* y *O. aureus*. En 1978 se introdujo *O. niloticus* procedente de Panamá y en 1981 se implementaron los programas de reproducción controlada en jaulas flotantes con la llegada al país de *O. mossambicus* y *O. urolepis hornorum* que se distribuyeron en Zacatepec, y el Rodeo en Morelos, procedentes de EUA. En 1986 la primera línea roja de *O. niloticus* llega a México procedente de la Universidad de Stirling, Escocia al Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida de donde se distribuyó a varios

centros acuícolas. Posteriormente se introduce el híbrido rojo procedente de Puerto Rico, la tilapia blanca Rocky Mountain, la *Oreochromis aureus* de Cuba y la *O. aureus* azul entre otras.



Fig. 49 Tilapia

Especies susceptibles de cultivo.

Oreochromis mossambicus.

Oreochromis niloticus.

Oreochromis urolepis hornorum.

Oreochromis aureus

Variedad mossámbrica roja

Variedad nilótica roja

Variedad nilótica blanca (Rocky mountain)

Variedad nilótica Stirling

Variedad aureus azul

Híbridos rojos.

Características de la especie.

El cuerpo visto lateralmente tiende a ser un círculo, labios gruesos, un orificio nasal a cada lado de la boca, línea lateral interrumpida, la primera parte de la línea lateral va desde el opérculo hasta donde terminan los rayos de la aleta dorsal. La segunda parte inicia donde termina la anterior hasta la aleta caudal. Los miotomos presentan una gran cantidad de huesos (espinas) intermiotomales.

Son especies euritérmicas, su intervalo de tolerancia a la temperatura

es de 12 a 42°C. Son eurihalinas con un rango de tolerancia de 0 a 32 ppm de sal. Son poco oxifílicas.

Poseen gran resistencia física, capacidad de adaptación, rápido crecimiento, resistencia a las enfermedades, elevada productividad, y tolerancia a desarrollarse en condiciones de alta densidad. Se reproducen a temprana edad, alrededor de 8 o 10 semanas con una talla entre 7 y 16 cm. Su fecundación es externa y son notablemente prolíficos v.g. Una hembra de 200 g. Produce 80 a 350 huevos por desove.

Tilapia rendalli es herbívora. *O. mossambicus*, *O. aureus* y *O. niloticus* son micrófagas.

Hasta ahora solo se conoce un virus patógeno que los afecta y es el de la linfoquistosis.

Se debe cultivar en monosexocultivo, ya que además de su precocidad su frecuencia de desoves es de 6 a 16 veces al año. pero puede hacerse a manera de policultivo con crustáceos.

Un defecto que tienen es su agresividad, son muy territorialistas y por lo general en los lugares donde son sembrados, acaban con la ictiofauna nativa.

Características de los reproductores.

Como en las demás especies, se requiere que los reproductores sean organismos lo mas apegados al fenotipo exigido, que no estén enfermos, y que posean la talla y edad acorde para su función. La talla recomendada para un buen reproductor es de 30 cm. de longitud total como mínimo y una edad de 1 año, para evitar la producción de enanos.

Se requiere un macho por cada tres hembras en una densidad de 10m lineales por hembra.

No existe un dimorfismo sexual real, aunque los machos presentan la cabeza más grande que las hembras y son más robustos.

Las hembras del genero *Oreochromis* incuban los huevos en la boca.

Tilapia incubando huevos en la boca



Fig. 50 Incubación oral

En el género *Oreochromis sp*, después de la fecundación de los huevos por el macho, éste es retirado iniciándose la incubación por la hembra, mediante la oxigenación de los huevos esto se realiza por medio de la entrada del agua por la boca de la hembra, y su duración es de 3 a 5 días (dependiendo de la temperatura) y durante este tiempo la hembra no come.

Requerimientos Físicoquímicos.

Temperatura	24 a 29 C
Oxígeno	<3 a 5 mg/L
pH	6.5-7.5
Dureza	150-200 mg/L
Salinidad	<20 mg/L

Sistemas de cultivo.

En esta especie se pueden realizar sistemas de cultivo extensivo, semiintensivo, intensivo e incluso hiperintensivo.

Se pueden cultivar en cualquier agua: dulce y verde (rica en fitoplancton) para cultivos extensivos; y en agua salobre para cultivo semiintensivo.

Se utilizan estanques rústicos o semirústicos y encementados, dependiendo del sistema.

Cultivo Intensivo.

~ Incubación y alevinaje.

La incubación y el alevinaje se llevan a cabo en la boca de la hembra, en este periodo ella no come.

La eclosión de los huevos se produce aproximadamente entre 3 a 5 días y el alevinaje se lleva a cabo entre 10 y 15 días aproximadamente. La hembra también protege a los alevines en la boca cuando considera que existe algún peligro para ellos. Los alevines miden 0.01-0.05 cm y pesan de 0.5 a 1 g. En esta etapa no se les proporciona alimento ya que consumen su vitelo.

~ Crianza.

Esta dura 60 días y las crías entran con 1 g de peso y 0.05 cm de longitud, consumen ya alimento artificial en dosis de 5% de su peso vivo distribuido en 4 a 5 veces al día. La cría sale de esta etapa con 10 g de peso y 10 a 12 cm de longitud.

~ La preengorda o etapa juvenil.

Dura aproximadamente 60-75 días y la densidad de carga en esta etapa es de 50 a 65 organismos por m². Cuando se entra a la etapa juvenil alcanzan 10 a 12 cm de longitud total y salen de esta etapa de 18 a 20 cm longitud y 150 g de peso. Durante este período se les alimenta tres veces al día un total del 3% de su biomasa.

~ La engorda o finalización.

Dura 60 días y los organismos alcanzan 250 g y 25 cm de longitud, la densidad de carga es de 25 kg por m². En este período se les alimenta dos veces al día un promedio de 2% de su biomasa.

La duración total del ciclo completo es de 208 días.

Cultivo semiintensivo.

Cuando se realiza un sistema semiintensivo se les cambia el agua cada 15 días y la densidad de carga para crías es de: 20 000 - 50 000/ha dependiendo de la calidad del agua y del alimento proporcionado. La crianza se alarga hasta 2 meses y medio y la cantidad de alimento proporcionado es 2.5 % de su biomasa en 5 o 6 veces al día.

De acuerdo con la fórmula de Huet podemos obtener el número de crías que se van a meter a un estanque utilizando la siguiente fórmula:

Número de crías = producción total/ crecimiento individual + desperdicio X producción total/ crecimiento individual.

~ La preengorda semiintensiva.

Dura 3 meses con densidades de carga de 10 Kg. /m² y se les proporciona el 1-5% de su biomasa en alimento artificial, distribuido en 3 veces al día. La finalización dura 3 meses y se alimentan artificialmente

con 1% de su biomasa en dos administraciones diarias. El ciclo completo dura 255 días como promedio.

Sistema extensivo

Este se prolonga a 12 o 13 meses y no se requiere alimentación artificial. Se recomienda el abonado (orgánico) con abonos de la región para evitar la elevación de costos.

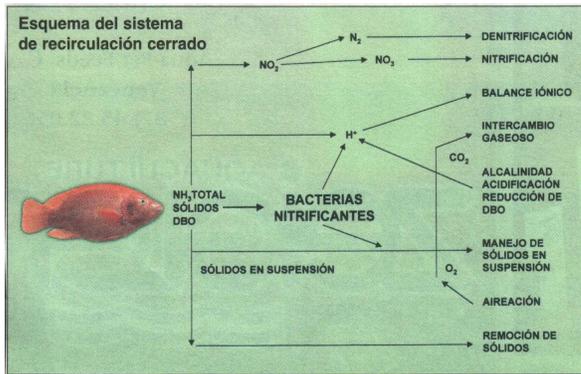


Fig. 51 Sistema de producción con reciclaje de agua

Métodos de Cultivo.

1. Mezcla permanente de edades: desde crianza hasta engorda, en el mismo estanque con densidades de carga elevadas y se cosecha escalonadamente. Los organismos introducidos en este estanque ocupan diferentes estratos de la columna de agua.
2. Mezcla temporal de edades: alevinaje y crianza juntos, los juveniles y engorda de finalización juntos.
3. Cultivo por clase de edades: alevinaje, crianza, preengorda y engorda separadamente cada una, y de acuerdo con la talla.
4. Cultivo de control de población: se utilizan monosexocultivos.

El policultivo más redituable es aquel entre *Oreochromis niloticus* e híbridos

de tilapia y el langostino *Macrobrachium rosenbergii*, con densidades de carga de 3000 a 25000 peces/ha y de 4,500 a 50,000 langostinos/ha. La talla de siembra para tilapia es de 4 a 25.5 g y para langostino de 0.2 a 2 g. La sobrevivencia obtenida ha sido del 85 a 100% para tilapia y de 35 a 96% para langostino. La eficiencia productiva final se encuentra dentro del intervalo de 485.4 a 1,962.6 kg./ha por ciclo.

El análisis de los langostinos en estos sistemas ha mostrado que no existen diferencias significativas en su crecimiento cuando el estanque ha sido abonado o cuando se les proporciona alimento balanceado. Los langostinos dependen principalmente del alimento natural independientemente de la presencia o ausencia del alimento balanceado.

Cuando se cultiva tilapia y langostino se requiere una profundidad media del estanque de 1 m.

Cuando se maneja monocultivo: se necesita 1.5 metros de profundidad.

Porcentajes de mortalidad promedio por etapa.

Incubación	30%
Alevinaje	40% No hay mortalidad.
Crianza	40% de mortalidad. (pérdida por depredadores)
Engorda	10% 15% de mortalidad.

Requerimientos nutricionales.

Proteína	30-45%*
Carbohidratos	35-50%**
Grasa	10%
Fibra	9%

*La cantidad menor corresponde a los organismos de finalización y la mayor a las crías

**La cantidad menor corresponde a las crías y la mayor a los peces de finalización

Métodos para evitar la reproducción incontrolada.

a) Monosexo Cultivo.

Se engorda un solo sexo ya sea hembras o machos para lo cual se lleva acabo el sexado manual o la reversión sexual

◦ Reversión sexual.

Los huevos se colectan y se incuban artificialmente. Las crías producidas se alimentan durante 28 a 30 días con alimento balanceado y tratado con Alfa-Metil Testosterona o con Propionato de Testosterona.

Por cada Kg. de alimento se utilizan 40 mg de testosterona. De la siguiente manera:

1 kg. de alimento balanceado en forma de harina con 45% de proteína
40 mg de alfa metil testosterona
250 ml de alcohol puro de caña y
750 ml de agua limpia de la llave. (Si se usa propionato de testosterona no se disuelve en alcohol, sino que se utilizan 250 ml de aceite de cocina).

Es indispensable variar el tamaño de la partícula de alimento pero no la cantidad de testosterona durante los 28 días de tratamiento iniciando pellet de #0 a #3 en intervalos de una semana. Al llegar al mes de edad están revertidos y se notan las aletas caudales de color rojizo, estando listos para su paso al estanque comercial.

Otro método utilizado para el monosexocultivo es la Hibridación.

◦ Hibridación.

La producción de progenies monosexuales se ha logrado con una eficiencia cercana al 100% con cruces interespecíficos entre *O. hornorum* y *O. aureus*, machos homocigóticos (ZZ y YY respectivamente); con hembras heterogaméticas *O. niloticus* y *O. mossambicus* (XY)

◦ Sexado Manual.

La efectividad de este sexado es del 70% y se tiene que realizar en organismos pequeños, por lo mismo el sexado es lento y se necesita mucha mano de obra con experiencia.

Control de poblaciones.

Monosexocultivo.

➤ Cultivo en jaulas: Se ponen a engordar en diferentes jaulas a hembras y a machos separadamente.

➤ Con depredadores: (*Clarisa* sp, anguilas, perca)

Cultivo en agua salobre

Las especies ideales para cultivo en agua salobre son *Oreochromis mossambicus* y *O. hornorum* e híbridos de las dos. La línea Florida roja usada por Watanabe (quien fue el primer investigador de cultivo de tilapia en aguas salobres en la Caribbean Marine Research Foundation en Lee Stocking, Bahamas) son *O. mossambicus* y *O. hornorum* con influencia de *O. niloticus*.

Estas especies crecen y se reproducen en salinidades de 40 –44 ppt, otros investigadores sugieren que *O. mossambicus* soporta hasta 120 ppt.

El cultivo en estanque soporta las siguientes densidades de carga:

200 kg./ha con monocultivos seleccionados

1000-1500 kg./ha cuando se usa solamente abonado

2000-3000 kg./ha con abonado y alimentación

3000-3500 kg./ha con alimentación, aereación emergente y recambio de agua

5000 a 20000 kg./ha con alimentación completa, aereación constante y recambio de agua.

Para la tilapia en estos sistemas la cosecha óptima es a 100 días.

El cultivo en agua salobre también puede llevarse a cabo en jaula y se recomiendan 50 a 100 kg./m² de jaula estándar.



Fig. 52 Cultivo en jaula flotante

Literatura Consultada.

- Brzeski VJ, Dyle RW. A test of an on-farm selection procedure for tilapia growth in Indonesia. *Aquaculture*.1995; 137: 219-230.
- Drennan DG, Rahman MM, Malone RF. Slow sand filtration technologies for the containment of non-indigenous species in recirculating aquaculture effluents. *Techniques for modern aquaculture*. Wang, J. K. Ed. St. Joseph, mi USA American Society of Agricultural Engineers. 1993.
- Macintosh DJ. Manual of sex reversal of tilapia using methyl testosterone. Information note. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland. 1980.
- Payne Al. Tilapia a fish of culture. *New Scientist*, 1975; 67: 256-258.
- Rosati R, O' Rourke PD, Tudor K, Henry RD, Wang J. Performance of a raceway and vertical screen filter while growing tilapia nilotica under commercial conditions. *Techniques for modern aquaculture. Proceedings of an Aquacultural Engineering Conference, Spokane, 1993 June 21-23; Washington, USA. USA (Washington)*.1993: 303-314.
- Sanchez C. Cage culture of tilapia. *Pesca mar. Barco Pesq.* 1978; 30: 19-20.
- Arredondo FIL, Lozano-Gracia S. El cultivo de la tilapia en México. *Memorias del 1er. Curso internacional de Producción de Tilapia. 1996 Junio 20-22 México (D.F): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.*1996: 7-18.
- Dewandel R. Avances en la acuicultura de las tilapias en aguas salobres. *Memorias del 1er. Curso internacional de Producción de Tilapia. 1996 Junio 20-22. México (DF). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.*1996: 225-239.
- Ponce PJT, Mazón TE. El cultivo mixto de tilapia-langostino. *Memorias del 1er. Curso Internacional de Producción de Tilapia. 1996 Junio 20-22. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.* 1996: 137-157.
- Delgadillo S. Reversión sexual de tilapia a escala comercial. *Memorias del 1er. Curso Internacional de Producción de Tilapia. 1996 Junio 20-22. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.* 1996: 218-224.
- Garduño LM. Selección genética de oreochromis niloticus para producir progenies monosexuales de color rojo. *Memorias del 1er. Curso Internacional de Producción de Tilapia. 1996 Junio 20-22. México (DF): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México.* 1996: 53-59.
- Trombka D, Avtalion R. Sex determination in tilapia- a review. *The Israeli Journal of aquaculture- bamidgeh*, 45: 26-37.

CAPÍTULO 8.

CULTIVO DE LA CARPA (CARPICULTURA)

Ana Auró de Ocampo
Maribel García Ramos

Definición:

Cultivo racional de carpa.

Historia.

Estos organismos son endémicos de Chipre.

Son ciprínidos.

Se les llamo carpas, porque su cultivo se originó debajo de techos como simulando una especie de carpa. Estos organismos se cultivaron desde el año 465 a. C.

La carpa común fue el organismo introducido en México en los años 60's ya que requerían cultivar una especie que fuera barata y de fácil manejo.

Presentan una conversión alimenticia muy buena ya que por 1.5 Kg de alimento producen 1 kilo de carne. Esto ocurre principalmente en la carpa de Israel y en la carpa espejo.

Estos organismos no son de preferencia en la dieta de los mexicanos principalmente por el sabor y olor a humedad y además porque presentan gran cantidad de espinas en los miotomos.

La mayor producción de carpas se realiza en los siguientes estados: Veracruz, Michoacán, Guerrero y Tamaulipas, Hidalgo.

Tipos de Carpas.

➤ Carpas Europeas.

Características:

Son organismos muy grandes, cuando son adultos presentan 80 cm de longitud, la cabeza es muy pequeña,

son muy anchos de altura, son bentónicos por lo mismo presentan bigotes para buscar su alimento.

Carpa común, *Cyprinus carpio comunis*: Esta toda cubierta de escamas, su forma del cuerpo es robusta y es de tamaño pequeño.



Fig. 53 Carpa común

Carpa espejo, *Cyprinus carpio specularis*: No esta totalmente cubierta de escamas, las escamas presentes en este organismo son irregulares y muy grandes, baratas, excelente conversión alimenticia, no son agresivas, presenta dos bigotes de cada lado.

Carpa barrigona, *Cyprinus carpio rubrofuscus*: Tienen mayor altura con objeto de dar más carne. Este organismo es bueno para el policultivo.

Carpa desnuda: Cruza de carpa barrigona con carpa espejo.

➤ Carpa Asiática.

Características:

Estos organismos no presentan bigotes como es el caso de la carpa europea, ya que son organismos pelágicos y siempre se encuentran en la superficie por lo tanto no tienen que comer del fondo.

Carpa cabezona, *Aristhcthis nobilis*: el ojo esta por debajo de la línea media.

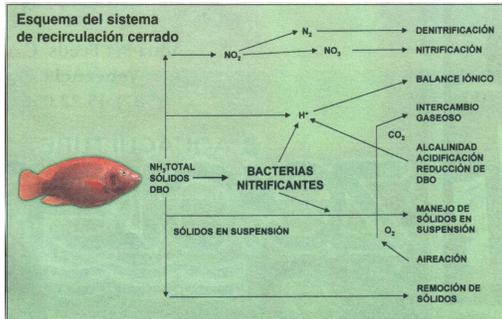


Fig. 54 Sistema de cultivo

Carpa plateada, *Hipophtalmichthys molitrix*: presenta ojos muy pequeños, su cuerpo cubierto de escamas pequeñas, no tiene bigotes, no son bentónicas, son excelentes para el policultivo.



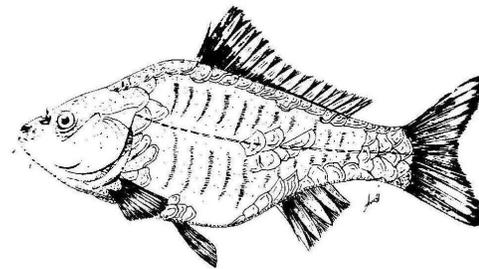
Fig. 55 Sistema semiintensivo

Carpa herbívora, *Ctenopharyngodon idella*: presenta espinas en la faringe, es herbívora, se acostumbra alimentarla con desechos agrícolas. Este organismo es bueno para el policultivo.



Fig. 56 Carpa herbívora

Carpa negra, *Mylopharyngodon pisceus*: es comedora de moluscos, es de color negro, es hidrodinámica, acepta alimento artificial (pero si no consume un porcentaje de caracol no se reproduce) no presenta bigotes.



Cyprinus carpio (L)

Fig. 57 Carpa espejo

Carpa brema, *Parabremis brema*: La cabeza de este organismo es muy aguzada (simulando la trompa de un delfín), presenta una franja blanca en todo la parte horizontal de su cabeza. Este organismo fue el último introducido a México en el año de 1995.

En Tezontepec de Aldama Hidalgo se encuentran las cinco especies de carpas asiáticas.

El sabor a humedad se debe a que existen unas bacterias las cuales se meten debajo de las escamas dando un sabor y olor característica en estos organismos.

Requerimientos físicos del agua.

Salinidad	5 ppm.
Temperatura	17.5 a 30°C (óptima es de 20 a 28°C).
Oxígeno	5ppm 5 ppm.
pH	6.5 a 7.5.
Dureza	100 a 200 mg/l CaCo2.
Transparencia	38-42

Hábitos alimenticios.

Planctofágos	:Carpa plateada
Herbívora	Carpa herbívora
Carnívora	Carpa negra
Omnívora	Carpa común, Carpa espejo, Carpa barrigona

Requerimientos nutricionales.

Proteína	34% (100% proteína vegetal)
Carbohidratos	48%
Grasa	7%
Fibra	2%
Ceniza	9%

Sistema de cultivo en México.

El cultivo extensivo y semiintensivo de carpa se realizan en México en embalses naturales, jaulas, estanques rústicos ó semirústicos.

Características de reproductores.

La reproducción de estos organismos se lleva a cabo en los meses más templados y cálidos de año; para la reproducción se requieren dos o tres hembras por un macho en fertilización *in vitro* en sistemas semiintensivos y de una a dos hembras por un macho en fertilización natural en sistemas extensivos.

Los reproductores son viables a la edad de 2 a 5 años y cuando alcanzan un tamaño de 40 a 80 cm de longitud.

Parte inferior del vientre ancho y achatado, profundidad del cuerpo relativamente grande, pedúnculo caudal ancho pero flexible, cabeza pequeña y nariz punta, escamas grandes e insertadas regularmente, orificio genital más cerca del pedúnculo caudal que en la carpa promedio.

❖ **Características fenotípicas.**

Adultos fuertes de 50 a 1.5 metros de longitud y entre 2 a 20 Kg de peso, el color depende de la especie, no existe dimorfismo sexual solo se ha observado que las hembras son más grandes que los machos.

En los ciprínidos machos se les engrosa una parte de la frente que se le conoce como botón y la epidermis de la base de las aletas pectorales y adquiere una textura rugosa.

Cuando presentan el abdomen muy blando es una característica para saber que ya esta madura sexualmente tanto en machos como en hembras.

❖ **Tipos de Huevos.**

Existen dos tipos de huevos en esta especie que son los huevos adherentes y pelágicos; los huevos adherentes se adhieren a cualquier sustrato, este tipo de huevos esta presente en las carpas: Espejo, barrigonas y bremas.

El otro tipo de huevos que es el pelágico se encuentra flotando en la película de agua, este tipo de huevos esta presente en las carpas: Herbívoras, cabezonas y plateadas.

Conocer el tipo de huevo que se va a trabajar sirve para saber que técnica de hipofización e incubación se va a utilizar.

❖ **Técnicas de hipofización.**

Cuando la carpa alcanza un peso de 3 Kg se puede inducir al desove por medio de la gonadotropina coriónica humana ya que esta libera esteroides pero no es muy usada; ya que en estos casos lo más usado es el extracto hipofisiario obtenido mediante ingeniería genética en *Escherichia coli*.

Especies que presentan huevos adherentes.

Se seleccionan los reproductores los cuales deben de presentar las características fenotípicas adecuadas para la especie que se está trabajando.

Estos organismos se transportan a la sala de desove y se dejan sin comer 24 hrs, pasando este tiempo se pesan, marcan y se miden, para poder calcular la dosis de extracto pituitario a inyectar ya que la dosis que se administra es una relación entre longitud y peso.

Paralelo a lo mencionado anteriormente se deben de colocar ramas de casuarina o un sustrato fibroso como sacos de yute o de nylon deshilachados al cual se van a adherir los huevos ya fecundados, pero antes de introducir las ramas a las incubadoras se les debe de dar un baño por 24 hrs con azul de metileno.

A los primeros reproductores que se les inducirá será a las hembras a las cuales se les aplicara la siguiente dosis:

3 mg del extracto pituitario / Kg peso.

Esta dosis se dividirá en 2 partes la primera de las cuales será el 15% de la dosis y después de 12 hrs de la primera aplicación se inyecta la segunda parte, que corresponde al 85% de lo restante. En esta segunda aplicación para la hembra también se inyecta al macho el 100% de la dosis, pero a él se le inyecta:

2 mg de extracto pituitario / Kg peso.

Todas las aplicaciones se realizan en la base de la aleta pectoral.

En un estanque de reproducción se coloca una cama de casuarina y es donde serán introducidos los reproductores ya inducidos, se colocan 2 hembras por 1 macho, después de 24 hrs se observan las ramas de

casuarina para ver si ya se llevo acabo el desove y posteriormente la fecundación.

Una vez que se lleva acabo el desove las ramas se llevan a la incubadora china donde pasaran aproximadamente 6 días hasta que eclosionen los alevines.

Los reproductores pueden ser ordeñados (masaje abdominal para obtención de semen y de huevos) para realizar la fecundación *in vitro*, de esta manera los productos son vertidos en un recipiente en donde se colocan primeramente los huevos, posteriormente el semen y se homogeneiza la mezcla con una pluma de ave, se deja reposar durante 5 o 6 minutos para que se realice la fertilización.

Transcurrido el tiempo mencionado, los huevos ya fecundados se lavan con suero fisiológico y se pasan a la incubadora.

Técnicas de fertilización.

- ♣ Técnica húmeda: Los huevos y semen se vierten en un molde que contenga agua y posteriormente se llevaran a una incubadora.
- ♣ Técnica seca: A cada kilogramo de huevo se le agrega de 2-3 ml de semen, se revuelven con una pluma de ave y después se le agrega suero fisiológico para lavarlos dándoles 3 baños con la siguiente fórmula, siempre y cuando se trate de huevos adherentes:
 1. Con urea y agua, 10 litros de agua para lavarlos.
 2. Ácido tánico, 1 litro.
 3. Ácido tánico diluido 2 veces.
- ♣ Técnica super-seca: En un tamiz se colocan primero los huevos a que se les quite el exceso de fluido que

tengan, después se agrega el semen y se deja a que salga todo el exceso ya que se llevo acabo la fertilización se lavan con suero fisiológico.

Huevos pelágicos no adherentes.

En los organismos que presentan huevos pelágicos también se lleva a cabo la inducción hipofisiaria, la dosis que se ocupa en hembras es la siguiente:

3.5 mg de extracto pituitario / Kg peso.

La primera dosis en las hembras es de 10% de la dosis total y después de 12 hrs se le aplica el 90% restante de la dosis.

A los machos se les aplica una sola dosis, cuando a las hembras se les aplico la segunda dosis, la cual esta compuesta de:

2 mg de extracto pituitario / Kg peso.

Tipos de desove.

➤ Desove espontáneo.

Después de la inducción se coloca a los reproductores en una pileta de desove en una relación de 2 machos por 1 hembra. Las piletas en el fondo tienen un revestimiento de organza en donde los reproductores comienzan el cortejo posterior, al cortejo hay un desove y los huevos se depositaran en el fondo de la tela ya fertilizados, se recoge la tela y se lleva a las incubadoras, también se pueden recoger las puestas de huevos con redes de cucharas.

➤ Desove manual.

Al llevar acabo la inducción de los reproductores se revisan después de 24 hrs, para ser ordeñados y los productos son vertidos en una charola, se revuelven con una pluma de ave y son dejados por 3 minutos para que se lleve acabo la fertilización.

Los productos son lavados 3 veces con suero fisiológico y llevados a la incubadora.



Fig. 58 Desove manual de carpa

Incubación: 92° día con una tasa de mortalidad de 80%

Alevinaje: Dura de 2 a 6 días con una tasa de mortalidad de 20 a 86% (400/m²).

Crianza: En estanques que estén al aire libre, 50 000/ha en sistemas semiintensivo y 15 000/ha en sistemas extensivos.

La tasa de mortalidad no mayor al 20%.

Engorda: 1500kg/ha en sistemas extensivos y en sistemas intensivos 4 ton/ha. Pasan al estado de engorda cuando tienen 150 gr. de peso o bien de 8 a 10 meses de edad.

La conversión alimenticia promedio en sistemas extensivos es de 2.02 : 1.0 y en sistemas semiintensivos de 1.5 : 1.0.

Es un organismo muy económico ya que su alimentación es muy barata.

Técnicas de manipulación.

1. Eynogenesis: irradiación del semen con una bomba de cobalto para evitar la fusión del material cromático del huevo y del espermatozoide. La cual se utiliza para producir puros organismos homocigotos.

2. Poliploidía: Choque frío sobre los huevos e irradiación del semen, se producen poliploides estériles perfectos para engorda.
3. Inversión sexual: Es por la administración de hormonas esteroidales exógenas como la metiltestosterona en el alimento.

Literatura Consultada.

- Appelbaum S., Uland B. Intensive rearing of grass Carp larvae (*Ctenopharyngodon idella*) under controlled conditions. *Aquaculture*. 1979; 17: 175-179.
- Lukowicz M.V., Rosenthal H., Hilge V., Kamstra A. "Site selection and regulation issues for trout and carp farming in Germany". *Journal of applied ichthyology*. 1994; 10: 312-318.
- Cerda I., Mulet J. "Intensive carp production on the Island of Majorca (integrated open-air system with conventional agriculture, with water recirculation)." Workshop on aquaculture of freshwater species except salmonids (at) world aquaculture '93, 1993 mayo 24-27. Spain (torremolinos): aquaculture of freshwater species except salmonids. Short communications.
- Kestemont, P.; Billard, R. Eds. Oostende Belgium European Aquaculture soc. 20. 1993: 6-8.
- Billard R., Perchec G. "Systems and technologies of production and processing for carp" workshop on aquaculture of freshwater species (except salmonids)(at) World Aquaculture '93, 1993 mayo 24-27 spain (torremolinos): Aquaculture of freshwater species except salmonids. Short communications.
- Kestemont, P.; Billard, R. Eds. Oostende Belgium European Aquaculture Soc. 201993: 1-5.

CAPÍTULO 9.

CULTIVO DE BAGRE (ICTALURICULTURA)

Marcela Fragoso Cervón

El bagre es uno de los peces "modernos" de la acuicultura, ya que los primeros estudios realizados para su producción y desarrollo en estanque se realizan en los años veinte. A finales de la década de los cincuenta, se obtuvieron desoves inducidos por hormonas en acuarios y a partir de entonces adquirió importancia el cultivo intensivo con fines industriales y deportivos, siendo en los Estados Unidos el pez que más se explota a nivel comercial.

El cultivo en México se desarrolla cuando se introduce el bagre de canal para su cultivo en 1975-76 en el Rosario, Sinaloa. En la actualidad el cultivo del bagre se realiza en los estados de: Baja California Norte, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, San Luis Potosí y Tamaulipas.

El cultivo de bagre es exitoso ya que es un pez de rápido crecimiento, se adapta a diversas condiciones ecológicas, acepta alimentos artificiales y su reproducción en estanque es relativamente fácil, además de que su carne tiene un sabor agradable y buena textura, especial para filetear por no presentar espinas.

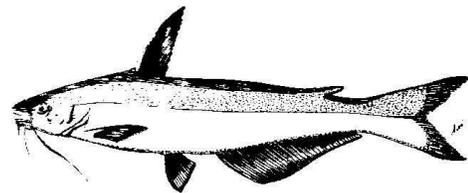
Especies cultivadas

Existen en el mundo 1200 especies diferentes de bagre marinos y de agua dulce, de los cuales muy pocos son los que tienen importancia comercial.

El bagre pertenece a la familia Ictaluridae, en México existen dos especies nativas: el *Ictalurus balsanus*,

bagre del balsas y el *Ictalurus ochoterenai*, bagre de Chápala, y una especie introducida: *Ictalurus punctatus*, bagre de canal, siendo ésta especie la que más se explota en México por su mayor producción de carne.

El bagre de canal se caracteriza por tener un cuerpo desnudo, sin escamas, tosco, aplanado dorso-ventralmente, de color gris en la parte dorsal cambiando hasta plateado en los costados y blanco en el vientre. La cabeza es ancha y gruesa, de mayor tamaño en los machos que en las hembras, con ojos pequeños, boca grande con labios delgados con un par de barbillas y cuatro pares más que comienzan en el ángulo de la boca, que tienen la función de quimiorreceptores, la aleta dorsal está situada adelante de la mitad del cuerpo, y al igual que las aletas pectorales poseen espinas. Las células sensoriales están distribuidas a todo lo largo del cuerpo, pero en mayor concentración en las barbillas, las larvas se alimentan de plancton y de adulto son organismos omnívoros.



Ictalurus punctatus (Rafinesque)

Fig. 59 Bagre de canal

Hábitat y requerimientos físicoquímicos para su cultivo.

El bagre escoge para vivir presas, lagos o ríos caudalosos, prefiriendo aguas claras, frescas, con fondos de grava y arena, evitando las aguas poco

profundas, turbias y con vegetación tupida. Durante el día se refugia en las fosas profundas de los ríos, abrigado por rocas y troncos, los jóvenes se alimentan principalmente en la superficie, desplazándose de los lagos a las desembocaduras de los ríos en busca de alimentos, su temperatura máxima de sobrevivencia es de 35°C.

Los parámetros fisicoquímicos más importantes para su cultivo son los siguientes:

	Rango	Optimo
TEMPERATURA	20-30°C	21-23°C
O ₂ DISUELTO	5-12 ppm	5-6 ppm
pH	7-8	7.5
TRANSPARENCIA	35-45 cm	40-45 cm

Sistemas de Cultivo

La producción del bagre se puede llevar a cabo en forma extensiva, semiintensiva e intensiva, de acuerdo al grado de tecnificación de la explotación.

Sistema extensivo

Consiste en la siembra de crías de bagre en cuerpos de aguas naturales (lagos, ríos, charcas, etc.). Las operaciones a realizar son únicamente la introducción de crías y la pesca de bagres de tamaño comercial. Se siembran 5 000 crías aproximadamente por hectárea.

Debido a que no se suministra alimento, el período necesario para alcanzar la talla comercial es mayor que en el caso de los métodos semiintensivo e intensivo.

En éste método se explicará lo que sucede de forma natural en el bagre.

El bagre empieza su vida reproductiva cuando ha alcanzado una talla de 20 cm, pesando 350 gramos aproximadamente. El período de desove empieza en primavera cuando la temperatura en el agua alcanza los

26°C y termina en verano con la consecuente disminución de la temperatura en el agua.

Las hembras desovan solo una vez al año, mientras que los machos son capaces de fecundar varias hembras, ya que pueden expulsar líquido seminal varias veces en el mismo tiempo.

La cantidad de óvulos que desova la hembra es proporcional al tamaño y al peso, en promedio cada hembra ovopocita 8000 óvulos por kilogramo de peso.

En condiciones naturales el macho cava un nido con la perforación de uno o varios hoyos en las paredes de los estanques o ríos. La hembra desova dentro de él, estando el macho cerca hasta que ha terminado para fecundar los óvulos, quedándose a airear con las aletas pectorales y ventrales la masa de huevecillos, los que requieren para su desarrollo una fuerte oxigenación. En el momento de la postura los huevecillos son amarillos pero se oscurecen a medida que se acerca la eclosión. La incubación del huevecillo es termodependiente durando entre 6 y 8 días. Una vez eclosionado el huevo, el alevín permanece en el nido hasta que absorben el saco vitelino. Las crías salen del nido y se alimentan de fitoplancton y zooplancton. Los juveniles y adultos del bagre consumen zooplancton, pequeños insectos, caracoles, acociles, langostinos, algas verdes, plantas acuáticas y peces de menor tamaño.

Sistema semiintensivo

Este tipo de explotación se lleva a cabo generalmente en estanques de tierra. Pudiendo abarcar todas las etapas del ciclo de producción, es decir, incubación, alevinaje,

preengorda, engorda y finalización, o solo parte del ciclo.

El sistema semiintensivo es una mezcla de los sistemas extensivo e intensivo, teniendo actividades de ambos como son: fertilización continua del espejo de agua, con el fin de mantener niveles adecuados de alimento natural ya que éste proporciona la mitad de los nutrientes requeridos por la especie; y todo el manejo de los sistemas intensivos incluyendo entre estos, la alimentación diaria de los bagres proporcionando el 50 % del alimento para un óptimo crecimiento, muestreo continuo de la calidad de agua, separación de organismos por tallas, etc.

La densidad de organismos depende de su tamaño, calidad y cantidad de agua, temperatura de ésta etc., pudiéndose tomar como referencia el siguiente cuadro:

Densidad de carga en Sistema Semiintensivo

Nº de organismos por cada 10 m²

Número de Longitud (cm)

Peces

25	17-20
26	15-17
27	12-15
28	10-12
29	7-10
30	5-7
750	3-5

El tiempo necesario para alcanzar la talla comercial varía, dependiendo de la temperatura del agua, en condiciones adecuadas es de 6 a 7 meses, con un flujo de agua de 4 a 6 litros/segundo/hectárea.

Se recomienda que los estanques de preengorda, sean desinfectados, llenados y fertilizados dos semanas antes de introducir a los

peces, con el fin de que no existan depredadores y que este presente buena cantidad de alimento natural, otro manejo que se debe realizar es quitar las hierbas de los alrededores y de las paredes de los estanques para evitar se escondan o se reproduzcan depredadores potenciales, así como quitar huevecillos de ranas etc.

Sistema Intensivo

Este ciclo se caracteriza por tener altas densidades de siembra, tecnología avanzada, mano de obra especializada, y excelente calidad de agua, los estanques son pequeños con aireadores o de corriente rápida (raceway).

Al igual que en el sistema semiintensivo, éste sistema puede abarcar todas las etapas del ciclo o solamente la engorda.



Fig. 60 Raceways bagricola

Reproducción

Los machos y las hembras deben de estar separados antes de la época reproductiva por su agresividad, para evitar que se maten entre ellos. La diferenciación sexual se puede realizar por sus características sexuales externas: El macho presenta la papila genital protuberante y alargada, la cabeza es más pronunciada y ancha que la de las hembras, quienes presentan el abdomen abultado y la papila genital redondeada, rodeada de

surcos y pliegues de coloración rojiza. El espacio necesario por reproductor es de 5 metros cuadrados por pez, con un flujo de agua de 3 litros por segundo.

La selección de reproductores se debe de hacer mediante el análisis de las características fenotípicas, genotípicas, resistencia así como los datos de parámetros reproductivos. Un abdomen grande y redondeado así como ovarios suaves son características de una buena reproductora, en el macho se busca el abdomen oscuro y la papila genital protuberante, la característica que más se toma en cuenta para la selección es la velocidad de crecimiento y mayor cantidad de carne (cabeza y cavidad visceral más pequeñas) y mejor conversión alimenticia. Para la mayor velocidad de crecimiento es muy importante seleccionar hembras que ovopociten huevos grandes ya que se ha demostrado que el tamaño influye enormemente en el tiempo para alcanzar el tamaño al mercado llegando a emplearse hasta el doble de tiempo con organismos que eclosionan de huevo pequeño.

El desove se lleva a cabo en la temporada cálida del año (de abril a junio) cuando la temperatura del agua se eleva, la reproducción se puede realizar en estanques o en jaulas.

Se utilizan estanques de un metro de profundidad, en los que se introducen 1 200 Kg. de reproductores por hectárea como máximo, el macho debe ser ligeramente más grande que la hembra o cuando menos de igual tamaño, en una relación 1:1, aunque los bagres se empiezan a reproducir desde los 300 gramos, se recomienda usar peces de .5 a 1.8 Kg. porque producen mayor cantidad de huevecillos, cuando se utilizan

hembras de mayor tamaño disminuye hasta en un 25% la puesta, se colocan los nidos (cubetas u ollas de barro, botes, cajas de madera, etc.) a una profundidad de 0.6 a 1.0 metros, separados por una distancia de 2 a 10 m. El número de nidos será del 80% del número de parejas. Los nidos se revisan cada 3 días, para no dar tiempo a que eclosionen los huevecillos y los alevines se pierdan, ya que la incubación dura 5 días aproximadamente bajo temperaturas normales. En la revisión de los nidos, con mucha frecuencia los bagres se tornan agresivos picando las manos de los encargados al introducirlos en ellos, por lo se recomienda subirlos lentamente hasta quedar en la superficie y quitarles un poco de agua hasta poder ver la masa de los huevecillos. Cuando se emplean jaulas, éstas deberán tener 6 metros cuadrados por pareja de reproductores, procurando que éstas sobresalgan del agua 0.5 m, y colocárseles un nido, en éste método se tiene más control en la reproducción, y se puede seleccionar los reproductores. El flujo de agua del estanque de reproducción debe ser de 3 l/seg. El desove se puede acelerar aplicando inyecciones intraperitoneal o intramuscular de extracto pituitario, en una concentración de 13 mg por kilogramo de peso vivo, algunos piscicultores le incorporan 10,000IU de penicilina para evitar infecciones secundarias; gonadotropina coriónica humana (GCH), o hipófisis fresca de carpa o de bagre, a la hembra en una dosis inicial del 10% y el 90% restante después de 12 hr., los óvulos maduros se obtienen después de 12 hr., al macho no es necesario la aplicación de hormonas durante la reproducción. Cada hembra pone de 7 500 a 10 000

óvulos por kilogramo de peso, dependiendo de la edad y de las condiciones generales de las hembras, los huevecillos miden 25 mm de diámetro y son de color amarillo o amarillo rosáceo.

Cuando se lleva a cabo la inducción de la reproducción, se pueden emplear a los huevecillos para producir animales triploides, enfriándolos una hora después de cinco minutos de ser fecundados artificialmente. Almacenajes en frío menores de una hora pueden no causar triploidismo y mayores mortalidades de hasta el 100 % de ellos. Los bagres triploides no solamente crecen más rápido sino que tienen una mejor conversión alimenticia, pero son organismos estériles.

Cuando la reproducción se realiza de forma controlada, se retiran fácilmente a los reproductores y se prosigue a sacar la fresa (conjunto de huevecillos) de los nidos, cuidando que la luz no les llegue, lo que les provocaría mortandad.

Ciclo de producción

◆ Incubación

La temperatura para que se incuben los huevos de bagre es de 21 a 29 °C eclosionando de 5 a 10 días, pero la temperatura ideal es de 26 a 28°C.

La fresa se coloca en canastillas de tela de alambre a razón de 1 200 huevecillos por canastilla, dentro de canaletas de incubación con un flujo de agua de 20 l/min. El agua debe de ser agitada por medio de paletas que giran de 20 a 30 rpm. para proporcionarle a los huevecillos oxígeno y cierto movimiento que le proporciona el macho con el movimiento de sus aletas en condiciones naturales. Ésta etapa dura

6 días a una temperatura de 26-28 °C, durante ella se debe realizar la extracción del huevo muerto, además de realizar prácticas sanitarias como es la desinfección con verde de malaquita a una concentración de 2 ppm.

◆ Alevinaje

Cuando eclosionan los huevecillos, los alevines se van al fondo de la canaleta y ahí permanecen alimentándose del saco vitelino durante 3 a 8 días que dura la etapa. Los alevines se mantienen a una densidad de 14 000 por metro cuadrado. Al cuarto día, se debe comenzar a dar alimento para que los peces que ya hayan consumido el saco se empiecen a alimentar. La mortalidad esperada en ésta etapa es del 5%, la extracción del alevín muerto se realiza todos los días así como la limpieza de las canaletas para evitar la aparición de hongos.

◆ Cría

Una vez que todos los alevines consumieron el saco vitelino, los peces cambian de un color rosa o naranja a blanco, y de estar en el fondo de la canaleta a nadadores libres, pasan a la etapa de crías, pudiendo permanecer en las mismas canaletas ajustando la densidad o ser pasadas a otras de mayor tamaño para el fin específico. Las crías se deben alimentar con alimento formulado especialmente, para que cubra todas sus necesidades nutricionales, además de poseer características físicas adecuadas como es el molido de las materias primas y el tamaño de la partícula entre otros, el alimento debe proporcionarse a razón de 10% del peso vivo, dividido en 4 a 6 tomas al día.

La etapa dura 25 días aproximadamente, alcanzando una

talla de 2.5 cm con una densidad de 3 000 crías por metro cuadrado y con flujo de agua de 20l/min.

Cuando no se tienen animales triploides, se puede realizar en ésta etapa la reversión sexual de los peces, para tener 100% de machos y por consecuencia crecimientos más rápidos, ésta practica se realiza ofreciendo a las crías desde el primer día alimento hormonado (Landau 1992).

◆ **Preengorda**

Las crías son llevadas a estanques hasta alcanzar una talla de 10 cm en aproximadamente 2 o 3 meses. Los estanques deben de llenarse con agua poco antes de sembrar los peces, la densidad en esta etapa es de 50 juveniles por metro cuadrado con un flujo de agua de 7 l/seg. Se le suministra alimento balanceado en una cantidad de 3 al 5 % del peso vivo de los peces, dividido en dos raciones, las que se les da por la mañana y por la tarde, la partícula alimenticia debe tener un diámetro de 3 a 5 mm.

La mortandad en ésta etapa es del 5% y se deben realizar muestreos semanales para ajustar la cantidad de alimento a ofrecer, reacomodo de tallas y limpieza de los estanques.

Diariamente se necesita tomar parámetros de oxígeno, temperatura, amonio y se deben alimentar a los peces.

◆ **Engorda**

La engorda que es la última etapa del ciclo de producción, la densidad es de 25 a 50 Kg. de bagres por metro cuadrado, el alimento debe tener 30 % de proteína y la cantidad suministrada será de 3% del peso vivo dividida en dos raciones, mañana y tarde. Un día antes de realizar la cosecha, no se

suministra alimento. Al finalizar la etapa los peces deben medir de 28 a 30 cm de longitud y tener un peso aproximado de 250 g.

Cuando la engorda se realiza en estanques de corriente rápida se realiza 3 recambios totales de agua por hora.

Dentro de las actividades diarias se debe de medir la cantidad de oxígeno, la temperatura del agua, la cantidad de amonio así como el recambio apropiado de agua. Semanalmente pesado de peces para calcular la cantidad de alimento a administrar, reacomodo por tallas y limpieza de los estanques, al finalizar la etapa los estanques deben ser secados y desinfectados para recibir el siguiente lote de peces.

Literatura Consultada.

- Abdalla A.A.F., Romaine R.P. Effects of timing and duration of aeration on water quality and production of channel catfish. *Journal of Applied Aquaculture*. 1996; 6: 1, 1-9.
- Graaf G.J., Galemoni F., Banzoussi B., De Graaf G.J. Artificial reproduction and fingerling production of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (burchell 1822), in protected and unprotected ponds. *Aquaculture-Research*. 1995; 26: 4, 233-242.
- Goudie C.A., Davis K.B., Simco B.A. Production of monosex fish populations: the channel catfish model. *International Fish Physiology Symposium, Canadá (Vancouver, BC)* 1994 jul. 16-21
- Mackinlay, D.D. Ed. Vancouver, BC-Canadá *Fish-physiology-association* 1994: 150-155.
- Goudie C.A., Simco B.A., Davis K.B., Carmichael G.J. Growth of channel catfish in mixed sex and monosex pond culture. *Aquaculture*. 1994; 128: 97-104.
- Goudie C.A., Simco B.A., Davis K.B. Qinghua production of gynogenetic and

- polyploid catfish by pressure-induced chromosome set manipulation. *Aquaculture* 1995; 133: 185-198.
- Kossowski C. Prospects for catfish culture (siluroidei) in South América. *The biology and culture of catfishes.* 1996; 9: 189-195.
- Landau M. *Introduction to aquaculture.* USA: John Wiley and Sons, inc. Edit. 1992.
- Lorio W.J. Production of channel catfish in ponds with water recirculation. *Prog. Fish cult.* 1994; 56: 202-206.
- Pillay T.V.R. *Aquaculture principles and practices.* Great Britain: fishing news books, 1990.
- Robinson E.H., LI M.H., Gerard P.D. *Catfish nutrition production research.* Nov. 1995.
- SEMARNAP: *Directorio Nacional de Acuicultura.* México, 1996
- Stikney R.R. *Principles of warmwater aquaculture.* USA: John Wiley and Sons. 1979.
- Terhune J.S., Schwedler TE, English W.R., Collier J.A. Channel catfish production with combination and replacement stocking. *Prog. Fish cult.* 1997; 59: 20-24.
- Tripathi S.D. Present status of breeding and culture of catfishes in south africa. *The biology and culture of catfishes.* 1996; 9: 219-228.
- Tucker C.S. The ecology of channel catfish culture ponds in Northwest Mississippi. *Rev. Fish.sci.*1996; 4: 1-55.
- Waldrop J.E., Wilson R.P. Present status and perspectives of the culture of catfishes (siluroidei) in North América. *The biology and culture of catfishes.* 1996; 9: 183-188.
- Wurts W.A., Wynne F. Sustainable channel catfish farming. Low management production through modified stocking and feeding practices. *World-Aquacult.* 1995; 26: 54-59.

CAPÍTULO 10

PATOLOGIA Y CONTROL SANITARIO EN EXPLOTACIONES PISCICOLAS.

Ana Auró de Ocampo

Los peces, como cualquier otro organismo vivo son susceptibles de sufrir la agresión por agentes físicos o biológicos y enfermar. Los sistemas de producción intensivos colaboran en este proceso ya que las densidades de carga son altas, el equipo para oxigenar no siempre está en las mejores condiciones, la calidad del agua puede modificarse y el manejo por parte de los piscicultores puede ocasionar estrés como causa predisponente de enfermedad.

La respuesta de los peces a estos agentes es muy variada, dependiendo de la resistencia del pez y de la virulencia del agente etiológico, pero en general existe una buena respuesta homeostática de los peces a estas agresiones.

Enfermedades de origen viral.

Los virus son los agentes patógenos más temidos en las explotaciones piscícolas debido a que aún o se encuentra un tratamiento efectivo para su terapia.

Los virus se dividen en dos grupos:

Aquellos con genoma RNA (el virus se replica en las mitocondrias.) Y los virus con genoma DNA (el virus se replica en el núcleo).

Los reservorios de virus RNA o DNA son principalmente animales enfermos o portadores sanos; el organismo que sirve como reservorio elimina el virus por secreciones

provocando con esto que se contamine el agua y si hay hospedadores susceptibles se infectan por vía oral, posteriormente el virus atraviesa la mucosa digestiva y llega al torrente circulatorio, por medio del cual es llevado a los órganos blanco. Primeramente estos virus tienen un tropismo específico:

Endotelios vasculares en el caso de Septicemia hemorrágica viral de los salmónidos, Viremia primaveral de la carpa y Enfermedad viral del pez gato. Páncreas en la Necrosis pancreática viral de los salmónidos.

Bazo, riñón e hígado en la necrosis hematopoyética viral de los salmónidos.

Y posteriormente, el virus se hace pantrópico, dada la viremia.

Existen infecciones bacterianas oportunistas que, en el caso de que el pez sobreviva a la infección viral, casi siempre se deben a microorganismos Gram negativos que producen lesiones cutáneas y musculares de tipo necrótico licuefactivo.

Independientemente del lugar de su replicación, la patogenicidad del virus se debe a la ruptura de la membrana celular en el órgano blanco cuando las partículas vírales salen de la célula.

De las enfermedades vírales que afectan a los peces dulceacuícolas la mayoría son producidas por virus RNA, éstos son:

1. El virus de la Septicemia hemorrágica viral de los salmónidos. (*Rhabdovirus*)
2. El virus de la Necrosis Pancreática viral de los salmónidos. (*Virus tipo Reo*)
3. El virus de la Necrosis hematopoyética viral de los salmónidos. (*Rhabdovirus*)

4. El virus de la Viremia primaveral de la carpa. (*Rhabdovirus*)
5. El virus de la Enfermedad viral del Bagre. (*Herpesvirus*)

Y entre los virus DNA, los principales son:

1. El virus de la Linfoquistosis. (*Poxvirus*)
2. El Virus del epiteloma papiloso de la carpa. (*Virus tipo Herpes*).
3. Los virus afectan a alevines, crías y juveniles presentando una muy alta morbilidad, hasta del 100% en estas etapas, mientras que en adultos la morbilidad y mortalidad es baja de 2 a 3%, aunque muchas veces quedan como portadores sanos. Sin embargo, la inmunidad conferida por una infección de esta naturaleza no protege contra posteriores ataques. El curso de estas enfermedades puede ser sobreagudo, en cuyo caso el 100% de los peces enfermos mueren sin lesiones aparentes, en el curso de pocas horas; agudo, cuando ya existen algunas manifestaciones (signos de enfermedad) aunque casi no hay lesiones aparentes; subagudo y crónico, en cuyo caso, hay sobrevivencia y se encuentran todas las lesiones y manifestaciones clínicas registradas.

Los signos externos que presentan los organismos en presencia del virus RNA son los siguientes:

- Obscurecimiento de la piel.
- Exoftalmia.
- Aumento de volúmen de la cavidad principal del cuerpo

Las manifestaciones etológicas en estos casos son:

- Anorexia y segregación del resto del cardúmen, generalmente hacia donde está la fuente de oxígeno.

- Los otros peces agreden al enfermo e incluso pueden mutilarlo o matarlo.

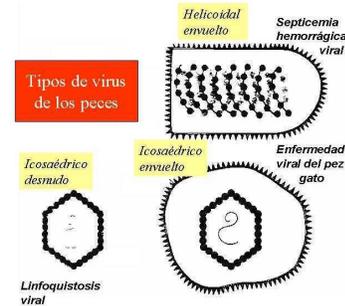


Fig. 61 Virus de los peces

Tratamiento:

No existe tratamiento factible. Para prevenir la entrada de estas infecciones, se requiere

Que siempre que se van a introducir nuevos animales a la granja, estos deberán cuarentenarse aunque se cuente con todos los certificados de origen de ausencia de dichas patologías (NOM PESC 10)

Una vez que se presenta un brote se recomienda eliminar a toda la población, enterrar los cadáveres bajo cal viva o incinerarlos, hacer una desinfección exhaustiva de las instalaciones en su totalidad y volver a repoblar.

Diagnóstico.

Las lesiones internas como hemorragias en muchos órganos, hidroperitoneo o anasarca y necrosis de los órganos blanco, pueden auxiliar en el diagnóstico pero conviene que para hacer un diagnóstico fidedigno se recomienda el sembrar en cultivo de tejidos, observar los efectos citopatogénicos y tratar de identificar al agente etiológico mediante microscopía electrónica, serología o sondas moleculares.

Virus DNA.

Dentro de éstos está el virus causante de la linfocitosis en todos los peces de agua dulce como marina (es el único virus que afecta a la tilapia).

La linfocitosis dada por un virus DNA produce lesiones de tipo neoplásico en todas las partes del cuerpo del organismo donde se encuentran células linfoides provocando que las células crezcan de forma incontrolada ya que modifica el código del DNA, dando como resultado que estas células se vuelvan cuerpos extraños para el propio organismo; en consecuencia llegan los macrófagos los encapsulan y se forma un granuloma; el granuloma es autolimitante puede madurar y caerse ó puede estimular al sistema inmune provocando un fibroma.

Cuando se importan huevos hay que desinfectarlos y se puede lograr con agentes como son cloruro de benzal, alógenos, cloro y yodo, oxidantes, ozono y verde de malaquita (libre de zinc), álcalis, cal viva o apagada, colorante azoicos, acridina (se puede matar el virus a nivel de huevo).

Dada la autolimitación de la virosis, puede producir una alta morbilidad pero baja o nula mortalidad, si se trata de peces de consumo, éstos pueden comercializarse fileteados, ya que enteros mostrarían las cicatrices de las áreas donde estuvieron los linfocitos y eso demerita su precio en el mercado.

Bacterias patógenas para los Peces.

Familia	Género
<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Edwardsiella</i>
	<i>Yersinia</i>
<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Pseudomonas</i>
<i>Vibrionaceae</i>	<i>Aeromonas</i>

	<i>Plesiomonas</i>
	<i>Vibrio</i>
<i>Cytophagaceae</i>	<i>Otophaga</i>
	<i>Flexibacter</i>
<i>Corynebacteriaceae</i>	<i>Renibacterium</i>
<i>Nocardiaceae</i>	<i>Nocardia</i>
<i>Mycobacteriaceae</i>	<i>Mycobacterium</i>
<i>Streptococcaceae</i>	<i>Streptococcus</i>

BACTERIAS GRAM NEGATIVAS

Se considera que casi siempre son saprófitas y para que produzcan enfermedad se requiere que existan factores predisponentes como altas densidades de carga, limpieza defectuosa de instalaciones, modificaciones bruscas de la temperatura y el oxígeno del agua y períodos de los peces sin comer. Las bacterias (sobre todo pseudomonas y aeromonas)

Todas estas bacterias penetran por la boca o por soluciones de continuidad en la piel. Atraviesan la mucosa digestiva y llegan al torrente circulatorio (donde primeramente hay una bacteremia), por medio del cual llegan al órgano blanco que es siempre la piel, aquí se reproducen causando necrosis licuefactivas de distinta magnitud y, dependiendo de la resistencia del pez se producirá o no una septicemia que afecte a todo el organismo. Muchas de estas bacterias (sobre todo pseudomonas y aeromonas) se reproducen en tal magnitud en la sangre que forman émbolos bacterianos y pueden producir áreas de necrosis seca, causando la mutilación de diferentes apéndices del pez o de áreas no apendiculares.

Furunculosis.

Es causado por *Aeromonas salmonicida* y *Aeromonas salmonicida nova* afecta a los salmonidos, tilapia, carpa y bagre.

Enfermedad de las aguas frías o del deshilachamiento de las aletas.

Es producida por *Citophaga psicrofila*, y es una de las más aptas para causar necrosis seca.

Enfermedad Columnar o de Silla de Montar.

Causada por *Citophaga columnaris*. Su característica es que las lesiones cutáneas primarias se presentan en la base de la aleta dorsal, como si fueran las úlceras causadas por una silla de montar.

Enfermedad de la Úlcera.

Producida por *Haemophilus piscium*. Causa una necrosis licuefactiva en la piel pero las células melanoforéticas tratan de proteger al organismo y por lo tanto hay un tropismo de éstas en el lugar de la úlcera.

Producida por *Vibrio fluorens*, este patógeno causa la misma signología y lesiones que las aeromonas, aunque su patogenicidad es mucho más alta.

Tratamiento.

Existe una gran variedad de drogas que pueden ser utilizadas en el tratamiento de estas enfermedades, sin embargo se recomienda primeramente manejar los parámetros fisicoquímicos del agua así antes que tratar con fármacos, para evitar la contaminación del agua y para evitar la presencia de residuos que podrían afectar al consumidor final.

Una de las drogas más recomendada para estos Gram negativos son las sulfas, y en especial el sulfisoxazol (gantrisin, sodizol,

sulfazin) en dosis de 22-24g/100 Kg. de peso por día en el alimento y repetir 10 a 20 días. Esta sulfa tiene la característica de no cristalizar en el riñón.

Las Fluoroquinolonas, como flumequina, ácido oxonílico, ácido nalidíxico y ácido pipemídico, se usan en dosis de 15 a 30mg por Kg. de peso vivo una vez el día hasta por 5 días.

Actualmente se están probando experimentalmente las Cefaquinolonas con muy buenos resultados sobre todo contra *Vibrio fluorens*. En dosis de 5-10mg/kg en el alimento o en el agua.

Bacterias Gram Positivas.

Todas las infecciones provocadas por las bacterias Gram positivas son de origen humano.

Tuberculosis.

Producida por *Mycobacterium piscium* o por *Mycobacterium marinum*, se caracteriza por la formación de granulomas en los diferentes órganos del pez, y se diferencian de aquellos de los mamíferos en la ausencia de células tipo Langhans. Su diagnóstico se lleva a cabo por medio de una tinción de Ziehl Neelsen en muestras histológicas. Se trata con Rifampin en dosis de 6mg/100g de alimento, y se recomienda en unión con isoniacida. Aunque, cuando ya hay lesiones éstas son irreversibles y demeritan notablemente el producto.

Nocardiasis.

Es producida por *Nocardia asteroides*, la signología y lesiones son muy semejantes a aquellas de la tuberculosis.

Se recomienda eliminar a los animales infectados y repoblar.

Enfermedad de Dee, Corinebacterias de los salmónidos

o BKD (por las siglas en ingles de Enfermedad renal bacteriana).

Es producida por *Renibacterium salmoninarum*; el primer lugar donde se identificó fue en Dee Inglaterra, de donde se tomó el nombre. Provoca necrosis en riñón y la bacteria sale por orina e infecta el estanque o embalse principalmente de aguas frías.

Renibacterium salmoninarum provoca los mismos signos que *Corinebacterium* produciendo necrosis también a nivel de miotomos.

Se recomienda la Eritromicina (emicin, eripar, eritrocín, maracín) en dosis 100mg/kg de pez en el alimento por 21 días.

Estreptococosis.

Esta es una de las enfermedades que con más frecuencia son transmitidas del ser humano a los peces, produciendo bajas morbilidades pero mortalidad del 100% en los peces enfermos. Por lo general los peces dejan de comer, presentan diarrea (aunque es muy difícil observarla) y mueren en pocas horas. El curso es agudo y se recomienda tratar con Eritromicina en dosis de 10g/kg por día durante 21 días.

Enfermedades producidas por Hongos.

Los hongos afectan de dos maneras a los peces:

Directamente, ya que hay producción de exotoxinas proteolíticas e indirectamente por el suministro de alimento enhongado dando origen a aflatoxinas que producen cáncer en el organismo (carcinomas hepáticos).

Hongos más comunes:

Saprolegnia parasítica.

Achlia sp.

Mucor sp.

Los hongos mencionados anteriormente son saprófitos, todos se encuentran clasificados como ficomicetos y si estos hongos crecen sobre un organismo vivo se reproducen sexualmente (oogonias y anteridos), pero si se aíslan del agua y se siembran en un medio de cultivo su reproducción será por esporulación y las hifas no son septadas.

Se reproducen con mayor facilidad en las aguas frías que templadas o calientes, sin embargo, puede darse el caso de infecciones en peces que viven en esta agua.

Si el organismo infectado se observa dentro del agua, el hongo tendrá un aspecto algodonoso, y si el organismo es sacado del agua el hongo tendrá una apariencia de moco.

El hongo produce necrosis primeramente en piel y después afecta músculo, pudiendo producir verdaderos agujeros a través de los cuales los peces se eventran.

Estos casos son muy comunes en los reproductores de trucha cuando se les aplica el masaje para obtención de semen o huevos, por lo que se recomienda que éste no se lleve acabo directamente sino que se utilice un gel estéril.

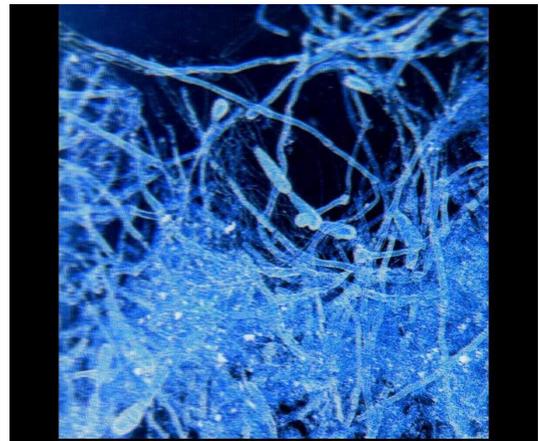


Fig. 62 Saprolegniasis

Tratamiento.

En México se da tratamiento con verde de malaquita a los huevos ya fertilizados para evitar saprolegniasis, pero en Estados Unidos de Norteamérica desde 1935 no está autorizado por la FDA.

Otra opción para desinfectar los huevos fertilizados es la formalina.

Modificación de pH y temperatura, por otra parte si se acidifica el agua disminuye la incidencia de saprófitos, lo mismo ocurre si se aumenta la temperatura.

Griseofulvina y nistatina son utilizadas para los tratamientos de hongos, pero una de las desventajas es que los tratamientos son largos y caros.

Se puede utilizar compuestos cationicos, sulfato de cobre, aminos y amidas.

Otra opción es utilizar izodine (5 partes por 95% de alcohol) si los organismos no están muy infectados todavía.

Los productos herbolarios como es el caso del ajo suelen ocuparse en estos casos ya que presentan sustancias aleinas, que es fungicida, el ajo se utiliza machacado colocándose 3 ajos por 40 litros de agua durante 6 días.

Piel de lija.

Producida por *Ichtiophonus hofferi* no solo afecta piel sino también a hígado. No hay tratamiento.

Una de las lesiones que es indirectamente producida por hongos es el hepatoma (carcinoma hepático), causado por las aflatoxinas de ciertos hongos que se asientan en el alimento húmedo. La trucha es la especie más afectada aunque también se ha observado en otros peces. La lesión inicia con anisocitosis de los

hepatocitos y continúa con la neoplasia que en ocasiones puede sustituir al parénquima hepático completo.

No existe tratamiento.

Enfermedades parasitarias.

Parásito. Organismo que habita dentro o fuera de su hospedador y se alimenta del mismo durante toda o parte de su vida.

Protozoarios ectoparásitos.

Epibiontes (protozoarios): son microorganismos que solo utilizan al pez como un sustrato para detenerse o transportarse. Sin embargo, muchos de estos organismos están armados con flagelos, cilios o ganchos y producen lesiones de tipo traumático al organismo hospedador, causándoles enfermedad.

Dentro de ellos, los más comunes son:

Costia ichthybodo o *Costia necatrix*.

Protozoario flagelado, que se reproduce por bipartición; los flagelos se introducen en la piel del pez para poder sostenerse y comer ya que este protozoario se alimenta de sustancias simples que ya están en solución en el agua. Los flagelos provocan irritación en la piel y las células caliciformes producen más moco e impiden un buen intercambio osmótico, esto provoca una dermatitis pruriginosa y el pez, al rascarse y frotarse contra la pared y el suelo se causa laceraciones que posteriormente pueden infectarse con bacterias oportunistas y hongos.

Tratamiento.

Sal de 10 a 15g por litro de agua, dar baños de inmersión de 20 minutos, jamás utilizar recipientes galvanizados ya que son tóxicos al verter el agua con sal.

Colorantes de acridina 3mg por 300ml de agua y protegerlos de la luz.

Trichodina sp.

Presenta siete coronas radiadas ciliadas y en el centro presenta dos coronas de ganchos que son las que se prenden o se adhieren al pez. Se ha observado que, del centro sale un tubo como un esófago protráctil por medio del cual consumen alimento del agua. Al igual que con la *Costia*, la *Trichodina* produce comezón y la operación de frotarse contra superficies rugosas da lugar a laceraciones que posteriormente se infectan.

Tratamiento.

Sal, oxiclورو de cobre ó oxido de cobre (demasiado de esta producto aumenta los metales pesados en el agua y por consiguiente se vuelve tóxica para el pez), sulfato de cobre.

Chilodonella (cyprini).

Este protozooario no tiene cilios ni flagelos, emite una sustancia mucosa con la que se adhiere a la piel del pez y esto impide el libre intercambio osmótico entre la piel y el medio acuático; suele encontrarse también en branquias.

Tratamiento.

Verde de malaquita 66ppm en baño de inmersión por 10 segundos, y 5ppm en baño de inmersión por una hora.

Sal de mesa yodatada de 10 a 15g en un litro de agua en baños de inmersión durante 20 minutos a cada organismo.

En estanques pequeños o acuarios se puede colocar alambre de cobre, oxido de cobre o sulfato de cobre.

Ichthyoptirius multiphylis.

Este organismo, es un protozooario que por definición se clasifica como

parásito estricto, ya que éste sí consume elementos propios del hospedador para su sustento.

Presenta el núcleo en forma de herradura; este protozooario tiene dos fases primordiales en su ciclo de vida: una subepitelial(en piel o en branquias) y una fase bentónica.

La primera se ubica en la dermis del pez donde madura y rompe la piel, posteriormente se va al bentos.

En el bentos se reproduce por una especie de división binaria continua como la mórula allí rompe la capa del quiste bentónico, los esporozoitos ciliados salen e infectan nuevamente la piel de un pez atravesándola y ubicándose en la misma dermis donde es rodeada por tejido conjuntivo fibroso, es entonces cuando se observan puntos blancos en la superficie cutánea, a lo que se debe el nombre de "Enfermedad de los puntos blancos"



Ciclo del *ichthyoptirius mutifilis*

Fig. 63 Ichthyoptiriasis

Tratamiento.

Permanganato de potasio 5ppm en baños de inmersión de una hora.

Oxido de calcio, cal viva o cal apagada, se drena el estanque y se desinfecta, se coloca a 200kg por hectárea de cal mojada por una semana y después se enjuaga.

Metazoarios: Ectoparásitos.

Monogenésicos: Así llamados porque solo requieren de un hospedador que es el pez en el ciclo de infección.

El ectoparásito adulto se encuentra sobre la piel del pez o branquias; los huevos puestos por los adultos eclosionan para liberar oncomiracidios que se adhieren nuevamente a la piel del pez, o bien nadan un poquito y encuentran otro hospedador.

Existen varias especies, las más importantes son:

Giradactylus sp: es un organismo muy oxifílico y por lo tanto se adhiere a las branquias.

Dactylogirus sp: es un organismo menos oxifílico y se va a encontrar en toda la superficie cutánea del pez.

Ambos presentan en el extremo posterior pequeños ganchos en la periferia y en el centro un gancho gigante semejante a una ancla. En el extremo anterior tiene ventosas, de tal forma que, por cualquiera de los extremos que se adhiera al pez, le produce lesiones traumáticas, por los ganchos o necrosis por la presión negativa que ejercen las ventosas.

Alcanza el intercambio osmótico y/o gaseoso, encontrándose en piel o branquias.



Fig. 64 Ciclo de Monogenésicos

Tratamiento.

Sulfato de cobre (existen problemas cuando se administra en aguas suaves ya que es tóxico). 1-2ppm en baño de inmersión por tiempo indefinido o baño de inmersión de 500ppm por 1 minuto.

Sal común.

Acido acético, vinagre de frutas al 10% en baños de 30 segundos.

Bajar la temperatura de 28 a 18 c y de 15 a 12 por consecuencia se llegan a desprender.

Antisépticos.

Para las branquias azul de metileno.

Endoparásitos Protozoarios.

Tripanoplasma o *Criptobia*, es un hemoparásito transmitido al pez por la mordedura de la sanguijuela.

Critobia piceum.

Se requiere un vector que en este caso es la sanguijuela *Hirudo officinalis* y/o *Piscícola geómetra*, etc. la cual se adhiere al pez por presión negativa, gracias a su boca cicloide que constituye una ventosa, causando necrosis y mutilaciones, además posee sustancias anticoagulantes (Hirudina) que hace que el pez en algunas ocasiones muera desangrado.

Tratamiento.

Metronidasol 250mg/kg en el alimento por 3 días.

Coccidiosis por *Eimeria sp*.

El trofozoito entra por la boca del hospedador, atraviesa la membrana celular de las células epiteliales de la mucosa y allí forma el esquizonte de donde salen nuevos trofozoitos a infectar más células, y como consecuencia produce enteritis hemorrágica. También se ha observado en la mucosa de la vejiga natatoria, aunque en éstos casos se trata de *Hexamita* u *Octomitus sp.*

Henneguya sp. Es un microsporidio que penetra por vía oral, atraviesa la mucosa digestiva, llega al torrente circulatorio y perforando el endotelio vascular se va a localizar en el tejido conjuntivo de las branquias y se produce una base esporulante provocando que no haya intercambio gaseoso y muera el pez por asfixia.

Myxobolus sp. Se trata de otro microsporidio que se ubica en el tejido conjuntivo de cualquier parte del organismo y causa una lesión bastante dramática por la esporulación, produciendo además necrosis de los tejidos circundantes por presión. En ojos causa ceguera, en branquias produce asfixia y en otros órganos impide cualquier función y movimiento.

Tratamiento.

Cloruro de amonio en dosis de 20ppm en baños de inmersión rápidos de 3 minutos.

Si presenta coccidiosis administrar sulfas o coccidioestatos en el alimento.

Tetraciclinas.

Organofosforados son muy tóxicos solo se pueden administrar 0.5-1ppm en el agua del estanque.

Dihidrocloruros de acridina (colorantes) agregar 1g/100 litros de agua durante el tratamiento mantener el tanque en la oscuridad y con aireación artificial, se pueden colocar

láminas de PVC o polietileno negro sobre el estanque; nunca se debe de rebasar las 10ppm ya son citotóxicos.

Metazoarios Endoparásitos.

Nemátodos.

El ciclo de los nemátodos parásitos de los peces se cierra gracias a la presencia de aves piscívoras que constituyen el hospedador final, y que están infectadas con el gusano adulto, al eliminar sus heces en el agua, salen los huevos del endoparásito, los que al eclosionar producen una larva ciliada que nada y es ingerida por un microcrustáceo copépodo (primer hospedador intermediario), en éste las larvas migrantes se enquistan en los músculos y en el momento que son ingeridos los peces por el ave piscívora, el quiste es digerido y la larva continúa su desarrollo hasta adulto en el intestino del ave. Sin embargo, existe un ciclo heterodoxo, en el cual, si el pez es consumido por un carnívoro o un omnívoro (como el hombre), la larva migrans se queda como tal, produciendo una migración.

A través de la dermis y causando al hombre una dermatitis muy dolorosa por los lugares que atraviesa la larva. Tal sucede por ejemplo con:

Gnatostoma spinigerum y *Anisakis sp.*

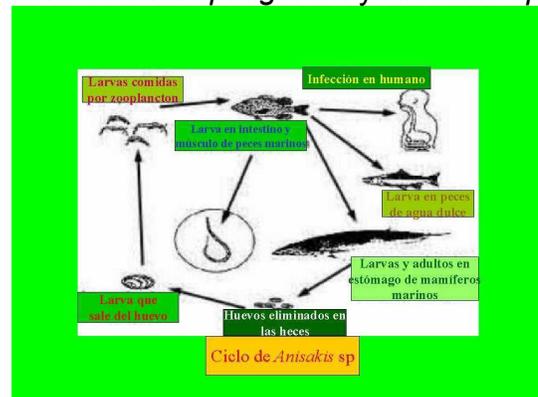


Fig. 65 Ciclo de *Anisakis sp.*

El gusano adulto está en el intestino del ave (vía ortodoxa), al defecar las heces van acompañadas con huevos, cuando los huevos eclosionan surge una larva la cual tiene cilios, esta larva es ingerida por un hospedador intermediario como son los copépodos, estos microorganismos son ingeridos por un pez, la larva no se convierte en adulto y migra al músculo o al intestino del pez el cual se convierte en hospedador secundario o final respectivamente. Si es consumido por el humano en éste produce granulomas en el intestino o migra a través de rutas heterodoxas, dependiendo de la especie de que se trate.

Los nemátodos no atacan al pez solo compiten por el alimento provocando que la etapa de engorda sea más lenta.

Tratamiento

Fenbendasol 25 a 50 mg por kilo de alimento, los cuales se dejaron 3 días sin comer para que acepten el alimento medicado.

Prazicuantel a dosis de 50 mg por kilogramo de peso durante tres días.

Acantocefalos.

La cabeza del parásito se encuentra armada con espinas, atacan al intestino en el cual se prenden provocando hemorragias; en el pez se encuentra la etapa adulta del parásito este libera la larva nadadora la cual es ingerida por un huésped intermediario que puede ser un invertebrado formándose el cisticanto, el invertebrado es ingerido por el pez y el parásito se puede enquistar o convertirse en adulto.

Cestodos.

Presentan el mismo ciclo que los nemátodos. En el pez (segundo hospedador intermedio), la fase larvaria no se encuentra dentro de una bolsa (cisticerco) si no que el excólex con los dos primeros proglótidos constituyen la larva (plerocercoides).

Existen zoonosis producidas por este organismo. Por ejemplo la clonorquiasis. En 1986 se introdujo la carpa herbívora a México para el control del lirio acuático esta venia infectada por *Bothriocephalus achelognali* parásito que se disperso por toda la República Mexicana y no solamente en carpas si no que en otras especies ícticas, produciendo enormes perdidas y la imposibilidad de exportar nuestra carpa.

Tratamiento.

Benzimidazoles en especial fenbendazol y albendazol en dosis de 20 mg/kg. de peso corporal semanalmente, por vía oral y repetir tres veces.

Prazicuantel 100 mg/25g de alimento, diariamente por 7 días.



Ciclo de vida de los cestodos

Fig. 66 Ciclo de cestodos

Trematodos (digenésicos).

El hospedero final es un ave o pez aquí se encuentra el tratamiento en un estado adulto, este pone huevos de

donde sale la larva ciliada, esta no es ingerida por el primer hospedero sino que penetra a un molusco gasteropodo (caracol), aquí se desarrolla la larva y una vez madura perfora la piel y sale la cercaría la cual puede tener dos caminos; el primero, es consumida por un artrópodo y este a la vez es consumido por un pez o bien ser directamente comida por el pez dentro del pez, dentro del pez se desarrolla el adulto y posteriormente se enquistas.

La enfermedad es llamada opistorquiasis la cual es una zoonosis.

México importó peces los cuales estaban infectados por *Diplostomum spathaceum*; este tremátodo se ha encontrado en peces que viven en embalses naturales e instalaciones en donde los peces consumen moluscos (carpa negra) en donde la larva se enquista en el ojo del pez (metacercaria) dejándolos ciegos.

Tratamiento.

Eliminar caracoles de los estanques.
Praziquantel 2-150mg/kg peso en el alimento durante 3 a 5 días.

Microcrustaceos.

Copépodos: las hembras adultas son las que parasitan al pez, sus patas tienen ganchos y con estas se sujetan de él, causando lesiones drásticas que evitan el intercambio gaseoso y hemorragias por las lesiones traumáticas, la hembra ovoposita y posteriormente se suelta del pez.

Lernaea: es un copépodo cuya hembra tiene ganchos como anclas las cuales se prenden a la piel traumatizando al pez y abriendo la puerta a infecciones oportunistas por bacterias o por hongos.



Fig. 67 Lernaea o gusano ancla

Tratamiento.

Organofosforados.

Organoclorados.

Cloruro de amonio, si es comercial la dosis será de 10 – 25g/l de agua, hacer baño de inmersión de 10 – 15 min.

Acido acético, la dosis será de 0.5ml/1l de agua realizar baños de inmersión de 30 segundos.

Piretrinas (tóxicas). La dosis será de 0.1ppm litros de agua realizando baños de inmersión durante 20 min.

Moluscos bivalvos (dos valvas).

En una parte de su ciclo vital actúan como parásitos llamados gloquidias, en esta etapa son muy oxifílicas y se van a branquias en donde se le prenden al pez provocando un enquistamiento alrededor de la gloquidia e impidiendo el intercambio gaseoso por lo que el pez muere por asfixia.

Tratamiento.

No hay.

Anélidos.

Sanguijuelas: *Hirudo officinalis*, *Piscicola geometra*.

Estas sanguijuelas se adhieren al pez por medio de su ventosa provocando

presión negativa y por consecuencia hay una necrosis, y la sanguijuela inyecta una sustancia anticoagulante llamada hirudina e impide la coagulación y el pez muere desangrado, además es vector de la Criptobia (hemoparásito).

Tratamiento.

Cloruro de sodio a una dosis de 10g/1 litro de agua, realizar baños de inmersión durante 20 minutos.

Lisol (cresol, priasol). A una dosis de 1ml/5 litros de agua, realizar baños de inmersión de 5 a 15 segundos, sacar y ponerlos en agua limpia inmediatamente.

Lamprea:

Es un pez ciclostomo (presenta una boca en forma de círculo que actúa como ventosa adhiriéndose a los peces para comerse el músculo necrosado).

No existe tratamiento porque cualquier droga que mate a la lamprea mataría también al pez hospedador.

Patología de etiología física.

Enfermedades por quemadura de sol

Los lenguados son organismos bentónicos que se encuentran estáticos en el fondo del embalse y toda su superficie superior esta expuesta a los rayos solares, por lo que sí el fondo es poco profundo, pueden sufrir serias quemaduras en la piel.

Existen también quemaduras del cristalino por los rayos solares.

Enfermedad de las burbujas de gas.

Debido al exceso de burbujas de oxígeno y nitrógeno que son inyectadas en el agua, se pueden producir burbujas en diversas

localidades como el ojo, bajo la piel, entre el músculo o como émbolos gaseosos en el torrente circulatorio, produciendo desde diferentes disfunciones hasta la muerte del pez.

Momificación de los peces.

Principalmente ocurre en peces de ornato, en un cardumen algún o algunos peces empiezan a adelgazar y a perder el color.

Enfermedades del saco vitelino.

Opacidad del saco vitelino y muerte, no hay presencia de bacterias u hongos, se cree que este problema es congénito.

Melanomas.

Por efecto de hidrocarburos clorados como la gasolina o el petróleo.

Literatura Citada.

- Sinderman C. J., Lightner D.V. Editors. Disease diagnosis and control in North American Marine Aquaculture. New York: Elsevier, 1998.
- Lightner D.V. Editor. A handbook of pathology and diagnostic procedures for disease of penaeid shrimp. World Aquaculture Society. Louisiana State University. Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Lightner D.Y., Poulos B.T., Bruce L, Redman R.M., Noman L., Pantoja C., Mari C., and Bonami Jr. Development and application of genomic probes for use as diagnostic and research reagents for the penaeid shrimp parvovirus ihnv and hpv and the baculovirus mbv and bp. US Marine shrimp. Farming programs 10th Anniversary Review. Gulf coast research. Laboratory special publication. Ocean Springs, Mississippi: Gulf research reports. No.1 pp 59-85.

CAPÍTULO 11. CULTIVO DE CRUSTÁCEOS DECÁPODOS PRIMERA PARTE (PENEIDOS).

Ana Auró Angulo

Clasificación.

Aunque los crustáceos pertenecen al filum de los artrópodos, algunos autores los consideran tan importantes que los clasifican como un filum independiente. Los crustáceos mayores pertenecen a la clase *Malacostraca* y al orden *Decápoda*. Dentro de este orden se distinguen los camarones, pertenecientes al infraorden *Penaeidae* y los langostinos, al suborden *Caridae*.

Características generales.

Entre las principales características de los crustáceos están: un cuerpo revestido de exoesqueleto quitinoso con sales calcáreas y un estado larval llamado nauplio. Los apéndices son birrámeos, el crecimiento se realiza por mudas y sufren una metamorfosis larval.

Peneidos y carídeos. Diferencias entre camarones y langostinos.

Las principales características de los camarones peneidos: es tener los primeros tres pares de pereiópodos provistos de quelas, o sea terminados en pinza; la pleura del segundo segmento abdominal se sobrepone a la tercera pero no a la primera; las branquias son dendrobranquias (en forma de ramas de árbol); los machos poseen petasma y de los huevos eclosionan larvas "nauplios".

En contraste, en los langostinos el tercer par de patas no es quelado; la

pleura del segundo segmento abdominal se sobrepone tanto a la del tercero como a la del primero; las branquias son filobranquias (en forma de cabello) y las hembras acarrear los huevos en los pleópodos hasta que eclosionan como una larva zoea.

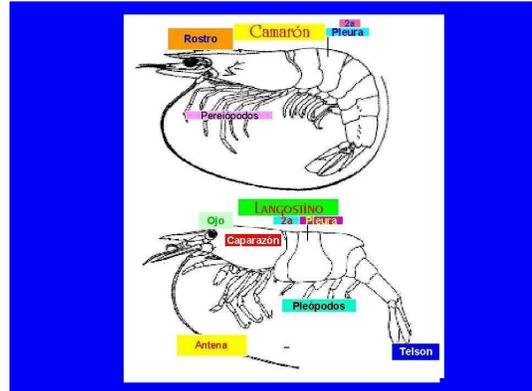


Fig. 68 Morfología externa del camarón

Anatomía y fisiología

Las características morfológicas principales de los camarones peneidos que los diferencian de otros crustáceos decápodos como los carídeos (langostinos) son:

- Los primeros tres pares de pereiópodos están provistos de quelas o pinzas.
- La pleura del segundo segmento abdominal se sobrepone a la tercera pero no a la primera.
- En los peneidos, la cabeza y el tórax se han fusionado en un cefalotórax, también denominado pereión. El abdomen está metamerizado y también se le llama pleón. Los apéndices del cefalotórax son patas caminadoras (cinco pares) denominados pereiópodos. En el pleón tienen cinco pares de patas nadadoras llamadas pleópodos. El cuerpo posee 19 segmentos: 5 de la cabeza, 8 del tórax y 6 del abdomen. Además cuentan con apéndices birrámeos especializados; en la cabeza: anténulas, antenas, mandíbulas y dos

pares de maxilulas. Todos los segmentos cuentan con apéndices excepto el último. Tienen ojos pedunculados, compuestos y las aberturas genitales se encuentran en la misma posición; la femenina en el sexto segmento y la masculina en el 8° segmento del tórax. Los machos de los camarones tienen petasma (pene) y las hembras poseen ténico (útero).

En el cefalotórax se encuentran todos los órganos y sistemas del crustáceo. Con objetivos prácticos se iniciará este resumen con el sistema nervioso.

Sistema nervioso

Constituido por dos cordones nerviosos formados por los ganglios y sus conexiones axonales y así el primer par de ganglios son los supra, sub y periesofágicos, seguidos de los ganglios segmentales en la base de cada pereiópodo y pleópodo. De los ganglios emergen nervios que van a inervar los apéndices.

Los peneidos poseen endorreceptores responsables de avisar al sistema nervioso central el estatus de los sistemas orgánicos, éstos endorreceptores se denominan propioceptores y son de tres tipos:

- 1) los órganos receptores musculares;
- 2) las células n y
- 3) los receptores de estiramiento del tejido conjuntivo (órganos cordotoniales y no cordotoniales).

Los órganos receptores musculares se sitúan en la región dorsal de los dos últimos segmentos torácicos y en todos los abdominales y su arreglo es tal que el músculo será estirado cuando el abdomen es flexionado.

Las células n son células sensoriales incrustadas en alguno de los músculos torácicos, no están asociadas a células musculares

especializadas pero terminan en procesos largos que se ramifican entre las fibras musculares ordinarias, estas células son sensibles al estiramiento.

Los receptores del tejido conjuntivo se encuentran en la hebra de tejido elástico de los pereiópodos y responden al movimiento de las dactilopoditas (meropodita y carcopodita).

Aparato respiratorio

El aparato respiratorio está constituido por branquias, en forma de ramas de árbol (dendrobranquias), que están ubicadas en las cámaras branquiales (una a cada lado del cefalotórax, bajo el caparazón. El agua pasa directamente a mojar las branquias, para efectuarse el intercambio gaseoso con la hemolinfa que circula por las venas branquiales.

Las superficies branquiales tienen importancia no solo en la respiración sino también en la eliminación de sales cuando la regulación de la presión osmótica de los líquidos del cuerpo se consigue por la eliminación de sales. Una capa gruesa de células epiteliales cuya superficie basal presenta lagunas de hemolinfa y que se encuentra localizada bajo la cutícula es la responsable del transporte de agua e iones.

El intercambio de gases se efectúa gracias a que el agua (con oxígeno disuelto) fluye hacia las branquias por la ayuda de las escafognatitas de los maxilares (extensiones filamentosas del exoesqueleto) y la corriente reversa se debe también a un movimiento periódico de la escafognatita. Una elevada concentración de anhídrido carbónico inhibe el movimiento de las escafognatitas y consecuentemente la corriente reversa.

El transporte de oxígeno se efectúa gracias a que éste pasa a la hemolinfa a través de la cutícula y los epitelios de las branquias mediante difusión. El oxígeno llega a los tejidos respiratorios total o parcialmente en solución y en este caso, también parcialmente unido a un pigmento respiratorio. El pigmento respiratorio es la hemocianina. Esta existe en decápodos (como los peneidos) y estomatópodos en un 0.18%, el núcleo de ligadura del oxígeno posee cobre en vez de hierro. La hemocianina oxigenada es azul y sin oxígeno es incolora.

El glucógeno es el principal carbohidrato almacenado en los crustáceos a nivel de la cutícula, el músculo y el hepatopáncreas, para la formación de glucógeno a partir de la glucosa se utiliza la vía embden-meyerhof en la cual es indispensable el oxígeno.

Otros factores que influyen en el metabolismo son:

A) Condiciones ambientales como temperatura y salinidad. A mayor temperatura, menor oxígeno en el agua y mayor actividad y consumo del mismo en el camarón, aunque los camarones manifiestan un grado de regulación homeostática en su grado metabólico, puede darse la muerte por calor, aunque su causa aún no está bien esclarecida, se ha observado que el nivel de sodio disminuye en la hemolinfa y aumenta en los tejidos y que el de potasio sufre lo opuesto. Esto significa que se pierde el equilibrio osmoconformador y osmoregulador del crustáceo. Debe recordarse también que, la quitina, principal material del exoesqueleto, tiene en su constitución azúcares y

consecuentemente la disminución del glucógeno almacenado en el hepatopáncreas es paralelo a la necesidad de oxígeno para elevar los niveles de azúcar en la sangre, esto indispensable para la formación de la quitina durante los estados de premuda y postmuda. Como la síntesis de la quitina se efectúa iniciando por glucosa-6-monofosfato y luego la vía acetilglucosamina, el control de la actividad de la hexosa-monofosfato es realizado por una hormona que se secreta en el pedúnculo ocular, por ello la extirpación de éste bloquea la vía.

- B) CO₂ y presiones del O₂.
- C) Diferencia entre especies.
- D) Efectos rítmicos asociados con los cambios de estación. Cualquier aumento en la temperatura tiende a incrementar el metabolismo.
- E) Hora del día, mes, marea y fase del ciclo de muda. Hay una suave elevación en el consumo de oxígeno desde la intermuda a la ecdysis posiblemente correlacionada con el incrementado metabolismo catabólico y anabólico que precede y sigue a la muda.
- F) Tamaño del cuerpo. Los crustáceos más activos poseen una área de branquias más grande que los poco o no activos.
- G) Estado nutricional. La inanición disminuye el grado metabólico.

Aparato digestivo

El aparato digestivo está constituido por boca, esófago, estómago, intestino y ano, el cual abre en la base del urópodo. Los apéndices anteriores participan en la alimentación. La glándula anexa al aparato digestivo es el hepatopáncreas. El tubo digestivo (intestino) se divide en intestino anterior (estomodeo), intestino medio

(mesenteron) e intestino posterior (proctodeo).

El esófago está revestido por quitina, el estómago posee también un revestimiento de quitina y además está provisto de osículos duros que ayudan en la trituración del alimento, las partículas gruesas son expulsadas hasta el ano y las finas pasan al hepatopáncreas. Sin embargo es, en el estómago donde se produce la mayor parte de la digestión química de los alimentos.

El hepatopáncreas es el principal órgano de absorción de los productos de la digestión; órgano multitubular, cuyas varias células (hepatopancreatocitos) que tapizan cada túbulo, tienen funciones definidas, como la producción y secreción de enzimas (células f), síntesis de glucógeno y lípidos, detoxificación de sustancias, almacenamiento de grasas (células r y b), la constricción tubular, excreción y secreción holócrina o merócrina.

Las enzimas digestivas son en orden de cantidad demostrada la proteasa, tripsina, carboxipeptidasas a y b, aminopeptidasas y dipeptidasas. También se han encontrado enzimas glucolíticas como amilasas, maltasas, sacarasas y celulasas y enzimas que hidrolizan la quitina. La digestión de los lípidos está asegurada por lipasas y estearasas. En los crustáceos existen compuestos emulcificantes que desempeñan el mismo papel que la bilis en los mamíferos. Otras enzimas encontradas en decápodos son la ribonucleasa, desoxirribonucleasa y fosfatasa alcalinas. El ph óptimo para la actividad de estas enzimas es variable, de 5.5 a 9 dependiendo de la enzima.

La actividad enzimática digestiva varía a lo largo del ciclo de

intermuda, con el ritmo circadiano, con el desarrollo larvario, de acuerdo con el alimento suministrado y de acuerdo con algunos factores ambientales. Por supuesto esta actividad se regula endocrinamente ya que se ha demostrado que la gastrina de las paredes del estómago y de la glándula del seno de los pedúnculos oculares aumenta la síntesis de enzimas digestivas, especialmente de la α -amilasa. Los exdisteroides (ecdisona) secretados por el órgano y estimulan la síntesis de enzimas digestivas. La colecistocinina, hormona péptica, está presente también en las células neurosecretoras y en la glándula del seno del pedúnculo ocular (glándula endocrina) y ésta hormona aumenta la síntesis de enzimas digestivas. La secretina, también del pedúnculo caudal tiene el mismo efecto.

La hormona inhibidora de la ecdysis (muda) también inhibe la síntesis proteica y consecuentemente la síntesis de enzimas digestivas.

El aparato excretor es conocido como glándula antenal dado que se halla localizada en la base de las antenas en la porción proximal del cefalotórax o glándula verde por su coloración a la observación macroscópica, de ésta glándula emerge un tubo excretor que abre en la base del quinto par de pereopodos.

Las actividades enzimáticas varían a lo largo del ciclo de intermuda, también tienen variaciones de acuerdo con el ritmo circadiano. Por supuesto, el grado de desarrollo del organismo es un factor que influye notablemente en la cantidad y calidad de las enzimas producidas y el tipo de alimento suministrado así como factores ambientales son determinantes de las actividades enzimáticas.

Aparato reproductor

El aparato reproductor, testículos y ovarios, de acuerdo con el sexo, se encuentran localizados entre el tórax y el abdomen en la porción dorsal. Cuando se desarrollan los ovarios invaden gran parte del cefalotórax y la parte dorsal del abdomen. Por el grosor de la gónada femenina y por la intensidad del color, se reconoce el grado de madurez sexual. El aparato reproductor masculino está conformado por los testículos, conducto espermático o seminal, el órgano sexual o petasma y los sacos espermáticos.

La glándula andrógena es la responsable de la producción de hormonas que determinan todos los caracteres sexuales secundarios y primarios del macho, se trata de un grupo de células localizadas a lo largo del canal deferente próximo a los túbulos testiculares. Esta glándula produce terpenoides y dos hormonas peptídicas.

El sistema reproductivo de la hembra está constituido por ovarios, los conductos ováricos y el órgano sexual (téllico) los ovarios son bilobulados y están ubicados en la parte anterior de la base del rostro a nivel de la segunda espina dorsal y termina en el primer tercio del segmento abdominal. Se ha comprobado que la hormona hiperglicemiante está involucrada en el control de la reproducción como factor estimulante. Los ovarios producen esteroides como la pregnenolona, estradiol, progesterona, estriol y sus derivados. Las prostaglandinas han sido demostradas en ovarios de langostinos (carídeos) pero no de camarones (penéidos).

Aparato circulatorio

El aparato circulatorio es simple y abierto; simple porque por el corazón solo circula hemolinfa no oxigenada y abierto porque termina en senos que bañan directamente a los tejidos, por lo que actúa también como fluido intersticial y combina las funciones de éste y de sangre. El corazón es de forma poligonal, ubicado en la porción posterosuperior del cefalotórax, sobre el hepatopáncreas. Su pared, constituida por músculo estriado, está perforada a intervalos por aberturas, a través de las cuales entra la hemolinfa desde el pericardio. La hemolinfa se encarga de transportar las sustancias nutritivas, productos de excreción, y hormonas y el oxígeno y otros gases son llevados a todo el organismo por los hemocitos. Los hemocitos no solamente actúan como células transportadoras de oxígeno sino que en una sola célula están también combinadas las funciones inmunogénicas. La hemolinfa no oxigenada proveniente de todo el cuerpo llega al seno ventral que está debajo del intestino, de ahí pasa a las branquias y luego a las venas branquiopericardiales que llevan la hemolinfa al pericardio, y de ahí atraviesa la pared muscular para acceder a la única cámara cardíaca, de donde sale por arterias, se distribuye en las lagunas que se comunican con las cavidades (senos), de donde es nuevamente llevada al seno ventral. La frecuencia circulatoria de los penéidos depende de la temperatura ambiente, del tamaño del camarón y del grado de actividad del mismo.

Aparato excretor

El aparato excretor de los crustáceos decápodos está constituido por la glándula verde o glándula antenal

(dada su ubicación en el cefalotórax, en la base de la antena). Se trata de un saco terminal o nefrostoma del que parte un tubo a un laberinto muy arrollado, el canal nefridial que lleva al laberinto posee dos partes una corta y otra larga que termina en una región dilatada como vejiga de la que emerge la orina por un poro excretor y que en los peneidos se encuentra en la base entre el 4° y 5° pereiópodo. Aún no se conoce bien la fisiología de la excreción de la glándula verde, indudablemente hay penetración de líquidos, lo que hace pensar que a semejanza de los glomérulos de los vertebrados, el saco final y el laberinto filtran líquido de la hemolinfa. Sin embargo la presión de filtración es muy baja, por lo que no es factor importante, parece ser que el líquido del extremo superior del túbulo es más parecido a la hemolinfa que a la orina. Durante el paso de la orina a lo largo del túbulo cambia su composición por reabsorción de varias sustancias. La glucosa que está presente en cantidades considerables en la hemolinfa, no se halla en la orina. Los cloruros se reabsorben en la luz de la glándula verde, en la región del túbulo contorneado y quizás en la vejiga. En el revestimiento epitelial de los túbulos que forman la porción glandular pueden verse gotitas, indicando que las células segregan algún tipo de sustancia.

El control osmótico de los líquidos del cuerpo no depende solo de la glándula antenal pues la obstrucción de los poros excretores no tiene mas que un efecto limitado sobre la excreción del amoniaco y la urea. Aparentemente la mayor parte del nitrógeno soluble sobrante es eliminado por la superficie de las branquias, siendo también el tubo

digestivo importante también en la eliminación de ciertos compuestos nitrogenados.

Los crustáceos son principalmente amoniotélicos y las especies marinas excretan del 70 al 90% de sus desechos nitrogenados como amoniaco. La urea y el ácido úrico no representan mas que una pequeña parte del nitrógeno excretado.

Por regla general, los crustáceos pierden agua en un medio hipertónico y absorben sales hasta que la hemolinfa sea isotónica con el medio y se restablezca el volumen normal de los tejidos. Los dos mecanismos por los que el crustáceo logra un balance estable en etapa de pérdidas difusivas (pérdidas de agua y de iones), son de dos categorías:

1. Mecanismos de limitación (que limitan las pérdidas difusivas) *osmoconformación*
2. Mecanismos de conformación (que equilibran las pérdidas difusivas) *osmoregulación*.

En el primer caso reducen los movimientos de iones o de agua reduciendo los gradientes que manejan la difusión o estrechando el área de permeabilidad para que esta difusión no se dé mayormente.

En el segundo caso los crustáceos generan contramovimientos del soluto en igual magnitud a la que pierde en la difusión, buscando el equilibrio.

Para los organismos marinos que mantienen la hemolinfa (concentración) por debajo del medio externo (concentración), el agua es eliminada a través de la superficie del cuerpo, como respuesta al gradiente de concentración osmótica entre la hemolinfa y el medio y los iones son ganados. Producen poca orina y

eliminan poca agua. La permeabilidad del agua osmótica perteneciente a dichos organismos es mayor que en los osmoconformadores y débiles hiper-reguladores. Baja producción de orina ayuda a reducir la pérdida de agua. El agua osmótica que se pierde a través del cuerpo es compensada por ingestión y absorción de agua salada externa. El agua que se absorbe por el intestino lleva sales minerales que se suman a la carga difusiva del animal, la orina es casi siempre isosmótica o algo hiperosmótica a la hemolinfa, el total de sales a expulsarse deberá ocurrir extrarrenalmente. Esto es en el ámbito de las branquias.

Se considera que la mayoría de los crustáceos marinos tienen hemolinfa isotónica con respecto al agua de mar.

Organos de los sentidos

La vista es el sentido exorreceptivo más importante en los animales activos. Los ojos están colocados en la porción anterior del cefalotórax, a ambos lados del rostro (estructura quitinosa que los protege) y se continúan por medio de su pedúnculo con el resto de la cadena ganglionar. El ojo está constituido de adelante hacia atrás por un poliestrato de células nerviosas fotosensibles, éstas están protegidas inicialmente por los lentes de la córnea que se pierden con la muda y posteriormente son protegidos por la secreción de las células epiteliales modificadas que se encuentran entre las células fotorreceptoras.

En la mayoría de los crustáceos con ojos pedunculares, la glándula endocrina (glándula del seno del pedúnculo) está situada en el segundo tercio del pedúnculo y descansa sobre la superficie dorsal del ganglio óptico.

No es una glándula en el sentido estricto sino un sitio de liberación de hormonas que se han formado en algún lugar del sistema nervioso central y que son transportadas por vía hemolinfa. Ahí se liberan las hormonas que determinan:

- 1) La inhibición de la muda
- 2) El control del metabolismo del azúcar
- 3) El control del grado metabólico
- 4) El control del desarrollo gonadal
- 5) El control de la dispersión de los pigmentos (cromatóforos)
- 6) El control del metabolismo de las proteínas
- 7) El control del metabolismo del agua
- 8) El control de los latidos del corazón.

Glándula del seno del pedúnculo ocular y órgano x.

La hormona hiperglicemia (hgh) del pedúnculo ocular de los decápodos es un polipéptido que actúa en el músculo abdominal, tejido intertegumentario, gónadas y branquias.

La extirpación del pedúnculo ocular conduce también a una exagerada asimilación de agua, que es reversible si al animal se le inyecta extracto del órgano x.

El corte de ojo reduce el desdoblamiento de las proteínas, sugiriendo la presencia de una hormona que normalmente estimula el catabolismo de las proteínas.

Las células neurosecretoras del pedúnculo ocular también inhiben la maduración sexual, ya que su ablación acelera ésta y la maduración de los huevos. La hormona que inhibe el desarrollo ovárico aparentemente se origina en el órgano x. La hormona del órgano Y también tiene una participación en la maduración de las gónadas mediante una estimulación en

la división celular. La hormona que inhibe el desarrollo de la gónada también proviene del órgano X.

Órgano Y, glándulas pericardiales y órgano mandibular.

El órgano Y (glándula ventral) está localizado junto al músculo abductor mandibular externo. La actividad secretora del órgano Y no está dirigida por nervios sino determinada por la ausencia o presencia en la hemolinfa, de otra hormona proveniente del pedúnculo ocular, cuando este se extirpa, la muda se acelera.

Las glándulas pericardiales están compuestas por un plexo de fibras nerviosas en la parte lateral del pericardio, representan un recurso de hormonas que influyen en la frecuencia cardíaca. Aumentan la amplitud de la contracción y número de latidos del corazón.

El órgano mandibular secreta farnesoato de metilo y ácido farnesoico, que intervienen en el comportamiento reproductivo de los machos, el órgano mandibular está bajo control inhibitorio de la glándula del seno del pedúnculo ocular, ya que la ablación de los tallos oculares resulta en hipertrofia de la glándula y aumento del farnesoato de metilo circulante.

El oído (estatocistos), colocados en las anténulas, son cavidades en las que flota una partícula sólida que al vibrar amplifica vibraciones de baja frecuencia transmitidas por el sustrato, existe una pequeña evidencia que sugiere que pueden detectar ondas sonoras del aire y del agua. (Semeja la función de la cóclea de los mamíferos terrestres).

Quimiorrepción

Los crustáceos pueden detectar alimento a distancia gracias a la

presencia de terminaciones quimiorreceptoras en la boca, flagelo externo de la anténula, y los quelípedos y dácilos de los pereiópodos.

Los cromatóforos.

Son células especializadas cuya función está controlada por las hormonas llamadas cromatoforotropinas, se encuentran en la mayor parte de los tejidos y en los ojos. Normalmente existen 4 tipos de cromatóforos: los melanóforos, cuyo pigmento es la melanina; los leucóforos, cuyo pigmento son pteridios; los xantóforos que poseen carotenoides oxidados y los eritróforos cuyo pigmento es la astaxantina (carotenoide).

Durante las adaptaciones, los movimientos de los pigmentos de los crustáceos son controlados por un reflejo donde intervienen el ojo y el sistema neuroendocrino. Las respuestas de los cromatóforos son denominadas secundarias cuando dependen del ojo y primarias cuando responden a estímulos a través de rutas extraoculares. Estos movimientos se deben a:

- A) Adaptaciones de color o tono, respecto al transfondo (camuflaje o protección)
- B) Adaptaciones de acuerdo con la intensidad de la luz
- C) Adaptaciones de acuerdo con la temperatura
- D) Cambios de color por estado de ánimo
- E) Cambios de color de acuerdo con el desarrollo
- f) Dispersión de cromatóforos específicos por patologías.

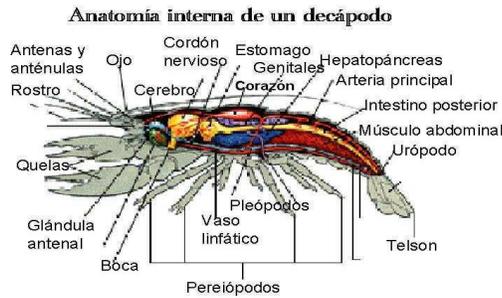


Fig. 69 Anatomía del camarón
Cultivo de Camarón Peneido

Especies susceptibles de cultivo.

Con base en las características morfológicas de camarones acanalados y no acanalados se definen los subgéneros (ahora géneros) *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus*. Las características de cada uno de ellos son:

<i>Litopenaeus</i>	<i>Farfantepenaeus</i>
No acanalados	Acanalados
Télico abierto	Télico cerrado
Estuarinos	Marinos
Blancos	Cafés
Costeros	Mayores profundidades
Diurnos	Nocturnos
Eurihalinos	Stenohalinos
Mayor temperatura	Menor temperatura
Muy cultivados	Poco cultivados

En México existen las siguientes especies por litoral (nombre científico y común).

<i>Litopenaeus</i>	Nombre científico	Nombre común
<i>P. vannamei</i>		Blanco del Pacífico
<i>P. stylirostris</i>		Azul

<i>P. occidentalis</i>	Blanco del sur
<i>P. setiferus</i>	Blanco del Golfo

Farfantepenaeus

Nombre científico	Nombre común
<i>P. californiensis</i>	Café
<i>P. brevisrostris</i>	Rojo o cristal
<i>P. aztecus</i>	Café del Golfo de México y Caribe
<i>P. duorarum</i>	Rosado
<i>P. brasiliensis</i>	Rojo del Caribe

Las especies más cultivadas en México son del subgénero *Litopenaeus*: *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris*. Ocasionalmente se cultiva *P. californiensis* y en forma experimental *P. setiferus*.

Otras especies de camarón que se cultivan en el mundo son: *Penaeus monodon*, *P. japonicus*, *P. merguensis*, *P. indicus*, *P. chinensis* y *P. penicilatus*, principalmente.



Fig. 70 Litopenaeus stylirostris

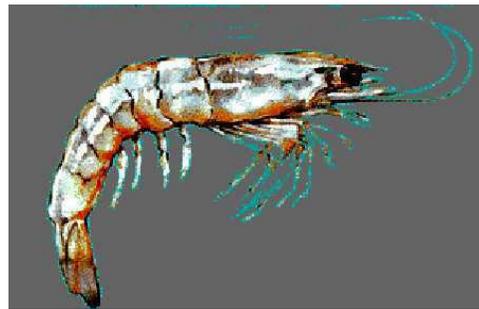


Fig. 71 Litopenaeus vannamei

Requerimientos ambientales para su cultivo.

☼ Temperatura.

Los camarones penéidos y en especial los del subgénero (género) *Litopenaeus*, requieren para su desarrollo temperaturas tropicales; o sea, alrededor de 25° C. Aunque pueden soportar temperaturas menores, a 18° C. dejan de alimentarse y a 12° C. entran en un estado de vida latente, lo cual es aprovechado para el transporte de reproductores a lugares distantes. A temperaturas mayores de 30° C. pueden presentarse camarones “acalambrados” ya que el metabolismo puede llegar a acelerarse demasiado.

☼ Salinidad.

Los camarones cultivados son eurihalinos, esto es, que soportan amplias variaciones de salinidad. *P. vannamei* se puede cultivar en agua dulce y soporta salinidades mayores de 70 partes por mil. Sin embargo, la salinidad óptima para esta especie está alrededor de 20 partes por mil (agua salobre). La otra especie ampliamente cultivada en México es *P. stylirostris*, que soporta menores variaciones de salinidad que *P. vannamei* pero se desarrolla mejor en salinidades ligeramente menores que la marina, por lo que la salinidad óptima está alrededor de 30 partes por mil. Otra especie que se ha cultivado en México es *P. californiensis*, al ser del subgénero (género) *Farfantepenaeus* requiere de temperatura y salinidad mayor que las especies del subgénero *Litopenaeus*. Por lo anterior, en los sitios donde se ha cultivado la salinidad es muy cercana a la marina (35 partes por mil).

☼ Oxígeno disuelto.

Las especies de *Farfantepenaeus* soportan condiciones de bajo oxígeno (alrededor de 2 mg/l), mientras que las de *Litopenaeus* requieren concentraciones de oxígeno disuelto mayores a 3 y óptimamente alrededor de 5 mg/l. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua determina la densidad de carga del sistema, por esta razón en sistemas intensivos e hiperintensivos la aireación es imprescindible. En sistemas semiintensivos la concentración adecuada debe ser mayor de 4 mg/l. El exceso de oxígeno puede ser perjudicial y causar la enfermedad conocida como burbujas de aire.

☼ Turbidez.

En un estanque de engorda la turbidez se mantiene alrededor de 30 cm ya que es indicador de una buena productividad primaria. Cuando las aguas están transparentes se corre el peligro del crecimiento de algas en el fondo por lo cual es conveniente fertilizar para incrementar la productividad primaria, la cual producirá turbidez a la vez que alimento para los organismos de la cadena trófica y finalmente para el camarón.

☼ pH.

Es recomendable un pH ligeramente básico (alrededor de 7.5) ya que será similar con el pH del protoplasma de las células y permitirá un mejor desarrollo en todos los niveles tróficos.

Ciclo de vida de un camarón en condiciones naturales

Las especies del subgénero (género) *Litopenaeus* son consideradas como catádromas, es decir, se reproducen en el mar pero ingresan a las lagunas

litorales para su crecimiento y desarrollo.

Los adultos se aparean en el mar, el macho deposita el espermatóforo a la salida de la abertura genital de la hembra, la cual desova y se efectúa la fecundación conforme van siendo expulsados los óvulos.

El huevo se desarrolla hasta formar una larva que eclosiona y sufre metamorfosis. La primera larva en eclosionar es la "nauplio", de la cual se presentan 5 subestadios, se alimenta de las reservas contenidas en el vitelo. Posteriormente se transforma en una larva protozoa (zoea primitiva) que se alimenta de microalgas, la siguiente fase es la mysis, la cual es carnívora y en condiciones de cultivo se alimenta con *Artemia salina*. Finalmente, aparece la postlarva, la que se considera completa con las estructuras definitivas. Esta última fase puede considerarse omnívora por lo que se alimenta con una mezcla de productos e inclusive alimentos balanceados microparticulados o microencapsulados.

En forma natural, en la etapa de postlarva ingresan a los sistemas estuarinos, donde se desarrollarán hasta preadultos, que saldrán posteriormente aprovechando los movimientos de las mareas.



Fig. 72 Ciclo de vida del camarón

SISTEMAS DE CULTIVO.

Sistema extensivo.

Consiste en estanques o embalses de grandes dimensiones simplemente con un bordo perimetral o bien con un cerco (encierro). No se siembran postlarvas sino solamente se permite la entrada de ellas mediante las mareas. No se utiliza alimentación suplementaria, sino se aprovecha el alimento proporcionado por las condiciones naturales. En algunos casos se puede practicar una fertilización, generalmente con productos naturales (gallinaza, etc.).

Sistema semiintensivo.

Consta de estanques perfectamente diseñados y separados por bordos. Dichos estanques poseen sistema de entrada y salida del agua mediante estructuras denominadas "compuertas", que son generalmente de concreto y manejadas mediante bastidores, mallas y tablas para determinar la altura de los niveles de agua. El diseño general (Fig. c-5) consta de canal de llamada, que es el canal que se construye para abastecer de agua a la granja; el cárcamo de bombeo, que es el sitio de donde se bombea el agua; la caseta de bombeo y bombas; el canal reservorio que permite distribuir y almacenar determinada cantidad de agua para los estanques; los estanques de engorda y el dren, que lleva al agua de regreso al sistema natural. Se proporciona alimento adicional, generalmente peletizado o bien alimentos naturales (carne de caracol, pescado, etc.). Es frecuente la fertilización, siendo la más común la realizada con nutrientes inorgánicos (nitrógeno, fósforo y potasio). La fuente de postlarvas puede ser del medio natural o bien de

individuos procedentes de laboratorio. Algunos sistemas utilizan los estanques denominados nodriza, precría o de preengorda para incrementar la sobrevivencia. Estos son de menor tamaño que los de engorda y sirven para mantener a las postlarvas hasta que alcancen la fase juvenil y tengan mayores probabilidades de sobrevivir en los estanque de engorda.

Sistemas intensivos.

Están poco desarrollados en nuestro país; sin embargo, recientemente están mostrando ser tal vez los mejores sistemas en cuanto a rendimientos y rentabilidad. Están conformados por pequeños estanques de alrededor de 2 ha. y algunos construidos en Sinaloa, tienen suministro de agua marina directamente. Un aspecto importante es la aireación que se suministra mediante hélices y otros aparatos que trabajan utilizando diversas fuentes de energía, entre ellas la electricidad, el viento, diesel, etc. Las postlarvas son provenientes de laboratorio.

Sistema hiperintensivo

Como el utilizado en Puerto Peñasco, consiste de canales de corriente rápida (race ways), en donde se tienen fuertes recambios de agua, así como altas densidades de organismos. Se utilizan alimentos de alta calidad y existe buen control de las condiciones ambientales. La rentabilidad ha sido muy cuestionada, puesto que, a pesar del tiempo que tienen trabajando, todavía no se ha establecido una granja que sea rentable.

Características del cultivo extensivo

Infraestructura: Estanques rústicos
Tamaño de los estanques (ha) > 10

Densidad de siembra (pl/m²): 1 a 3
Origen de la postlarva: Natural
Fertilización: Productividad natural
Alimentación suplementaria: ninguna
Tasa de recambio diario de agua: 1 a 5%
Método de recambio de agua: Por mareas
Tipo de aireación: Ninguna
Rendimiento (kg./ton./ha/año): 90 a 250 Kg.
Número de cosechas por año : 1
Tasa de sobrevivencia: < 60%
Competencia y depredación en el estanque: Altas
Control sobre los parámetros físico-químicos: Nulo

Características del cultivo semiintensivo

Infraestructura: Estanques rústicos
Tamaño de los estanques (ha): 5-10
Densidad de siembra (pl/m²): 5-20
Origen de la postlarva: Natural y/o de laboratorio
Fertilización: Orgánica o inorgánica
Alimentación suplementaria: alimento balanceado, de 5 a 10% de la biomasa, alimento de calidad con 35 a 40% de proteína.
Tasa de recambio diario de agua: 10-15%
Método de recambio de agua: por bombeo
Tipo de aireación: mecánica o ninguna
Rendimiento (Kg./ton/ha/año): 700-2000 kg.
Número de cosechas por año: 2 a 3
Tasa de sobrevivencia: 60-80%
Competencia y depredación en el estanque: medias
Control sobre los parámetros físico-químicos: medio

Características del cultivo intensivo

Infraestructura: Estanques recubiertos o rústicos

Tamaño de los estanques (ha) 1-5
 Densidad de siembra (pl/m²) 20-40
 Origen de la postlarva: de laboratorio
 Fertilización: inorgánica
 Alimentación suplementaria: alimento de calidad con 35 a 40% de proteína.
 Tasa de recambio diario de agua: 25-30%
 Método de recambio de agua: por bombeo
 Tipo de aireación: mecánica imprescindible
 Rendimiento (Kg./ton/ha/año): 2 a 15 Ton.
 Número de cosechas por año: hasta 3
 Tasa de sobrevivencia: >80%
 Competencia y depredación en el estanque: muy baja
 Control sobre los parámetros físico-químicos: entre medio y alto

Características del cultivo hiperintensivo

Infraestructura: Estanques de concreto y cubiertos
 Tamaño de los estanques (ha) <1
 Densidad de siembra (pl/m²) >40
 Origen de la postlarva: de laboratorio
 Alimentación suplementaria: alimento excelente, formulado de acuerdo con la talla.
 Tasa de recambio diario de agua: 25-30%
 Método de recambio de agua: por bombeo y filtrado
 Tipo de aireación: mecánica imprescindible
 Rendimiento (Kg./ton/ha/año): >15 Ton.
 Número de cosechas por año: >3
 Tasa de sobrevivencia: >90%
 Competencia y depredación en el estanque: nula
 Control sobre los parámetros físico-químicos: alto
 (modificado con base en: Arredondo-Figueroa, 1990; Gámez y De La

Lanza, 1992 y Garduño-Argueta, 1993).



Fig. 73 Instalaciones para cultivo hiperintensivo

En general se practican los semicultivos y los cultivos de ciclo completo. En los primeros se colecta la postlarva del medio silvestre por medio de redes (chayos, piernones, etc.) y se transportan a los estanques de engorda en donde se desarrollan hasta la cosecha.

En los cultivos de ciclo completo se utilizan individuos que nacieron en laboratorio, fueron criados en estanques y son utilizados nuevamente en el laboratorio como reproductores. Otra práctica relativamente usual es colectar los reproductores del mar por medio de artes de pesca comerciales. Se mantienen en buenas condiciones a bordo y son transportados al laboratorio. Los reproductores ya sean de granja o del mar son alimentados con una dieta rica en lípidos, generalmente moluscos. Con las especies de *Litopenaeus* se requieren hembras y machos para efectuar la fecundación en condiciones controladas. A los reproductores se les suministran condiciones ambientales óptimas para el desarrollo gonadal. En las hembras se practica la ablación, esto es, el cortar un ojo. Esto es debido a que en el pedúnculo ocular, muy cerca del ojo, se presenta el

órgano Y que inhibe la maduración gonadal. Al ser cortado se promueve la maduración gonadal y se puede obtener copula y desove en condiciones de laboratorio.

Una vez que desova la hembra y se ha realizado la fecundación ya sea natural o inducida, en menos de 24 horas eclosiona la larva nauplio, la cual es cosechada mediante luz artificial ya que tiene fototropismo positivo. En otros 2 días aparecerá la larva protozoa y de 8 a 10 días la larva mysis. Después de unos 12 días se desarrollan las fases postlarvianas, las cuales serán cosechadas como postlarvas 5-10 para ser sembradas en estanques de engorda.

Los ciclos de engorda varía entre 100 y 120 días en promedio, dependiendo de las condiciones ambientales y de los intereses del mercado.

Producción y comercialización.

Mercado Internacional.

Oferta

Desde 1993, Tailandia es el principal productor mundial de camarón cultivado, Ecuador el segundo, Indonesia el tercero e India el cuarto. En el caso del hemisferio occidental, Ecuador produce alrededor de 100,000 ton. de camarón entero (70% de América); Colombia, Honduras y México producen alrededor de 15,000 ton. cada uno y Estados Unidos tan solo 3,000 ton.

Demanda.

Los 2 grandes mercados internacionales de camarón son Japón y los Estados Unidos. El primero consume alrededor del 22.5% y el segundo el 20.8% del total de la producción mundial. El consumo mundial de camarón creció

sostenidamente, este incremento se debió al crecimiento de la economía y a cambios en el mercado de preferencias de los consumidores, impulsado por un producto más barato en términos reales.

Del total de las exportaciones del hemisferio occidental, Estados Unidos consume el 75% y Europa Occidental el 25% (particularmente Francia y España). Las importaciones norteamericanas de camarón aumentaron de manera constante durante los últimos diez años, incrementándose 68% en este período.

En el caso de Japón, el consumo per cápita de camarón fue de 1.7 kg. en 1970; 2.6 Kg. en 1980 y 3.8 Kg. en 1988. El rápido crecimiento en el consumo, se debe al incremento del nivel de vida de los japoneses en este período y a los efectos de la revalorización del yen, que significó para los consumidores japoneses una baja importante en los precios reales del camarón en ese país. Japón es el mercado más importante para la producción del hemisferio oriental. Las importaciones totales de Japón en 1993 fueron de 301,000).

Para Europa, el abasto ha provenido tradicionalmente de la captura de especies de aguas frías del Mar del Norte. La declinación en estas producciones registradas en los últimos años ha estimulado el mercado de camarones tropicales, particularmente en Francia y España, donde el consumo principal es de camarón con cabeza.



Fig. 74 Litopenaeus stylirostris

Mercado Nacional.

Producción nacional.

Debido a la orientación empresarial que tiene el cultivo de camarón, lo más conveniente para la instalación de una granja es contar con un terreno de propiedad privada o bien de áreas federales que permitan la solicitud de la concesión para el cultivo. Existen empresarios mexicanos, especialmente en el noroeste del País, que han invertido en el cultivo de camarón y han tenido éxito. Estos mismos empresarios con algunas facilidades y promociones podrían invertir en otras áreas, especialmente en el sureste.

El mercado a atacar en primera instancia, es el nacional, ya que éste paga mejor el camarón a pie de granja que si se exportara. En efecto, el crecimiento del mercado nacional en

los últimos años, ha posibilitado la absorción de la mayor parte de la producción del camarón cultivado.

En segunda instancia, y conforme crezca la producción nacional por cultivo, será necesario recurrir al mercado internacional, principalmente al mercado estadounidense. La venta puede llevarse a cabo a pie de granja o a través de una comercializadora común de los usuarios del parque. La empresa mexicana Ocean Garden ha comercializado tradicionalmente la producción de camarón en el extranjero, especialmente en California, EE.UU.

Independientemente de los esquemas de inversión en los proyectos camaronícolas, es necesaria la participación de investigadores y alumnos en el desarrollo de la actividad mediante la aportación de conocimientos sobre los principales problemas del cultivo de camarón en nuestro País.

Nutrición y alimentación.

Los camarones penéidos se consideran detritófagos, ya que en condiciones naturales parecen ingerir el sedimento de donde extraen las partículas vegetales y animales. En condiciones de cultivo se les alimenta generalmente con alimentos balanceados en forma de "pelet", el cual contiene los ingredientes necesarios que cubre los requerimientos nutricionales del camarón.

Los requerimientos nutricionales varían en cada especie y de cada fase de desarrollo, pero generalizando son los siguientes:

Nutriente	Porcentaje
Proteína (mínimo)	25-45%
Lípidos (mínimo)	3-7%
Fibra (máximo)	4-5%

Cenizas	10%
Humedad	12%

Los ingredientes más comunes para elaborar la dieta son: Harina de pescado, cereales molidos, combinación de pastas oleaginosas, aceite de pescado, premezclas de vitaminas y minerales, aminoácidos sintéticos, conservadores y antioxidantes.

Un alimento completo debe cumplir con 3 características:

- Suministrar todos los nutrientes necesarios para una determinada especie de camarón.
- Ser estable y atractivo al camarón
- Ser barato y estar disponible todo el tiempo.

En la engorda el alimento representa de 50 a 60% de los costos de producción. Por esto se practica la fertilización orgánica (cerdaza, gallinaza, etc.) e inorgánica (NPK o urea) para incrementar la productividad primaria y finalmente aportar alimento al camarón, permitiendo incrementar el rendimiento por unidad de área y bajar costos de producción.



Fig. 75 Producción de Artemia salina para alimentación de postlarvas

Patología del camarón

Los camarones penéidos, como todos los organismos cultivados en grandes densidades por unidad de volumen, presentan una gama de enfermedades que son causa de morbilidad y mortalidad y que inciden directamente en la economía del productor. Dentro de estas enfermedades se encuentran aquellas producidas por:

Virus

- Bacterias Gram negativas
- Bacterias Gram positivas
- Rickettsias
- Hongos
- Protozoarios y
- Metazoarios.

Virus.

IHHN

Las infecciones vírales que afectan con mayor frecuencia a los camarones en México son:

La necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa (IHHN), causada por un parvovirus de 22 nm de diámetro promedio y que afecta a *Penaeus stylirostris*, *P. vannamei*, *P. occidentalis*, *P. californiensis*, *P. monodon*, *P. semisulcatus* y *P. japonicus* de América, el Pacífico Central, Asia e Indopacífico.

Produce una enfermedad aguda con alta mortalidad en los juveniles, los cuales se infectan vertical y horizontalmente.

Los signos clínicos son: Falta de apetito, cambios en el comportamiento como lentitud de movimientos, debilidad y al fin queda flotando. Presentan manchas blancas en la epidermis cutícula y los camarones moribundos se ven azulosos con la musculatura abdominal opaca.

Se diagnostica por medio de histopatología ya que este virus

produce cuerpos de inclusión intranucleares alofílicos muy distintivos. También se diagnostica por hibridación *in situ*, PCR y por sondas moleculares.

Virus de la IHNN

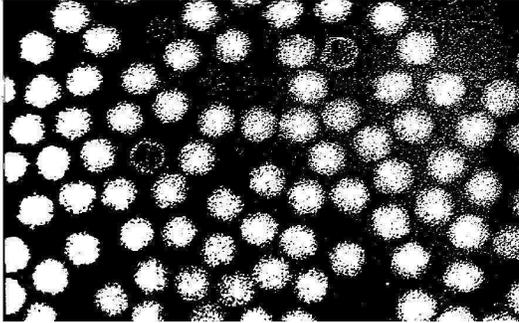


Fig. 76 Necrosis hematopoyética e hipodérmica infecciosa viral .

HPV

El parvovirus hepatopancreático mide 22 a 24 nm de diámetro, se ha observado tanto en peneidos silvestres como cultivados, sobre todo en *Penaeus merguensis*, *P. semisulcatus*, *P. chinensis*, *P. esculentus*, *P. monodon*, *P. japonicus*, *P. penicilatus*, *P. indicus*, *P. vannamei*, y *P. stylirostris*. En Australia, China, Corea, Taiwan, Las Filipinas, Indonesia, Malasia, Singapur, Kenia, Kuwait, Israel, La costa del Pacífico de México, y El Salvador.

Los camarones severamente infectados presentan atrofia del hepatopáncreas, crecimiento pobre, anorexia, no se limpian y consecuentemente presentan gran cantidad de epibiontes en sus superficies. Opacidad abdominal e infecciones secundarias por oportunistas como *Vibrio* sp.

Se diagnostica por histopatología, Sondas moleculares, y PCR.

BMN

Necrosis de la glándula intestinal media.

Producida por un baculovirus tipo C específicamente en el *Penaeus monodon* y *P. japonicus*.

Es una infección hiperaguda caracterizada por una repentina presentación y alta mortalidad, se presenta en larvas y postlarvas. El hepatopáncreas se observa blanco turbio, muy grande.

Se diagnostica por medio de histopatología, Anticuerpos fluorescentes, Método de campo obscuro, microscopía de transmisión, PCR y sondas moleculares.

MBV

Enfermedad por baculovirus del *Penaeus monodon*.

También afecta a *P. plebejus* y *P. merguensis*. El virus mide unos 42 nm X 245 nm.

Se ha observado en La República Popular China, Taiwan, Filipinas, Malasia, Singapur, Tailandia, Sri Lanka, India, Indonesia y Australia.

La principal lesión es la presencia de oclusiones esféricas en el citoplasma de las células del hepatopáncreas, sobre todo en postlarvas y juveniles, lo que ocasiona retardo notable del crecimiento y altas tasas de mortalidad.

Se diagnostica mediante histopatología, sondas moleculares, y anticuerpos fluorescentes.

BP

Baculovirus penaei

Produce la polihedrosis infecciosa, se trata de un virus de 79 X 337 nm, que se ha observado en *P. marginatus*, *P. vannamei*, *P. aztecus*, *P. setiferus*, *P. schmitti*, *P. paulensis*, *P. subtilis*, *P. penicilatus*, en Hawaii, Ecuador, México, aunque se considera que se

encuentra en toda América desde La porción norte del Golfo de México a través del Caribe y hasta Bahía en el Brasil.

Se observa en larvas, postlarvas y juveniles con una presentación repentina y alta mortalidad. Los camarones presentan anorexia y tasas de crecimiento bajas. La principal lesión es la presencia de cuerpos de oclusión poliédricos en el hepatopáncreas.

Se diagnostica mediante histopatología, Improntas frescas, Sondas moleculares, Microscopía de transmisión y ELISA.

RLV o REO

Virus tipo Reo

Se conocen dos, El REO-III y REO-IV. Observados en *Penaeus japonicus*, *P. monodon*, *P. vannamei* y *P. chinensis* en Japón, Francia, Hawaii, Malasia, Mississippi, Ecuador y China.

Los camarones se observan letárgicos, con apéndices erosionados y melanizados, las branquias de color negro, y otras lesiones necróticas debidas a oportunistas como *Fusarium solani*.

Se diagnostica por medio de signos clínicos, y por histopatología.

YH

Enfermedad viral de la cabeza amarilla.

Producida por un baculovirus tipo B o virus tipo báculo que mide 44 X 6 nm.

Se ha observado en *P. monodon* de Tailandia, Asia e India.

Los camarones afectados son los juveniles y subadultos especialmente entre los 50 y 70 días de edad. Dejan de comer, nadan lentamente cerca de la superficie y hay mortalidades masivas.

Se diagnostica por los signos clínicos e histopatología.

LPV

Enfermedad linfoidal por virus tipo parvo.

Se trata de un virus de 18 a 20 nm, que se asocia a cuerpos de inclusión intranucleares.

Se ha observado en Australia solamente, el Indopacífico y el sureste de Asia. En *P. monodon*, *P. merguensis* y *P. esculentus*.

Se observan lesiones necróticas en los órganos linfoides y se diagnostica por histopatología.

LOV

Enfermedad de la vacuolización del órgano linfoide.

Es un virus clasificado como Togavirus, de 52 a 54 nm de diámetro que se ha visto en *P. vannamei* tanto en América como en Hawaii. No hay signos clínicos reconocibles aún cuando las lesiones histopatológicas son severas.

Se diagnostica por histopatología y por microscopía de transmisión.

RPS

Rhabdovirus que mide 45X 160 nm.

Afecta a *P. vannamei* y *P. stylirostris* desde Hawaii hasta Ecuador.

Produce cambios en el órgano linfoide pero no se observan signos clínicos.

Se diagnostica por histopatología y microscopía de transmisión.

WSBB

Complejo del síndrome de puntos blancos por baculovirus.

Este síndrome está constituido al menos por 4 enfermedades, causada por virus diferentes.

HHNBV o necrosis hipodérmica y hematopoyética ó Enfermedad del virus de China.

RV-PJ o virus nuclear de forma de bastón del *Penaeus japonicus*

SEMBV o baculovirus ectodérmico y mesodérmico. Enfermedad roja o Enfermedad de los puntos blancos

WSBV o baculovirus de los puntos blancos. Síndrome de los puntos blancos (WSS) o enfermedad de los puntos blancos.

Estos virus miden entre 83 X 380 nm promedio.

Se ha observado en infecciones naturales en *Penaeus monodon*, *P. japonicus*, *P. chinensis*, *P. indicus*, *P. merguensis* y *P. setiferus*. En el laboratorio se ha podido infectar *P. vannamei*, *P. stylirostris*, *P. aztecus*, *P. duorarum* y *P. setiferus*. Y se encuentra distribuido en China, Japón, Corea, Tailandia, Taiwan, Vietnam, Malasia, India y Texas.

La infección es aguda y los camarones muestran anorexia, letargia, pérdida de la cutícula con puntos blancos. Muchos se observan de color rosa o rojo y existe alta mortalidad acumulativa que llega hasta el 100% en 3 a 10 días.

Se diagnostica por métodos histológicos rutinarios.

Mancha blanca



Fig. 77 Efermedad de la mancha blanca

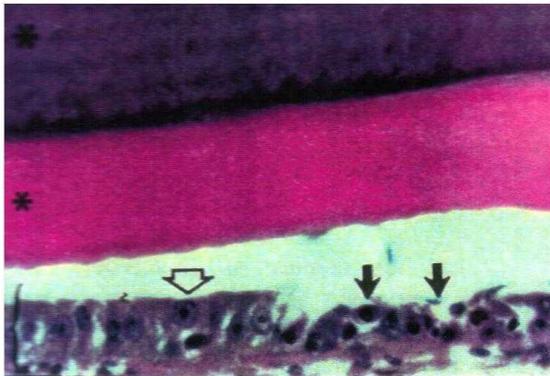
TSV

Virus del síndrome de Taura.

Virus que está clasificado como picornavirus, que mide 30-32 nm de diámetro. Afecta a *P. vannamei*, *P. stylirostris*, *P. setiferus*, *P. aztecus*. en América, sobre todo Ecuador, Colombia, México, El Caribe, Guatemala, Nicaragua, y Estados Unidos de Norte América.

Los camarones enfermos son aquellos entre 14 y 40 días de edad. Puede presentarse como un síndrome hiperagudo o como crónico. Los signos en el caso hiperagudo son expansión de cromatóforos, coloración roja de los pleópodos y cola y necrosis focales de la cutícula. En los casos crónicos los camarones pueden o no tener reblandecida la cutícula y comen y se comportan normalmente. La mortalidad es acumulativa del 80 al 95%.

Se diagnostica por histología rutinaria, por sondas moleculares, hibridación *in situ* y Dot blot.



Cuerpos de inclusión de virus del Taura

Fig. 78 Síndrome de Taura

Bacterias Gram negativas

Vibriosis, Síndrome Gaviota

Causado por *Vibrio harvey*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. damsela*, *V. fluvialis*.

Afecta a *Penaeus japonicus* en Japón; *P. monodon* en la mayoría de las áreas del Indopacífico y a *P. vannamei* en Ecuador, Perú, Colombia y Centro América.

La infección se caracteriza por alta mortalidad particularmente en postlarvas y juveniles, los camarones moribundos aparecen hipóxicos y flotan en la superficie. Las aves piscívoras son buenas indicadores del problema y se observan camarones luminiscentes en los estanques.

Se diagnostica clínicamente, por histopatología y por cultivo y aislamiento de la bacteria.

Hepatopancreatitis necrotizante (NHP)

También llamada hepatopancreatitis de Texas (TNHP)

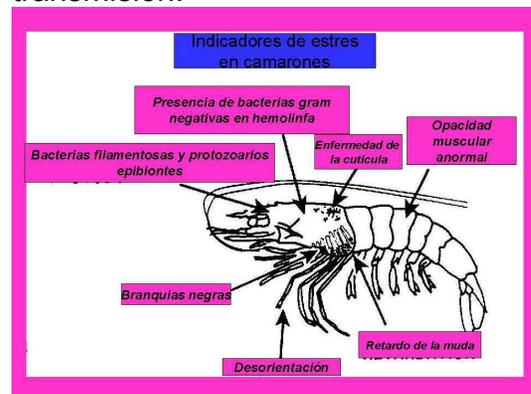
Síndrome de mortalidad del estanque del Texas (TPMS)

Y hepatopancreatitis necrotizante del Perú (PNHP)

Es causada por una alfa proteobacteria de forma abastionada tipo ricketsia, que mide 0.3 um a 9 um. Se ha diagnosticado en penéidos americanos en Texas, Perú, Ecuador, Venezuela, Brasil, Panamá y Costa Rica, también aislado de *P. vannamei*, *P. aztecus*, *P. setiferus*, *P. stylirostris* y *P. californiensis*.

Los camarones se encuentran anoréxicos, con el intestino vacío, los índices de conversión son muy altos, el crecimiento es marcadamente reducido, El caparazón y pleuras están reblandecidos y flácidos, las branquias de color negro, los cromatóforos expandidos y presentan enfermedades de la suciedad así como otras infecciones bacterianas oportunistas, sobre todo del caparazón.

Se diagnostica por improntas en fresco, por histopatología, por sondas moleculares y microscopía de transmisión.

**Fig. 79 Indicadores de estrés en camarones**

Bacterias Gram positivas

Mycobacteriosis

Causada por *Mycobacterium marinum*, *M. fortuitum* y *M. sp.*

Bacteria Gram positiva, ácido alcohol resistente que se ha encontrado en todos los penéidos alrededor del mundo. Los signos macroscópicos incluyen áreas

melanizadas en músculo, ovario, branquias, corazón, etc. así como zonas de melanización en la cutícula.

Se diagnostica por medio de la tinción de Ziehl Neelsen y se confirma por el aislamiento e identificación química de la bacteria.

Rickettsias

Infección Rickettsial de los penéidos, Producida por un organismo tipo rickettsia que mide de 0.2-0.7 X 0.8-1.16 um.

Se ha descrito la enfermedad el penéidos silvestres de Hawaii y en penéidos cultivados de México y sureste de Asia. Sobre todo en *P. marginatus*, *P. stylirostris*, *P. merguensis* y *P. vannamei*. Los camarones ligeramente infectados son asintomáticos, mientras que aquellos fuertemente infectados se observan letárgicos, anoréxicos, las branquias son de color café y hay una opacidad difusa de la musculatura abdominal con atrofia y coloración pálida del hepatopáncreas.

Se diagnostica por improntas frescas, por métodos histológicos y por microscopía de transmisión.

Hongos

Micosis larval

Enfermedad producida por *Lagenidium* o *Sirolopidium*, en todos los penéidos alrededor del mundo.

Enfermedad de presentación repentina, con alta mortalidad en los primeros estadios larvales y en postlarvas. Tanto las hifas como las zoosporas son perfectamente visibles a través del caparazón, dentro de la mayor parte del organismo.

Los hongos se pueden aislar en medio de peptona levadura- glucosa.

Fusariosis

Producida por *Fusarium solani*, se ha observado en *P. japonicus*, en quien causa la enfermedad de las branquias negras.

Produce una intensa reacción inflamatoria y melanización en apéndices, flagelos, pedúnculo ocular, pereiópodos, urópodos y telson. Los subadultos y adultos pueden perder apéndices.

Se diagnostica mediante improntas en fresco, técnicas histológicas de rutina y cultivo el aislamiento en Sabouraud Dextrosa.

Parásitos

Microsporidiosis o Camarón de Algodón, (camarón de leche), Nosematosis.

Enfermedad causada por *Agmasoma (Telohania)*, *Ameson (Nosema)* y *Pleistophora (Plistophora)*.

La enfermedad se ha reportado donde quisp., *Flexibacter iera* que se cultiva camarón. Afecta las gónadas, corazón, vasos hemolinfáticos, branquias, hepatopáncreas y músculo. Los órganos se observan aumentados de tamaño con crecimientos de tipo tumoral, de color blanco en branquias y tejido subcuticular. El músculo está blanco opaco y la cutícula por lo general de color azul.

El diagnóstico se efectúa mediante signos clínicos y la observación del agente en cortes tisulares. Otro medio de diagnóstico es por PCR para *Agmasoma*.

Haplosporidiosis o haplosporidiosis hepatopancreática.

Causada por uno o más haplosporidios putativos en *P. stylirostris*, *P. vannamei* y *P. monodon* en Cuba y Nicaragua, México, y en Indonesia y Filipinas respectivamente.

No presenta signos clínicos y se diagnostica por medio de histopatología.

Epibiontes

Enfermedad de la suciedad.

Causada por numerosos epibiontes como *Leucotrix mucor*, *Leucotrix* sp., *Thiothrix* sp. *Flavobacterium Epistylis* sp. *Spirulina subsalsa*, *Schizotrix* sp. entre muchos otros.

Se trata de organismos que utilizan la superficie del crustáceo como sustrato de adhesión pudiendo bloquear por completo a las branquias y entorpecer el intercambio gaseoso. Pueden dar una coloración negra, verde o gris a la superficie del crustáceo, con una apariencia algodonosa. Se diagnostica fácilmente por observación directa, pero se pueden hacer improntas en fresco para confirmación.

Gregarines

Nematopsis sp. , *Cephalolobus* sp. y *Paraophioidina* sp. son los causantes de esta parasitosis en penéidos silvestres o cultivados de todo el mundo. Los camarones afectados reducen su crecimiento y puede haber una coloración amarillenta del hepatopáncreas. Los trofozoitos de los gregarines se observan perfectamente en el hepatopáncreas con el microscopio de luz a 10X.

Se diagnostica por improntas en fresco o por método histopatológico.

Enfermedad de las burbujas de gas

Producida por una alta concentración de Nitrógeno en el agua y ocasionalmente de Oxígeno.

La mortalidad puede ser hasta de 100% y es fácilmente reconocible por la presencia de las burbujas de gas casi en cualquier localización del

cuerpo pero especialmente bajo el caparazón, produciendo protrusión del mismo.

Enfermedades tóxicas

Enteritis hemocítica

Producida por toxinas de las algas verde azules como *Schizothrix calcicola*.

Se observa en cualquier especie de penéido alrededor del mundo y los camarones se observan más azules de lo normal con puntos blancos en la cutícula, es más común en juveniles, los que se observan letárgicos, anoréxicos, más pálidos de lo normal y llenos de epibiontes. El diagnóstico se hace por observación de los signos clínicos y por métodos histopatológicos.

Literatura consultada

- Dorsey K.T. The aquaculture programa of the environmental research laboratory of the University of Arizona. Procc. World Mar. Soc. 1974; 5: 445-449.
- Christmas J.Y., Etzold D.J., Ed. The Shrimp fishery of the Gulph of Mexico United States: a regional management plan. Gulf coast res. Lab tech. Rep. 1977; 2: 128.
- Edward R.R.C. The fishery and fisheries biology of penaeid shrimp on the Pacific Coast of Mexico. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 1978; 145-180.
- Gulland J., Rothschild B.J. Ed. Penaeid shrimps-their Biology and Management. Fishing news books limiten. England, 1986.
- Martínez L. Cultivo de camarón azul, *p. Stylirostris*, en corrales flotantes, en dos épocas del año, en Sonora, México. (Tesis de maestría). México (D.F.): UNAM. 1974.
- Rodríguez de la Cruz C., Castro J.L. Notas taxonómicas y zoogeográficas de los camarones del género *Penaeus* (crustácea, decápoda; natantia) Memorias del 2o Simposio

- Latinoamericano de Acuicultura. 1980
México, D.F. 1980: 1614-1637.
- Salser B., Mahler L., Lightner D., Ure J.,
Danald D., Brand C., Stampo N., Moore
D., Colvin B. Controlled environment
culture of Penaeids. Fifth conf. Food
and drugs from the Sea. Rep. 46 10pp.
1977.
- Sanchez, A.J. y Soto, L.A. Camarones de
la superfamilia penaeoidea (refinesque,
1815) distribuidos en la plataforma
continental del Sureste del Golfo de
México. An inst. Cienc. Del mar y
limnol. Univ. Nal. Aut. de México. 14(2):
147-180, 1987.
- Tseng, W-Y. Shrimp mariculture-a
Practical Manual Edition, 305pp. Chien
Cheng publisher. 38 Chien Kuo 3rd
Road, Kaohsiung, Republic of China.
1988.
- Wyban, J. and Sweeny, J.N., Intensive
shrimp growout trial in a round pond.
Aquaculture, 76:215-225. 1989.
- Fulks W., Main K.L. Diseases of cultured
penaeid shrimp in Asia and the United
States- Argent. , Honolulu, Hawaii,
1992.
- Lightner D.V. A handbook of pathology
and diagnostic procedures for disease
of penaeid shrimp. World Aquaculture
Society, Louisiana State University,
1996.

CAPITULO 11. CULTIVO DE CRUSTÁCEOS DECÁPODOS, 2A. PARTE (CARÍDEOS)

Ana Auró Angulo.
Marcela Fragoso Cervón.

El langostino malásico (*Macrobrachium rosenbergii*) también conocido como camarón gigante de río, es nativo de los lugares tropicales de la región del Indo-Pacífico. Su cultivo se inició en México en la década de los 70s, fue introducido de India y posteriormente se trajeron otras cepas de la misma especie de Honduras y Estados Unidos (Hawai y Texas). Este organismo ha recibido varios nombres de acuerdo con la región en donde se produce. En México se conocen otras 11 especies nativas, de éstas, se han cultivado satisfactoriamente: *M. tenellum*, *M. acanthurus*, *M. amazonicum*. Dentro de las especies nativas, las de mayor tamaño son: *M. carcinus*, *M. americanum*, *M. heterochirus*, *M. olfersi*, entre otros, sin embargo son de crecimiento lento, altas mortalidades por su agresividad, marcada tendencia a salirse de los estanques y menor eficiencia alimenticia. Por el contrario, *M. rosenbergii* es poco agresivo, de rápido crecimiento, gran adaptabilidad, resistencia al manejo, gran tamaño, alta sobrevivencia, cultivable en aguas dulces y salobres y excepcionalmente en aguas saladas.

A mediados de los años 70s aumentó el interés por el cultivo de langostinos con peces no carnívoros, especialmente carpa y tilapia, lo anterior se debió básicamente a dos factores: biológico y económico.

Con relación al biológico se encontró que presenta dos graves problemas:

- a) Un desequilibrio en el medio ambiente que lo rodea. Los rendimientos más comúnmente obtenidos se encuentran entre 1200 y 1800 Kg./ha. , que en realidad es poco, esto se debe a que todos los animales se concentran en el fondo del estanque mientras que el agua restante se desaprovecha, además empiezan a crecer otros organismos microscópicos y macroscópicos en el agua tanto animales como vegetales, que ocasionan un daño a la producción de los langostinos, ya que aprovechan el oxígeno del agua y los langostinos pueden morir por asfixia.
- b) La amplia distribución de los tamaños en una siembra de alta densidad hace que por lo menos el 50% de los machos no crezca al tamaño comercial en 6 meses, esto se debe a que en esas poblaciones hay tres tamaños de langostino: 1. Enanos, 2. Machos medianos de pinza color naranja y 3. Machos grandes de pinza color azul, estos últimos no permiten a los otros comer suficientemente bien y no crecen.

Por ello, se recomienda el cultivo mixto con peces porque éstos eliminan las algas verdes que toman el oxígeno y además una gran proporción del alimento artificial se elimina porque los langostinos consumen el plancton.

El factor económico estriba principalmente en su bajo rendimiento por hectárea y consecuentemente hay poca rentabilidad.

Muchas veces se recomienda el cultivo de *M. tenellum* o llamado

también molla o chacal, que aunque es más pequeño, se puede cultivar en agua lodosa y en ocasiones en agua salobre. Este langostino soporta mejor el frío que el malásico. Para tierras muy calientes se recomienda la acamaya o *M. americanum* este es más grande que el anterior pero más pequeño que el malásico:

TAMAÑOS APROXIMADOS DE LOS CAMARONES DE AGUA DULCE O LANGOSTINOS.

	Macho	Hembra
<i>M. rosenbergii</i>	32 cm	25 cm
<i>M. tenellum</i>	15 cm	12 cm
<i>M. americanum</i>	25 cm	19 cm

Las técnicas de cultivo son muy semejantes, sin embargo debe tenerse en cuenta que en aquellos que viven en lugares lodosos su carne tiene un sabor ligero a humedad.

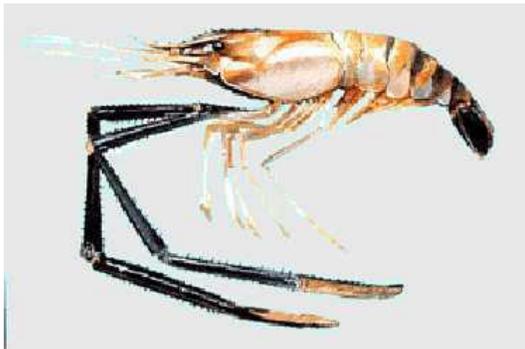


Fig. 80 Langostino malásico

Calidad del agua

Dado que la calidad del agua depende del tipo de suelo, la pendiente del terreno, la forma del terreno y el clima, es importante establecer éstas características:

La calidad del suelo para cultivo de langostino puede ser: arcilloso,

limoso y arenoso. Los suelos arcillosos son apropiados para estanques profundos. Se recomienda medir la acidez o alcalinidad del suelo dado que suelos con pH ácido igual o menor a 4.5 no son apropiados, así mismo, suelos muy alcalinos (mayor o igual a 8.5 disminuyen la producción).

La pendiente del terreno debe ser: entre mayor o igual a .33% y menor o igual a 2%.

El clima adecuado es cuando en el mes más frío la temperatura es superior a 24°C. El crecimiento óptimo del langostino malásico está entre 28 y 31°C, por debajo de 21°C el crecimiento baja dramáticamente y a 14 °C muere, así mismo, por arriba de 35°C muere.

El oxígeno disuelto que requiere es mayor o igual a 4 partes por millón, o 4 mg por litro.

La dureza debe ser entre 100 partes por millón y 200 partes por millón de CaCO₃

Amoniaco menor o igual a 0.1 mg/l o partes por millón.

Nitrógeno de Nitritos: igual o menor a 0.1 mg/l

Nitrógeno de nitratos: igual o menor a 20 mg/l

Salinidad: Para larvas 12 partes por mil o g/ l

Para reproductores 0 partes por mil Para engorda 0-5 partes por mil o g/l

El pH del agua debe estar entre 6.5 y 9.5

Parámetros definidos para sistema de cultivo convencional.

Transparencia del agua: 30-40 cm

La profundidad del estanque deberá ser entre 1.2 y 1.5 m esto es para disminuir los cambios de temperatura entre el día y la noche,

asegurar una adecuada cantidad de oxígeno disuelto en el agua, para prevenir el establecimiento de vegetación perjudicial en el fondo del estanque y permitir a los langostinos vivir en un ambiente con menos luz.

La cantidad de agua necesaria para los cultivos en condiciones normales es alrededor de 560 l/min./ha.

Antes de la siembra de los langostinos para su engorda, se requiere medir todos los parámetros antes mencionados, y posteriormente medir oxígeno y temperatura diariamente.

Biología del Langostino.

Ciclo biológico.

Los langostinos viven en aguas dulces o salobres turbias, en los ríos, lagunas o esteros, entre piedras, raíces sumergidas de árboles o agujeros excavados en el lodo.

La reproducción se da en épocas de lluvia y las larvas salen del huevo en agua dulce. Posteriormente las larvas son arrastradas hacia la desembocadura de los ríos y cuando ya son postlarvas se van río arriba (hasta 60 Km) por 2 o 3 meses.

Reproducción.

Los reproductores deberán pesar idealmente 45gr, los langostinos machos se consideran maduros para la reproducción en 9 meses, mientras que las hembras están maduras a los 6 meses.

Se utilizan 3 hembras por cada macho. Para la reproducción intervienen algunas sustancias llamadas ferhormonas que atraen al macho, éste inicia el cortejo de la hembra y tarda aproximadamente 10 a 30 minutos, posteriormente rodea a la hembra y la abraza.

El macho limpia la región ventral de la hembra y después introduce su órgano copulatorio (petasma) en la estructura correspondiente al útero de la hembra, llamada télico, la cópula dura solo unos segundos y se efectúa unas 3 a 8 horas después de que la hembra muda.

Los machos sujetan a las hembras durante la cópula y la voltean de manera que se encuentre el vientre con el vientre en un ángulo aproximado de 45°.

Los machos pueden aparearse todo el año. El macho deposita una sustancia gelatinosa y opaca en el télico de la hembra, ésta sustancia se llama espermátforo.

De 6 a 24 horas después de que se han apareado, se produce el desove, el cual dura 25 minutos y para que los huevos se fertilicen, es necesario que la hembra rasgue el espermátforo. Una vez fertilizados, los huevos son llevados a una cámara de incubación entre las patas nadadoras del langostino. Los huevos se pegan a las paredes del abdomen por medio de una sustancia pegajosa. Las hembras no fecundadas también desovan pero los huevos se desprenden en 2 a 3 horas, y éstos son infértiles.

El número de huevos depende de la especie y del tamaño de la hembra. Si son altas fecundadoras pueden producir de 150,000 a 210,000 huevos (*M. carcinus* y *M. americanum*); si son medianamente fecundadoras, como *M. rosenbergii* producen unos 25,000 huevos o 1000/g de peso de la hembra y si tienen baja fecundidad como *M. tenellum* o *M. acanthurus*, producen 3,500 a 4,500 huevos.

Los huevos miden aproximadamente 0.012 mm.

El período de incubación de los huevos depende de la especie y de la temperatura del agua. En general dura de 18 a 23 días a 28°C (644 °D) y la hembra puede ser fecundada nuevamente a los 23 días. Se recomienda reemplazar a las hembras cada 4 meses o cada dos desoves.

Los huevos son de un color naranja brillante que posteriormente cambia a café y 2 a 3 días antes de la salida de las larvas, los huevos cambian a un color gris oscuro.

La salida de las larvas (eclosión) dura un día y se inicia de noche. La hembra retira toda materia extraña y huevos muertos con sus patas caminadoras. Cada hembra puede tener entre 3 y 10 desoves al año. Cuando las larvas salen del huevo comen organismos microscópicos del agua (plancton) y miden solamente 2 mm.

Las larvas son arrastradas a las desembocaduras de los ríos (porque necesitan algo de sal), en general 10-14 partes por mil o mg/l. Las larvas pasan por 11 etapas larvianas y se distinguen porque:

- a) Siempre se dirigen hacia la luz (fototropismo positivo).
- b) Para respirar poseen estructuras de dos ramas.
- c) No tienen branquias (aparato respiratorio).
- d) Se mueven con la cabeza hacia abajo y el vientre hacia arriba.
- e) Nadan hacia atrás con la cola por delante.
- f) Nadan en grupos por la superficie del agua.

Las larvas reciben el nombre especial de Zoea, parecen arañas y pasan por 11 mudas (11 zoeas), en 15 a 40 días, después de lo cual se convierten en postlarvas que miden 7 a 10 mm y

pesan 6 a 9 mg y se desarrollan en 30 días más, las postlarvas también soportan la salinidad del agua, éstas son translúcidas o de un ligero naranja rosado en la cabeza. A partir del día 60 se llaman juveniles cuando ya miden aproximadamente 6 cm y pesan 6 g. éstos son de color azulado o café. Los juveniles más desarrollados son de color azul verdoso, ocasionalmente cafés, dependiendo de su dieta. Estos juveniles están listos para la engorda que dura aproximadamente 4 meses.

En la población de langostinos se desarrollan tres tipos de adultos que mientras más organismos haya, más agresivos y territorialistas se vuelven, así, están los enanos, que pueden aparearse con las hembras y tienen una mayor probabilidad de fertilizarlas, son los langostinos que mejor se adaptan al medio; los langostinos de pinza (quela) naranja, son menos agresivos, de tamaño medio y sacrifican la reproducción por el crecimiento rápido y los langostinos de pinza(quela) azul que son los más grandes, dominantes, pero cuya vida es corta, estos protegen a las hembras. La proporción normal de éstos tres tipos es:

Azul	Naranja	Enanos
1	: 4	: 5

Alimentación.

Los langostinos son omnívoros, lo que significa que comen tanto animales como vegetales, su dieta incluye, en estado natural: insectos acuáticos, larvas, algas, nueces, granos, semillas, frutas, pequeños moluscos y crustáceos. Los langostinos dependen principalmente del alimento natural, independientemente de la presencia o ausencia del alimento balanceado. Estos organismos comen en el fondo del estanque y sobre las rocas. La cantidad de proteína que requieren los

langostinos en su dieta es 25% siempre y cuando haya una proporción 1:4 entre grasas y azúcares. La cantidad de alimento artificial que se les proporciona deberá estar de acuerdo con la cantidad de langostinos sembrados, pero en general se les alimenta con el 3% de su peso diariamente, disminuyendo la cantidad en los días demasiado calurosos.

Los langostinos comen el alimento natural que hay en el agua, pero debe ponerse fertilizantes o abonos al agua para que haya más alimento, este alimento es primeramente unas plantas pequeñas que le dan color verde al agua y que se llaman fitoplancton, con esas plantitas son alimento para unos animalitos que flotan en el agua y que se llama zooplancton. Otros animales más grandes se comen tanto al fitoplancton como al zooplancton, esos animales se llaman consumidores primarios. Pero aún hay otros animales que se comen a éstos y se llaman consumidores secundarios.

Para que hayan todos estos animales que pueden ser alimento de los langostinos, se necesita poner unas sustancias químicas como la urea, sulfato de amonio, superfosfato simple, etc. que producen alimento para todos esas plantas y animales. Así, la urea se pone en el agua en cantidad de 15.7 Kg /ha mas superfosfato simple en cantidad de 6.7 kg./ha cada siete días o bien 60 Kg de superfosfato en una sola vez y 60 kg./ha de sulfato de amonio cada dos semanas, con eso, se aumenta hasta 5 veces mas la cantidad de alimento en el agua para los langostinos. Si se quieren usar abonos, se puede utilizar los desechos de animales como de gallina, cerdo, vaca, etc. pero se recomienda que primero se ensile para

que se mueran todos los microbios que pueden traer y no vayan a enfermar a los langostinos.

La cantidad máxima de estiércol que puede uno echar al agua es 100 Kg de estiércol seco por ha. por día.

Para que el estiércol sirva y se forme más alimento se necesita que haya sol, que se esté poniendo agua nueva por lo menos 5%, y que se haga con la debida frecuencia.

Los langostinos también se pueden alimentar con alimento comercial, cuando se da éste, engordan mas rápidamente pero se aconseja que solo se les dé un poco porque ellos prefieren el alimento natural. Además es muy costoso.

A las larvas de los langostinos cuando nacen no se les da de comer pero al segundo día ya se deben de alimentar con fitoplancton.

Cuadro 1 Alimentación de langostino

Tipo de alimento	Peso en gramos	HC	Prot.	Grasa
Postlarva 1	1.18-2	0.5-1.0	45	9
Postlarva 2	2-3	1.0-4.0	45	9
Engorda 3/32	2.4	4.0-12	30	7
Engorda 1/8	3.2	12-20	30	7

Para todos los casos, el porcentaje de fibra máximo es de 4, de cenizas 15 y de humedad 10

Producción de microalgas: se recomienda la mezcla de diferentes especies con un promedio de producción de 30 a 40 g/metro cuadrado/día

El cultivo de langostino con excretas de animales como el abono de ganado vacuno y el abono de cerdo es uno de los medios más adecuados para reducir los costos de producción,

de los cuales se pueden reducir del 30 al 40% de los costos totales.

En sistema semiintensivo con abonado se pueden producir 2,500 kg./ha/año en monocultivo.

El cultivo mixto o bicultivo de langostino puede hacerse con tilapia, carpa cabezona, carpa herbívora, mágil, puntius y bagre. En este sistema se puede producir 2,240 kg./ha/año mas 600 kg./ha/ciclo del pez en promedio, dependiendo de las densidades de carga.

Sistema de Cultivo de Langostino

El langostino puede ser producido de acuerdo a diferentes modalidades de cultivo, los que se diferencian entre sí por la cantidad de producción final obtenida por hectárea, al manejo y de acuerdo a la inversión inicial requerida.

Sistema extensivo.

Se realiza en estanques naturales y canales de riego. No se efectúan aportes de alimentación externa, siendo baja la producción obtenida, oscilando entre 200 a 400 Kg./ha/ciclo de cultivo, aumentando la producción si se aplica fertilizante al embalse de agua. Generalmente no son económicamente rentables, por lo que se realizan en el caso de acuicultura de subsistencia o de tipo familiar.

Los langostinos son omnívoros y su alimentación comprende: macro y micro algas, insectos acuáticos, granos, semillas, frutas, moluscos, alimentos prefabricados e incluso presentan canibalismo.

El manejo que se lleva a cabo consiste en siembra, en algunos casos la fertilización y al finalizar la engorda se cosecha total o parcialmente, según las necesidades.

Sistema semiintensivo.

El cultivo se realiza en estanques simples escarbados de tierra, que cuentan con entrada y salida independiente de agua dulce, antes de su llenado son encalados y fertilizados, aumentando así su productividad natural complementando sus necesidades nutritivas con alimentación externa, así, produciendo un cultivo típicamente semiintensivo donde suele tenerse cosechas de 800 a 1,500 Kg./ha por ciclo con individuos que superan los 30 g.

El sistema semiintensivo abarca:

1. Reproducción y producción de postlarvas. No es necesario ésta fase de producción en todas las granjas, ya que hay laboratorios especializados a los que se les compran las postlarvas. Esta actividad se lleva a cabo en laboratorios en donde es necesario agua salobre o agua marina diluida hasta 12 ppmil.
2. Preengorda en agua dulce.
3. Engorda.
4. Cosecha total y parcial.

1. Reproducción y producción de postlarvas:

Los langostinos en condiciones naturales desovan en aguas estuarinas. En éste caso las hembras grávidas buscan un ambiente adecuado para sus larvas, su madurez es alcanzada al año de edad, a ésta edad, las hembras mudan cada 23 días logrando incubar 2 lotes de huevos al mes. Después de la cópula el 100 % de los huevos son fertilizados. El número de huevos depende del tamaño de la hembra, pudiendo liberar 1,000 huevecillos por cada gramo de peso, en promedio la producción puede llegar a 50,000

huevos. El período de incubación es de 20 días hasta que eclosionan las larvas, naciendo una zoea planctónica que se desplaza activamente en la columna de agua, hasta alcanzar la metamorfosis a los 33 días en donde se convierten en postlarvas omnívoras de agua dulce, quien posteriormente crecerá y engordará hasta poder alcanzar los 90 g. de peso.

Condiciones de la fase:

- Temperatura del agua de 28 a 31 °C, debiendo evitar variaciones de 2 °C.
- Oxígeno disuelto, su óptimo es de 7.5 mg/l (ppm).
- Salinidad de 12 a 16 ppmil para desarrollo larval y para engorda y maduración de 0 a 1 ppmil.
- Dureza total entre 40 y 100 ppm de carbonatos de calcio.
- Duración del período 35 días aproximadamente.

- Selección y mantenimiento de hembras grávidas:

Las hembras grávidas u ovígeras son fácilmente identificables porque los huevecillos fertilizados permanecen en la parte exterior del abdomen durante el tiempo de su desarrollo embrionario, momento en que eclosionan. Dependiendo de las necesidades del laboratorio, se calcula el número de hembras a emplear, considerando que un animal de 20 g. produce 5,000 larvas, tomando en cuenta las pérdidas por manejo y accidentes en la eclosión.

Las hembras que se deben introducir a los estanques de eclosión son aquellas que tienen el huevecillo oscuro (gris), hembras que garantizan la eclosión en un plazo máximo de 3 días. Aquellos ejemplares cuyo huevo sea anaranjado, significa que empieza

el período de incubación y mantenerlas en éstos estanques significa mayor manejo y capacidad de estanquería. La totalidad de las hembras se distribuyen en los estanques y se les suministra agua salobre desinfectada y se les coloca oscuridad ya que las hembras en éste estadio tienen fototropismo negativo. Transcurridas 36 hrs. las hembras han liberado el 90 % de sus huevecillos y se realiza su traslado a los estanques de reproductores.

- Eclosión y distribución larval:

Diariamente y antes de empezar el trabajo en el laboratorio, se verifica la presencia de larvas en los estanques de eclosión, quienes se caracterizan por ser planctónicas y muy activas, en cuanto a su alimento, las larvas no consumen alimento el primer día posteclosión. Confirmada la eclosión se realiza la colecta de larvas, se cuentan volumétricamente y se transfieren a estanques de cultivo de larvas. La densidad recomendada en ésta fase es de 30 a 50 larvas por cada litro de agua.

La alimentación desde el segundo día de vida es a base de algas y nauplios de *Artemia* recién eclosionada, proporcionando 5 nauplios por cada ml de agua, a medida que crecen la *Artemia* es cambiado lentamente por alimento balanceado.

- Obtención y colecta de postlarvas:

Luego de la metamorfosis donde son convertidas a postlarvas, es necesario la introducción de algún sustrato que sirva de guarida a los animales dada la conducta bentónica y el acentuado canibalismo de ellos. Cuando el 90 % de los organismos se encuentra en éste estadio, se debe incrementar la

cantidad de agua dulce en el estanque hasta llegar de 0 a 1 ppmil de salinidad, ésta operación se realiza lentamente (en dos días). Las postlarvas pueden permanecer en éste ambiente durante un plazo máximo de 5 días provistas de agua dulce.

La densidad recomendada es de 1,000 a 5,000 Pl/m². El recambio de agua es del 30 al 50 % del volumen total. La colecta se realiza reduciendo en volumen del agua y con una red de abertura fina de la maya. Finalmente se trasladan a su engorda en bolsas de plástico con oxígeno, colocando 3,000 Pl. en 12 litros de agua saturada de oxígeno.

2. Preengorda.

La productividad natural de los cuerpos de agua se pueden aumentar con un manejo cuidadoso, mediante la administración cuidadosa de fertilizante. La preparación de los estanques antes de fertilizar consiste en mejorar el fondo del estanque ya que el fondo y en particular la capa de lodo se considera como el "laboratorio químico" y el "almacén de nutrientes primarios" del ecosistema del estanque. Sin embargo, el éxito de la estrategia de administración de fertilizantes, depende en muchos casos del secado inicial y/o del tratamiento químico del fondo del estanque con cal.

- Secado del estanque:

Este proceso tendrá una duración de 5 a 10 días, necesarios para:

- a) Mejorar la textura del suelo y la disponibilidad primaria de nutrientes, porque con la oxidación y consecuentemente con la mineralización, rompen y descomponen la materia orgánica.

- b) Disminuye la demanda de oxígeno por el sedimento lodoso una vez llenado el estanque de agua.
- c) Mayor colonización de organismos bentónicos por lo escrito en 1 y 2.
- d) Oxidación y eliminación de metabolitos indeseables, por ejemplo sulfato de hidrógeno.
- e) Eliminación de depredadores, parásitos, huevos y macrofitas indeseables.
- f) Facilidad de la cosecha y eliminación de los depósitos de lodos.

- Encalado:

Para que un estanque responda apropiadamente a la fertilización, el fondo del estanque debe de ser ácido y el agua superficial deberá tener un pH neutro-alcalino (7-8) y una alcalinidad y dureza total de 20 mg/l o más como carbonato de calcio.

Los lodos ácidos absorben los fosfatos inorgánicos, y con éstos no crecen bien los microorganismos. Las ventajas del encalado son:

1. Incrementa el pH a niveles deseables, estableciendo una reserva alcalina o sistema bufer.
2. Incrementa la disponibilidad del carbono para la fotosíntesis.
3. Eleva el pH y el lodo disminuye la capacidad de absorber nutrientes "fosfatos" por lo que aumenta la concentración de organismos.
4. El incremento microbial, acelera la descomposición y mineralización de la materia orgánica.
5. Existe una clarificación del agua, penetrando la luz a mayor profundidad, incrementando la fotosíntesis.
6. Desinfecta el estanque y mata las plantas.

El encalado se efectúa antes del llenado, proporcionando la cal común a

razón de 1,000Kg. /ha durante su primer año de uso y entre 250 a 500 Kg./ha durante los años siguientes.

- **Fertilizado y llenado del estanque:** Después del secado y encalado de los estanques, se procede a su fertilización y llenado no sin antes haber colocado filtros y mayas que impidan la salida de las postlarvas o la entrada de depredadores tanto en la salida como en la entrada del agua al estanque, recomendándose fertilizar con materia orgánica si es la primera vez que se usa o si el terreno es permeable, ya que la materia orgánica sella el terreno (los tipos de fertilizantes se describen en la sección de alimentación de los langostinos). El llenado del estanque se realiza hasta la mitad, por si se llega a tener algún problema en la calidad de agua en los primeros días de la introducción de la postlarva, se pueda diluir el problema, agregando más agua al estanque, una vez llenada la mitad, se espera de 8 a 10 días para que el alimento natural alcance un nivel adecuado antes de introducir los langostinos.

- **Recepción de la postlarva.** Las postlarvas se reciben en la granja en bolsas de polietileno semigruesas, que contienen 2/3 de oxígeno y 1/3 de agua con los langostinos, con temperatura baja para que reduzcan el metabolismo y la utilización de oxígeno con el fin de optimizar la sobrevivencia. La postlarva si es comprada en un laboratorio, por lo general viene aclimatada a las condiciones del agua del estanque de preengorda, principalmente a lo referente a la salinidad, de no ser así es necesario aclimatlarla, esto se hace en contenedores en donde se coloca la postlarva en agua salobre (con la concentración de sal que se tenía en el laboratorio) y posteriormente se diluye

lentamente con agua del estanque, disminuyendo 1ppmil de salinidad cada 2 horas, hasta obtener agua dulce (de 0 a 1 ppmil de salinidad), De venir la postlarva aclimatada a la salinidad de los estanques lo único que se realiza es la introducción de la bolsa al estanque para igualar la temperatura del agua, al igualarse, se abre la bolsa y se deja que penetre el agua del estanque a la bolsa lentamente y cuando las larvas se hallan aclimatado al agua, saldrán de ella para distribuirse en el nuevo estanque.

La densidad de siembra en el estanque de preengorda es de 5 a 20 postlarvas por cada metro cuadrado.

- **Manejo de los estanques:**

1. **Medición de las concentraciones de oxígeno disuelto:** En lo posible, ha de realizarse en las primeras horas de la mañana, justo antes de salir el sol, por considerarse que a ésta hora la concentración de oxígeno es la menor del día, y al oscurecer que es cuando se encuentra la más alta concentración, con ésta medida se puede prevenir problemas nocturnos de falta de oxígeno.
2. **Control de la densidad de fitoplancton:** Se efectúa mediante el disco de secchi, siendo la transparencia ideal de 25 a 40 cm. si la transparencia es mayor, la cantidad de plancton y por consiguiente de alimento natural es poca y es necesario la aportación de mayor cantidad de alimento balanceado para que el langostino desarrolle el peso deseado, o aplicar fertilizante para que el alimento natural aumente.
3. **Alimentación:** La cantidad de alimento proporcionado a cada uno de los estanques, estará de acuerdo a la cantidad total de langostinos bajo cultivo. Las

raciones se proporcionarán durante el día a la misma hora (mañana y tarde), distribuyéndose de forma uniforme sobre la superficie total de estanque. La cantidad de alimento a suministrar es 10 % de la biomasa en la etapa de postlarvas, cantidad que se va disminuyendo hasta llegar al 5 % de la biomasa al día en los últimos días de la etapa.

4. Muestras: La toma de muestras de la población del estanque se recomienda se realice cada 15 días para estresar lo menos posible a la población, se realiza con el objeto de determinar el crecimiento de los animales, elaborar la gráfica la ganancia de peso, poder ajustar la cantidad de alimento necesaria y revisar a los organismos de posibles problemas patológicos.

Los langostinos son pasados al estanque de engorda cuando tienen aproximadamente 1 gr de peso, esperando una mortalidad en ésta fase del 20 %.

3. Engorda.

La preparación del estanque (secado, encalado y fertilizado) se lleva a cabo de forma similar a la de los estanques de preengorda, llenando el estanque al 100 % de su capacidad.

La siembra de los juveniles se planifica a una densidad de 7 juveniles por metro cuadrado, manteniéndose en cultivo hasta que alcancen el tamaño comercial deseado (aproximadamente de 30 a 70 gramos) en 3 a 4 meses según la temperatura del agua y la velocidad de las mudas. La mortalidad en ésta etapa es del 30 % de la población aproximadamente. La producción total esperada es de 1,000 a 1,500 Kg por hectárea por ciclo.

- Manejo de los estanques:

- I. Medición de la concentración de oxígeno disuelto: ésta operación se realizará en las primeras horas de la mañana, antes de salir el sol y al atardecer, para conocer la concentración mínima y máxima de oxígeno y poder prevenir alguna deficiencia.
- II. Control de la densidad de fitoplancton: Se efectúa mediante el disco de secchi, siendo la transparencia ideal de 25 a 40 cm.
- III. Alimentación: La cantidad de alimento proporcionado a cada uno de los estanques, esta de acuerdo al peso total de los langostinos cultivados en cada estanque de engorda, El alimento se debe proporcionar durante el día a la misma hora, distribuyéndose de forma uniforme sobre la superficie total. La cantidad de alimento a suministrar es de 5 % de la biomasa, cantidad que va disminuyendo hasta llegar al 3 % de la biomasa al día.
- IV. Muestras: La toma de muestras de los langostinos se recomienda se realice cada 15 días para evitar enfermedades producidas por oportunistas (hongos y bacterias Gram negativas), al estrés de los organismos, se debe realizar con el objeto de determinar el crecimiento, ganancia de peso, ajustar la cantidad de alimento a ofrecer y revisar a los organismos de posibles problemas patológicos.

4. Cosecha:

El tipo de cosecha dependerá fundamentalmente del mercado al cual pretendan acceder el productor. La cosecha se deberá efectuar por la mañana, evitando las temperaturas altas y podrá ser total al finalizar la engorda por vaciado de los estanques y recolección con red fina, o cosechas parciales recomendada para venta al menudeo solo recolectando los langostinos más grandes (quela azul), cosecha que permite que los langostinos más chicos crezcan.

Los langostinos cosechados deberán ser introducidos inmediatamente en agua con hielo, para proceder a su muerte instantánea; obteniéndose de ésta forma un producto de óptima calidad.

Sistema intensivo.

Se ha realizado en forma experimental, siendo manejado en estanques de flujo de corriente rápida o en estanques circulares, con alto recambio de agua y alta densidad de siembra, si bien las producciones obtenidas pueden aumentarse hasta por encima de los 2,000 Kg./ha/ciclo no son de utilización común y su costo es alto.

Cultivo de langostinos en camas.

Este es un sistema que se está estudiando apenas en la Universidad del estado de Mississippi en Estados Unidos, se puede producir mucha cantidad de langostino pero se requiere gastar al principio en el material para las camas y después durante todo el ciclo se debe dar alimento comercial, además se gasta en aireadores, sin embargo, la producción es mucho mayor que en el sistema convencional en estanques.

Este sistema lo creó el Dr. Carlos Posadas, y con él tiene menos muertes que en el otro sistema, ya que

en éste se le mueren 30 de cada 100 animales y en el sistema convencional se mueren 45 de cada 100.

El fondo del estanque se cubre con mallas de plástico y sobre éstas se colocan camas de yerba después nuevamente las mallas de plástico, y así se hacen las camas que cubren como hasta la mitad del fondo, se llena de agua y se ponen las larvitas de 45 días de nacidas (pesan aproximadamente 0.1 g) y se siembran unas 9000 por cada 500 m², se alimentan dos veces al día con alimento para bagre o para tilapia que tenga 32% de proteína. Es necesario medir el oxígeno y la temperatura del agua dos veces al día y ocasionalmente se necesitan aireadores. Se pueden producir en 120 días, así se pueden producir hasta 600 Kg por cada 500 m².

Canales de comercialización.

Independientemente de la forma de comercialización, es importante tener en cuenta que los langostinos son muy susceptibles a la degradación enzimática después de su recolección y muerte, por lo que es recomendable sumergirlos en agua fría después de su cosecha.

La entrega al mercado puede efectuarse de diferentes formas: fresco en hielo en bolsas de 0.5 a 1 Kg congelados o escaldados.

Para la entrega de los langostinos a pié de estanque, se realiza generalmente el procedimiento de muerte por hielo y entrega con este material, considerando de 1 a 1.5 Kg de hielo por Kg de camarón cosechado.

Cuando el langostino también se comercializa escaldado, se debe hervir a 100 °C, durante 20 segundos aproximadamente, para sé venta al pie del estanque o se puede entregar

fresco en hielo a las industrias procesadoras.

Para el cultivo de las algas es necesario tener cuidados especiales en:

1. Luz. La luz natural aumenta la producción hasta la saturación y disminuye cuando el cultivo se hace sombra a sí mismo, para lo cual existe la alternativa de la luz artificial.
2. Temperatura 15-22 ° C
3. Salinidad de acuerdo a la alga
4. pH 7-9
5. Agitación: previene la sedimentación de las partículas, facilita la dispersión y homogeneización de nutrientes, se realiza mediante el burbujeo de aire o agitadores.
6. CO₂ 1% del volumen del agua: indispensable para la función de la fotosíntesis.
7. Redox: (sulfato sódico, beta mercaptoetanol, ditioeritrol)
8. Necesidades nutricionales:

El crecimiento de las algas tiene 4 fases:

1. Fase inicial.
2. Fase exponencial.
3. Fase estacionaria.
4. Colapso.

Secuencia de cultivo:

El cultivo se inicia con 3 ml de la cepa pura en tubos de ensaye de 15 ml y en un tiempo aproximado de 3 días se inocula otros 3 tubos bajo las mismas condiciones que inocularán 3 tubos de 25 ml en 3 días y se inoculan botellas de 8 litros y por último se pasan a estanque de 340 litros.

Al último se filtran o sedimentan

Producción de Nauplios de Artemia Salina.

La producción de nauplios por incubación de quistes en agua marina es un método muy simple, cuando se trabaja a gran escala y con altas densidades de quistes, algunos parámetros pueden ser críticos los que son necesarios controlar para obtener buena eficiencia en la eclosión, los cuales son:

1. Temperatura: 25-30 ° C
2. Salinidad: 5ppm
3. Oxígeno: arriba de 2ppm
4. Densidad: no más de 5 gramos de quistes por litro de agua
5. Desinfección de quistes: 1 o 2 horas en inmersión de 20 ppm de hipoclorito de sodio

Métodos de eclosión:

Los mejores resultados de la eclosión se obtienen en recipientes transparentes en forma de embudo para que se puedan airear desde el fondo, para ello se puede utilizar botellas o botellones invertidos a los que se les quita la base, iluminadas a una distancia de 20 cm con tubos fluorescentes de 60 W. La aireación desde el fondo del recipiente, permite mantener todos los quistes en suspensión en agua suficientemente oxigenada, la temperatura se mantendrá en los niveles óptimos. La recolección de los nauplios libres de cáscaras vacías y de quistes sin eclosionar se hace deteniendo la aireación durante 5 a 10 minutos, Las cáscaras vacías flotan en la superficie, mientras que los nauplios se van a la parte inferior, al igual que los quistes sin eclosionar que son los que están más abajo.

Enfermedades del Langostino.

Las enfermedades no parecen ser un problema significativo en la producción de langostino, sin embargo, es conveniente su conocimiento y sobre todo las fuentes de donde se infectan los langostinos, para evitarlas lo mejor posible.

Entre las enfermedades existen aquellas producidas por a) bacterias, b) hongos, c) virus, d) parásitos, e) mal manejo y f) deficiencias nutricionales.

Enfermedades producidas por Bacterias.

Necrosis larvaria bacteriana.

Producida por bacterias como *Leucothrix* spp. *Vibrio harvey* y bacilos y cocos no filamentosos.

Se ha observado en La Polinesia Francesa y en Tailandia.

Solamente afecta a los langostinos.

Les produce caída de las patas, antenas y anténulas y puede ser fatal. Solo se controla evitando la sobrepoblación, controlando que no haya cambios bruscos de temperatura y reduciendo el manejo.

Enfermedad de los puntos negros o enfermedad del caparazón.

Es causada por bacterias que destruyen al caparazón (quitinoclásticas), sin embargo, éstas bacterias no afectan al animal si no hay lesiones producidas en el mismo por mal manejo, por lo tanto, no son agentes primarios de enfermedad sino oportunistas. Las bacterias que se han identificado en estos casos son: *Aeromonas* sp.; *Vibrio* sp.; *Acinetobacter* sp.; *Pseudomonas* sp.

Se ha observado en todos los langostinos en todos los lugares donde se cultiva.

Se controla igual que en el caso de Necrosis larvaria bacteriana.

Enterococosis.

Producida por bacterias tipo Enterococo que producen mortalidades hasta del 60% y esto se aumenta por pH y temperaturas altas pero salinidad reducida.

Solo se ha observado en Taiwan y el control se efectúa manteniendo los parámetros fisicoquímicos dentro de sus rangos aceptados. Los langostinos enfermos crecen muy lentamente, no comen, están inactivos y el cuerpo aparece opaco y blanquizco, hay alta mortalidad.

Enfermedades producidas por Hongos.

Enfermedad del algodón.

Producida por hongos como *Aphanomyces* sp. *Saprolegnia* sp. *Achlya* sp. y *Mucor* sp. también son oportunistas y requieren de lesiones previas en el caparazón para que se establezcan. Se observa como un crecimiento de algodón de diferente color, de acuerdo con el color del agua, en el caparazón. Si este algodón se quita, el caparazón debajo de éste está decolorado y destruido. Se requiere un buen manejo, evitar las heridas y otras enfermedades bacterianas que lastimen el caparazón, como la enfermedad bacteriana del caparazón.

Micosis larval.

Es producida por *Fusarium solani*, *Fusarium moniliforme* y posiblemente *Fusarium* spp. y no obstante su nombre, también puede afectar a juveniles y adultos.

Este agente infecta en lugares lesionados por heridas. Produce alta mortalidad en especies susceptibles. Debe evitarse la sobrepoblación y mejorar las condiciones ambientales del agua donde se cultivan.

Enfermedad micótica del invierno.

Se produce solo durante el invierno y únicamente ha sido observada en adultos, (73%), juveniles (25%) y postlarvas (2%), pero no en larvas. Los animales tienen coloración amarilla a café, aumento de tamaño del hepatopáncreas y enblanquecimiento del músculo. El hongo ha sido identificado como *Candida famata* y *Candida sake*. La mortalidad alcanza hasta 100% cuando la temperatura del agua está a 20°C.

Enfermedades causadas por Virus.*Enfermedad de la mancha blanca.*

Es producida por un virus llamado WSBV (White Spot BaculoVirus) que significa precisamente Virus como bastón que produce manchas blancas. Fue primeramente diagnosticado en camarones de agua salada (penéidos), por lo que se concluye que los langostinos pueden infectarse en la etapa larvaria, cuando están en agua salobre.

Como su nombre lo indica se observan manchas blancas en el caparazón y las cubiertas de los segmentos abdominales (pleuras). Es una enfermedad mortal y afecta al 100% de los animales. Es indispensable un buen diagnóstico para poder decidir la eliminación de toda la población afectada, desinfección de estanques y equipo y repoblación nueva ya que no hay posibilidad de curación.

Enfermedad hepatopancreática por Parvovirus.

También llamada HPV que significa virus del hepatopáncreas. Se ha observado en langostinos cautivos en Corea, Mar amarillo de China, Taiwan, Filipinas, Indonesia, Malasia, Singapur, Australia, Kenia, Israel y Kuwait. Se introdujo a América del Sur con una

importación de camarones, especies en las que se encuentra en la costa oeste de México, y en El Salvador y Brasil.

Típicamente afecta a los estados juveniles produciendo la muerte del hepatopáncreas. Los animales dejan de comer, no crecen y se llenan de microorganismos (enfermedad de la suciedad). Causa grandes pérdidas por muerte.

No hay tratamiento posible por lo que los animales enfermos deben destruirse y las instalaciones y equipo desinfectarse perfectamente antes de volver a introducir animales.

Enfermedades causadas por Parásitos y Epibiontes.*Enfermedad de la suciedad.*

Asociado siempre a otras enfermedades que debilitan al langostino, por lo que no puede limpiarse como es su hábito.

Se debe tanto a bacterias filamentosas (*Leucotrix mucor*) como a organismos unicelulares (protozoarios) como *Epistylis*, *Zoothamnium*, *Vorticella*, *Acineta*, *Corythunia*, *Lagenophrys* y algas.

Parásitos Internos.

Gusanos redondos (nemátodos) como *Angiostrongylus cantonensis* generalmente invaden la región branquial e impiden que el langostino pueda respirar y muera por asfixia.

Isópodos, que pueden meterse bajo el esqueleto y producir muerte de los órganos por presión o mudas prematuras.

Tremátodos

Las fases larvianas de estos parásitos (cercarias), provenientes de caracoles y almejas, invaden al langostino y llegan al músculo del mismo en fase de metacercaria. Allí producen una

inflamación muy grave que hace que el langostino deje de comer, deje de limpiarse y se llena de organismos que le producen también enfermedad de la suciedad.

Turbelarios

Estos parásitos se ubican en la superficie de las branquias e impiden la oxigenación del langostino.

Enfermedades por mal manejo y por deficiencias nutricionales

Muerte larvaria por incapacidad de muda.

Se asocia con la deficiencia de lecitina y/o toxinas. Por lo general se presenta en el estado larvario 11 o en postlarvas. Estas son incapaces de liberarse del caparazón viejo y la mortalidad alcanza un 30%.

Opacidad muscular o Necrosis muscular.

Se debe a condiciones de estrés por mal manejo, como en el caso de sobrepoblación, altas temperaturas, niveles bajos de oxígeno en el agua o altas variaciones de salinidad.

Las lesiones observadas son opacidad del músculo y dejan de comer.

Enfermedad del medio ciclo larvario (MCD) o Atascamiento de la Exuvia.

Se asocia a deficiencias nutricionales, sustancias tóxicas y probablemente con *Enterobacter aerogenes*. Se ha observado en Hawái, Isla Mauricio, Tailandia, Filipinas, Malasia y en norte de Australia.

Ataca a los estados larvarios IV-XI, y postlarvas tempranas.

Las lesiones son empequeñecimiento del hepatopáncreas y los signos observables son pérdida de la relación arriba-abajo, nado en espiral,

disminución del consumo de alimento, canibalismo, color grisáceo del cuerpo y causa la muerte hasta en el 30% de los animales. La muerte se produce durante la muda y esta no se puede completar. También presentan deformidades.

Se recomienda que los animales infectados sean destruidos y posteriormente se desinfecte todas las áreas de estanquería y equipo. El control se lleva a cabo manteniendo buena calidad del agua y suplementando la dieta con lecitina. Las epizootias avanzadas son intratables.

Langostinos blancos.

Esto es causado por ausencia de luz solar y los langostinos adquieren una coloración lechosa y el caparazón y pleuras se reblandecen.

Síndrome de las branquias negras.

También llamado branquias quemadas. Se debe a deficiencia de vitamina C y por tanto se puede observar en muchas enfermedades que impidan al langostino comer.

Se observa en todo el mundo y para su control es necesario identificar las causas primarias de enfermedad.

Prevención y Tratamiento de las enfermedades del Langostino

Para la prevención de las enfermedades del langostino se utilizan los siguientes desinfectantes que son usados para equipo y estanquería:

Hipoclorito de calcio: (cloro comercial) 6 ppm (mg/l) o 60 ppm (mg/l) del blanqueador comercial. Para desinfección de equipo.

Formalina: 250 ppm (mg/l). Para desinfección de equipo.

Tiosulfato de sodio: 10 ppm (mg/l).
Para decoloración del agua.

Estreptomina: 1.5 a 2.5 ppm (mg/l)
cada 2-3 días. Para tratamiento de
algas filamentosas.

Ampicilina: 1-2 ppm (mg/l) por 3 días.
Para tratar enfermedades por
bacterias.

Oxitetraciclina: 1.2 ppm (mg/l) por
tres días. Para tratar enfermedades
por bacterias.

Quelantes: (EDTA) 10 ppm (mg/l).
Para secuestrar algunas sustancias
tóxicas.

Cobre: 0.2 a 0.5 ppm (mg/l) por 15 a
20 minutos. Para tratar algunas
enfermedades parasitarias externas.

Formalina: 15 a 20 ppm (mg/l) por 30
minutos. Para eliminar la enfermedad
de la suciedad y la enfermedad del
algodón.

Verde de malaquita: 0.05 ppm (mg/l)
por 6 horas o 0.2 ppm (mg/l) por 30
minutos. Para desinfectar a los
langostinos recién llegados y para
eliminar enfermedad de la suciedad y
enfermedad del algodón.

Literatura consultada

Anon. Freshwater crayfish farming.
Information from the Department of
Aquaculture, New South Wales. 1985.

Avault J.W., De la Bretonne L.W., Huner
J.V. Two major problems in culturing
crayfish in ponds: oxygen depletion and
over – crowding. In: avault jw (editor).
Freshwater crayfish v. Papers from the
second International Symposium on
freshwater crayfish. Baton Rouge,
Louisiana USA. 1974. Louisiana State
University. 139 – 144.

Avault J.W. Crayfish species plan for the
United States: Aquaculture. In:
Goldman C.R. (editor). Freshwater
crayfish v. Papers from the Fifth
International Symposium on freshwater

crayfish. Davis, California, USA. 1981.
Avi publishing co. USA. 529-533.

Brown C.M. Marine peneid shrimp. Chap.
2. In production of Aquatic Animal:
crustaceans, molluscs, amphibians and
reptiles. Edited Nash C.E. Series World
Animal Science. Production- system
approach no. 4. Elsevier Science
Publishers b.v. 239pp.

Darnell R.M. Food habits of fishes and
larger invertebrates of Lake
Pontchartrain, Louisiana, an Esturine
Community. Publs. Inst. Mar. Sci. Univ.
Tex. 5: 353-415

CAPÍTULO 12

CULTIVO DE MOLUSCOS BIVALVOS.

Maribel García Ramos
Ma Elena Loeza Fuentes

Los moluscos representan en la acuicultura marina uno de los grupos más importantes desde el punto de vista productivo y económico, ya que sus costos de producción no son muy elevados.

Los datos históricos se remontan hasta la época romana, época en la que ya eran consideradas las ostras como un manjar exquisito, y que con el fin de mejorar su calidad, no faltó quien ingeniosamente se dedicó a trasladarlas a zonas en que las características de las aguas ofrecieran mejores condiciones para su crecimiento y sabor.

Generalidades.

- Organismos metazoarios pluricelulares, formado por animales que habitan en el mar, las aguas dulces y la tierra.
- Poseen un cuerpo blando y sin huesos.
- Son organismos filtradores.
- La mayoría son sedentarios y viven en el fondo (organismos bentónicos).
- Se encuentran en aguas de poca profundidad.

Los moluscos se clasifican en 6 clases, de las cuales la clase Bivalvia es la que merece nuestro interés en el texto. Clase *Bivalvia*, también llamada *Pelecypoda*. (Pie en forma de hacha).

Se caracterizan por tener el cuerpo comprimido y poseer unas conchas formadas por dos valvas articuladas dorsalmente que encierran

por completo su cuerpo. Ejemplos se tienen a las almejas, ostras y mejillón.

Características morfológicas.

Anatómicamente el cuerpo de los moluscos se divide en:

Cefálica.

La cabeza esta reducida por esto no es diferenciada en algunos grupos de moluscos bivalvos, en la región cefálica se encuentra la boca la cual esta provista de una estructura que recibe el nombre de rádula que es de origen muscular que posee algunos órganos sensoriales para raspar el sustrato en el cual esta fijado.

Masa visceral.

Cubierta de una membrana que recibe el nombre de manto. El manto va a formar una cavidad llamada cavidad del manto, la cual es la más espaciosa entre los moluscos y es donde se alojan las branquias, que son muy grandes en la mayor parte de las especies las branquias han adaptado funciones de recolección de alimento, además de realizar intercambio gaseoso.

El manto está fijo a la concha mediante las fibras musculares, se encuentra situado a lo largo de una línea semicircular, a corta distancia del margen de la concha forma una cicatriz llamada línea paleal.

Cuando entra algún objeto extraño como un grano de arena o un parásito y sé aloja entre el manto y la concha, el objeto se convierte en un núcleo alrededor del cual se depositan capas concéntricas de concha nácar, de este modo se forma una perla. Todos los moluscos que tengan concha pueden formar perlas, pero solo los que tienen una capa interna nacarada producen perlas con valor comercial.

Concha.

Formada por dos valvas más o menos ovales, convexas unidas y articuladas entre sí por su región dorsal, que encierran por completo su cuerpo.

Cada valva tiene una protuberancia dorsal llamada umbo, que se eleva por encima de la línea de articulación y constituye la porción más vieja de la concha. Las dos valvas van unidas por una banda de proteínas llamada ligamento de la Charnela. Dicho ligamento tiene una estructura tal que cuando las valvas están cerradas, la parte dorsal o externa se estira y la ventral o interna se comprime y cuando se relajan, la valva se abre. A fin de evitar deslizamiento de las valvas al cerrarse la mayoría de la especie presenta una serie de dientes o bordes localizados por debajo de la charnela.

Las valvas de la concha se cierran por acción de dos gruesos músculos dorsales llamados aductores, que se encuentran en forma opuesta en la concha.

Las conchas están formadas por un periostraco externo que cubre de dos a cuatro capas calcáreas. Su función es secretar la concha también protege al carbonato de calcio subyacente contra la disolución en el agua.

La concha puede ser de aragonita (primitiva) o una mezcla de aragonita y calcita, que se depositan en forma de prismas, lascas o tablillas dispuestas en laminas.

El tamaño va desde 2 mm como las almejititas dulceacuícolas de la familia *Sphaeriidae* hasta las almejas gigantes del género *Tridacna* del Pacífico del Sur las cuales alcanzan una longitud de 1m y llega a pesar de 1 a 100 Kg.

Branquias.

Dan el aspecto de láminas, a lo cual se le debe el nombre de Lameli branquias.

Son muy grandes. Sirven para la recolección de alimento por filtración así como para el intercambio gaseoso.

En la recolección de alimento funciona de la siguiente manera, el alimento entra por una corriente inhalante, las partículas de alimento son separadas por tamaño y por peso. Las partículas pequeñas y ligeras se conservan como material alimenticio y son transportadas sobre la superficie palpal a través de la cresta que tiene bordes ciliados donde son envueltas con mucosidad y transportadas hacia la boca.

Las partículas pesadas, que el animal desecha, son conducidas hacia el borde de las lamelas de donde caen al manto o al pie, sale de la cavidad por el orificio exhalante. La materia rechazada de las branquias se denomina pseudoheces y salen de la cavidad del manto por el orificio exhalante.

En la oxigenación el agua entra por la corriente inhalante circula entre los bordes y luego penetra en los tubos por numerosos poros (ostiolos) presentes en la lamela branquial. La oxigenación ocurre conforme el agua se desplaza en dirección dorsal de los tubos y luego el agua sale por el orificio exhalante.

Aparato digestivo.

Está constituido por las siguientes partes:

- La boca provista de una rádula, es una estructura muscular y ramoneadora.
- Porción esofágica tubular que conduce al estómago.

- Estómago en donde hay una estructura llamada Estilo cristalino o Saco de estilo de naturaleza proteínica cuya rotación concentra y mezcla el alimento ayudándose de las secreciones enzimáticas. Las partículas pequeñas que contienen valor proteico son retenidas y las partículas grandes no son digeridas y pasan al intestino.
- Intestino, es recto y termina en el ano, en el intestino se forman las heces y pseudoheces, los restos no digeridos que son eliminados.

Sistema nervioso.

Los bivalvos también presentan el sistema circular abierto esto es: corazón, senos tisulares, nefridios, branquias.

Es bilateral y presenta tres pares de ganglios y dos de largos cordones nerviosos.

A cada lado del esófago hay un ganglio cerebropleural. De cada ganglio cerebropleural surgen dos cordones nerviosos que se dirigen hacia atrás, para pasar entre las vísceras y terminar en el primer par de ganglios viscerales, también controla los músculos aductores posteriores y los sifones.

El segundo par de cordones surge de los ganglios cerebropleural que se prolongan hacia el pie, conectándose con un par de ganglios pedales (el movimiento del pie y el músculo aductor anterior quedan bajo el control de los ganglios pedal y cerebral).

El tercer par coordina los movimientos pedales y valvares.

Aparato circulatorio.

En la mayor parte de los bivalvos, el ventrículo del corazón se ha plegado

alrededor del intestino (recto), de modo que la cavidad pericárdica no sólo encierra el corazón, sino un corto tramo del aparato digestivo.

Del ventrículo parte una aorta anterior, los bivalvos también exhiben el sistema circular abierto típico de los moluscos.

El corazón es dorsal y está constituido por un ventrículo o cámara anterior y por dos aurículas o cámara posterior.

La hemoglobina antes de su regreso al corazón se oxigena en branquias y llega oxigenada a aurículas y de ahí se distribuye a todo el cuerpo.

La sangre venosa se concentra en el manto, después pasa al corazón de ahí a branquias donde se oxigena y llega con oxígeno a las aurículas.

Aparato excretor.

Está constituido por dos nefridios localizados por arriba de la cavidad pericárdica y encima de las branquias, uno de los extremos desemboca en la cavidad pericárdica a través del nefrostoma y el otro en la cavidad del manto por medio del nefridioporo es probable que haya reabsorción selectiva y secreción en las secciones del nefridio con paredes plegadas.

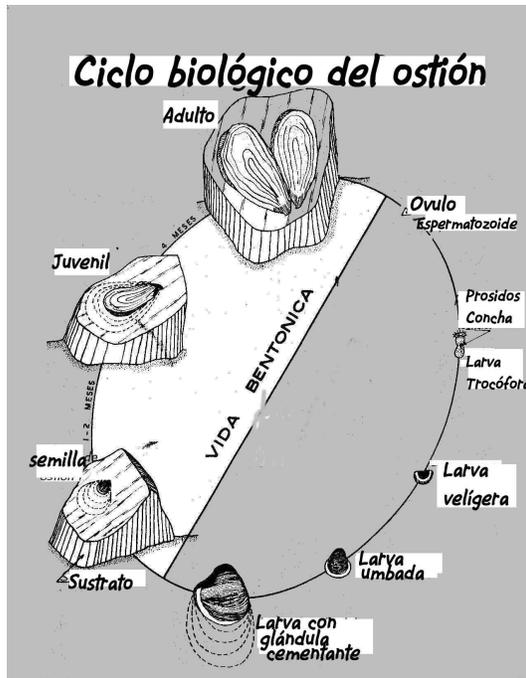


Fig. 81 Ciclo de vida de los moluscos bivalvos

Reproducción.

La mayoría son dioicos.

Algunos son hermafroditas y no ocurre copula.

Las dos gónadas abarcan las asas intestinales y están tan cerca entre sí que se dificulta definir a cada una, los gonoductos son siempre sencillos, pues no ocurre cópula. El corto gonoducto desemboca en el nefridio de modo que los espermatozoides y los óvulos salen por el nefridioporo.

Si hay hermafroditismo el ovario esta ventral y el testículo dorsal, ambos situados en el lado anterior del músculo aductor.

La especie *Crassostrea* cambia de macho a hembra y de hembra a macho.

La fecundación es externa, los huevos y el espermatozoides salen por la corriente exhalante y la fecundación se lleva a cabo en el mar.

Su desarrollo larvario corresponde a una larva trocófora

(20hrs.) que es libre nadadora, a la que le sigue una larva llamada veliger (42 a 72 hrs.) a esta larva después de 72 horas surge un pequeño pie el cual le va a servir para fijarse a algún sustrato en esta etapa ya no es larva veliger, recibe el nombre de semilla y dura de 2 a 3 semanas, en última instancia, queda encerrada por las dos valvas características de la clase.

Organos sensoriales.

En el margen del manto, sobre todo en el pliegue medio, se encuentran casi todos los órganos sensoriales de los bivalvos. Que puede estar conformados por tentáculos, quimiorreceptores, ocelos ó estatocistos en el pie.

Los ocelos permiten detectar cambios repentinos en la intensidad de la luz.

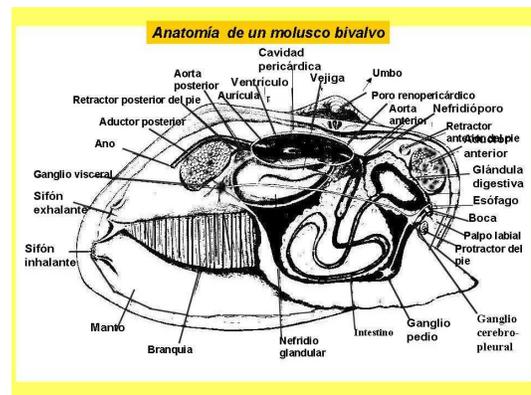


Fig. 82 Morfología interna de un molusco

Longevidad.

Se sabe de organismos de 20 a 30 años de edad pero se han encontrado ejemplares de 150 años de edad.

En moluscos bivalvos existen dos tipos de cultivos:

- Natural.
- Artificial.

Cultivo en condiciones naturales.

La hembra madura en primavera cuando la temperatura esta entre 16 a 20° C. Dependiendo de la disponibilidad de alimento las hembras pueden desovar hasta dos veces al año.

La fecundación externa la lleva acabo la especie *Crassostrea* y la fecundación en la cavidad del manto es la especie *Ostrea* donde las larvas son retenidas hasta el estado de trocófora, siendo entonces expulsadas e iniciando una vida pelágica de unos 20 días.

Las larvas, llamadas veligeras son nadadoras libres y después de 2 a 3 semanas se adhieren a un sustrato o a organismos de mayor tamaño por medio del pie y se les denominan semillas cuando inician el desarrollo en la concha.

Las zonas donde se fijan las semillas no son adecuadas para su crecimiento así que son trasladadas a otro lugar donde se ofrecen buenas condiciones para seguir con su desarrollo.

Las ostras crecen mejor aisladas en zonas de cultivo controlada que en áreas naturales.

Las zonas para su cultivo requieren de una profundidad de 1 a 10 metros de fondo duro donde existan corrientes y mareas de fuerza media que junto con las condiciones de luz, temperatura y salinidad adecuadas para cada especie.

La luz es un factor importante por que los rayos del sol son nocivos para la semilla.



Fig. 83 Crassostrea virginica

Colectores de semillas.

Estas pueden ser tejas, piedras, conchas de mejillón, de ostras o de otros bivalvos o pueden ser artificiales como cestas o laminas de plástico, malla de nylon, tubo de PVC.

Cuando se lleva acabo la recolección de semillas en el piso hay que limpiar y quitar conchas viejas y poner nuevas así como un sustrato duro, como laminas de plástico, sino los moluscos se entierran.

El período de tiempo que abarca desde la fijación de la semilla hasta que alcanza el tamaño de transplante, de 3 a 5 cm, es en el que se produce la mayor mortandad.

La densidad del cultivo es de 4 millones de organismos por hectárea. El transplante se puede llevar a cabo durante la marea alta lo cual favorece la distribución y posición en el fondo. El tiempo de crecimiento de las ostras hasta alcanzar su tamaño comercial es de 2 a 5 años en función a las condiciones de la zona.

Otro sistema es la utilización de conchas de ostras o mejillones para recolectar las semillas, estas conchas se atraviesan con alambre y se sitúan verticalmente dentro del agua. Otra variante es la utilización de una red tubular de plástico en la que se introducen conchas y se cuelgan en estacas fijas.

Cultivos Artificiales.

- Cultivo de semilla.
- Criadero (engorda).

En este sistema de cultivo se tiene un stock de reproductores procedentes de diferentes lugares, con la garantía de ser organismos sanos no portadores de ninguna enfermedad.

Se colocan 10 reproductores en tanques de 50 litros con una aereación adecuada y con un flujo de agua de 15 a 20 litros por hora, con una temperatura de 20° C en el agua.

Las ostras se colocan en bandejas de rejillas de plástico separadas del fondo de los estanques, a media altura, alimentándolas con fitoplancton, suministrándose a través de tuberías de PVC. La temperatura se eleva de 3 a 4°C para la liberación de gametos, por consiguiente la fecundación.

La liberación de las larvas se detecta porque en la superficie del tanque se verán manchitas grises que corresponden a las larvas las cuales se pueden recoger por filtrado a través de tamices de malla fina. Estas son llevadas a otro estanque donde hay agua estéril en donde continuarán su crecimiento durante 15 o 20 días hasta la aparición del ojo. Cuando se observa el ojo hay que colocar los colectores para que haya una fijación en las conchas de la larva veligera. Una vez transformada en semilla se colocan en bandejas de cultivo en donde permanecerán por un mes, hasta alcanzar 1 a 2 mm para ser pasadas a los estanques de engorda donde estarán 3 meses hasta alcanzar un tamaño de 2 cm.

En estos estanques de engorda pueden pasar algún tiempo más para una mejor adaptación a las condiciones naturales y como

resultado haber menos mortandad en esta etapa.

El siguiente paso es vender la semilla o el traslado a los parques marisqueros naturales para su engorda hasta alcanzar su talla comercial que dura de 2 a 5 años aproximadamente.

La alimentación consiste en fitoplancton a una concentración de 25 células por mililitro conteniendo dos o más especies de microalgas, que se dan directamente a los estanques.

Diferentes métodos de Engorda.

Cultivo sobre postes o estacas.

Requiere de grandes extensiones de playa.

El método consiste en la instalación de grandes estacas de unos 35 cm, que se colocan escalonadamente hundidas en el fango o arena, unidas por otras estacas horizontales para formar un entramado, que se utilizan como colectores de semilla

Cultivos sobre fondo.

Este método parte de la colecta y traslado de semilla o juveniles desde áreas de gran abundancia, hasta zonas que ofrezcan buenas posibilidades para su crecimiento.

Los lugares seleccionados para el transplante han de tener fondos arenosos o algo fangosos, poca profundidad y con mareas de un metro y medio.

Cuando alcanzan su talla comercial son transportados por medio de dragas a otras áreas.

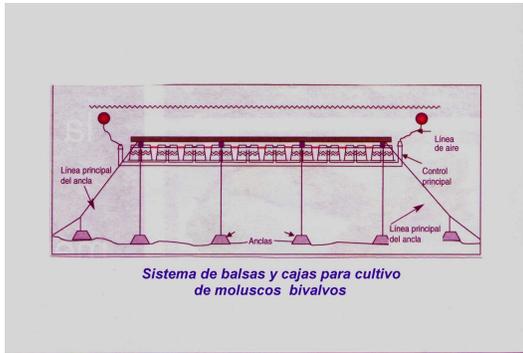


Fig. 84 Cultivo de *Crasostrea* sp.

En balsas

Cultivo suspendido.

Los cultivos suspendidos son en estructuras flotantes o fijas.

El cultivo se inicia partiendo de la semilla obtenida a través de colectores o de semilla natural arrancada de las rocas. Esta semilla fijada en cuerdas suspendidas verticalmente es rodeada con una malla. La malla se deshace en el agua quedando los mejillones adheridos a la cuerda.

Las instalaciones flotantes están provistas de uno a seis flotadores. La superficie de las instalaciones esta formada por unos listones de madera de eucalipto que constituyen un emparrillado.

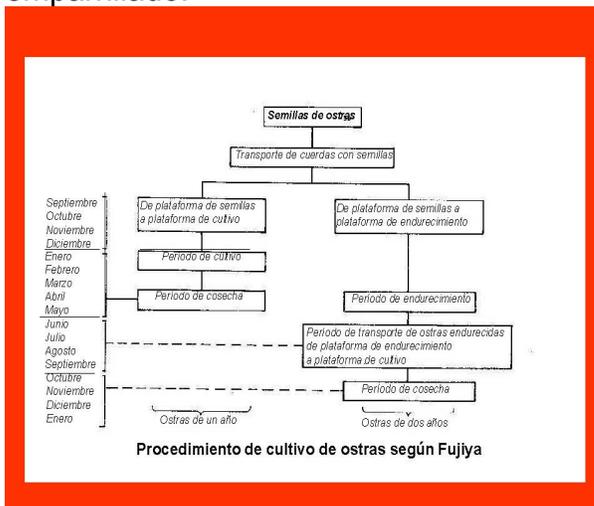


Fig. 85 Cultivo artificial de ostras

Patología de Moluscos.

La incidencia patológica es diferente según se trate de bivalvos que crecen en el medio natural, y bivalvos que crecen en condiciones de cultivo, principalmente larvas y postlarvas. Indudablemente las condiciones ambientales ejercen una mayor influencia en el medio natural que en condiciones experimentales, y aunque, a veces no sea una causa de enfermedad, una modificación de sus parámetros pueden favorecer notablemente el desarrollo de enfermedades.

Enfermedades producidas por virus.

La presencia de virus en los moluscos marinos fue descubierta en el año de 1973.

Los virus que más afectan a los moluscos son los siguientes:

Herpes virus. Estas partículas tienen forma hexagonal y están protegidas por una envoltura; su talla es de 70 a 90 μm de diámetro. Las temperaturas elevadas favorecen la difusión de la enfermedad y su activación.

En las ostras muertas se observa una notable dilatación de los divertículos digestivos, infiltrados celulares en el tejido conectivo que se encuentran alrededor de los senos de la hemolinfa, y en los casos más avanzados de la enfermedad presentan unos agregados celulares masivos.

Papovavirus. Han sido detectados en los gametocitos y en los huevos, presentando como característica una gran hipertrofia, conteniendo en los núcleos grandes masas granulares. El tamaño normal de 75 μm llega hasta los 500 μm .

Iridovirus. Se encontró presente en los tejidos branquiales. Las células enfermas contienen viriones icosaédricos que miden 300 μm formados por un nucleóide de 190 μm de diámetro y una envoltura constituida por dos membranas separadas por una zona clara.

Los primeros signos de la enfermedad son la aparición de una o varias manchas amarillas en las branquias y palpos, que aumentan de tamaño en los tejidos volviéndose de color marrón y produciendo perforaciones en forma de profundas indentaciones, que en los estados más avanzados de la enfermedad producen la destrucción total de los filamentos.

Otro *Iridovirus* se encontró alojado en el citoplasma de células del tejido conectivo. Los signos se manifiestan por una decoloración grisácea de la masa visceral;

Reovirus. Dentro del grupo se encuentra un virus icosaédrico de 59 μm , que fue aislado a partir de un homogenado de glándula digestiva de *Tellina tenuis* y parecido al IPN de peces (productor de necrosis pancreática).

Se detectaron en los juveniles de las ostras en la glándula digestiva, que presentaba necrosis en los hemocitos y en el tejido conjuntivo, unido a una pérdida en la pigmentación de la glándula, acentuándose estos efectos con temperaturas bajas.

Los virus han sido repetidamente relacionados con el origen de tumores. Estos virus oncogénicos aparecen en ostras y otros bivalvos, con la diferencia de que no están asociados con procesos neoplásicos.

Enfermedades causadas por bacterias.

Los bivalvos por su tipo de alimentación, pueden acumular a partir de agua circundante una gran cantidad de microorganismos que proporcionan la presencia de una rica flora bacteriana. Entre los representantes Gram-negativos se encuentran especies de:

Aeromonas.

Pseudomonas.

Vibrio.

Y entre las representantes Gram-positivos, especies de:

Corynebacterium.

Micrococcus.

Los moluscos pueden actuar como transportadores positivos de microorganismos que sean patógenos para el hombre, hecho conocido a nivel mundial y, referido a los casos de *Vibrio parahaemolyticus* y *V. Cholera*, responsable en numerosos países de graves desordenes producidos en el primero de los casos al cortarse con el borde de la concha, y en el segundo caso por la ingestión del molusco.

Las especies más importantes de bacterias o por lo menos las más conocidas, son las pertenecientes a los géneros *Vibrio* y *Pseudomonas*, cuya presencia es detectada en el tracto digestivo de los bivalvos.

La enfermedad conocida como "necrosis focal" y también denominada de "múltiples abscesos" fue detectada en la *C. gigas*, mostrando en su examen histológico numerosos focos necróticos que contenían colonias Gram positivo, y rara vez Gram negativo.

Leucothrix mucor, al principio fue considerada como un hongo, es una bacteria filamentosa no patógena que epifita en las algas marinas tropicales y es causante de altas

mortandades en los huevos pelágicos y en otros estados de desarrollo de bivalvos.

La patogenicidad y virulencia de las bacterias en los bivalvos varía con el estado de desarrollo y normalmente decrece con la edad, afectando solo a larvas y a los adultos ya no.

V. anguillarum y *V. alginolyticus* son bacterias principalmente responsables de mortandades en larvas y juveniles, en las instalaciones de cultivo larvario, y la enfermedad que producen es denominada "necrosis bacilar".

Los primeros signos con una reducción de la mortalidad y una tendencia a permanecer en reposo con el velo y el pie extendidos.

La necrosis bacilar es uno de los principales problemas que afectan a los cultivos larvarios, acentuándose en la época estival a causa de las condiciones ecológicas desfavorables, época que coincide con la estación reproductora y con las proliferaciones bacterianas, produciéndose epizootias naturales de necrosis bacilar que limitan el reclutamiento de los bivalvos.

Enfermedades producidas por otros agentes.

Existen otras enfermedades más o menos graves que son causadas por otros agentes que, aunque próximos algunos de ellos a las bacterias, no pueden ser considerados como tales.

Nocardia matruchoti, es un actinomiceto que crece en forma de filamentos ramificados y causante de una aplasia epitelial que produce el adelgazamiento en las ostras intensamente infectadas.

En *C. virginica* se ha descrito la "enfermedad micelial", en la que el agente emite un micelio filamentosos que se ramifica en forma arborescente. No existe ninguna estructura que

pueda corresponder a un núcleo; en cambio, sí se encuentran cuerpos estrellados que parecen estar formados a partir de la germinación de esporas en dos o más direcciones. Esta característica es la que ha decidido la inclusión de estos organismos en el género *Microspora* de los actinomicetos.

El micelio de este hongo se extiende por el epitelio externo del manto, de las branquias y de los palpos labiales produciendo la lisis de dichas células. Cuando el grado de infección es alto, produce el cese de la alimentación en los bivalvos.

***Laberinthomyxa marina*.** Aparece principalmente en el verano, produciendo un oscurecimiento del cuerpo. La infección comienza a través del digestivo, se multiplica en el interior de las células o en los espacios intercelulares, lisando las células y formando edemas y abscesos que producen la muerte. Posteriormente, el hongo es ingerido por algún animal carroñero, en cuyo interior crece a través de una serie de etapas, al final de las cuales libera un considerable número de zoosporas biflageladas infectivas, que pierden los flagelos y se transforman en el estado ameboide que se pone en contacto con otro hospedador.

Las formas juveniles no son muy afectadas, siendo los adultos los que principalmente sucumben durante el verano a causa de esta enfermedad, llegando a producirse mortandades de hasta un 95%.

Sirolopidium zoophthorum ataca principalmente a las larvas.

La infección se produce a través de zoosporas que emergen a través del extremo de ramificaciones tubulares. En el interior de la larva el

hongo desarrolla un micelio que se ramifica y desarrolla formando lazos y otras disposiciones retorcidas y enredadas. Puede llegar a producir la muerte de la totalidad del cultivo larvario.

Enfermedades producidas por parásitos.

Puede decirse que entre todas las enfermedades que atacan a los bivalvos, las que han revestido una mayor importancia son las producidas por los parásitos protozoos. Dos ejemplares muy conocidos lo confirman: la *Marteilia refringens* y la *Bonamia ostrea*, que han sido la causa de grandes epizootias, reduciendo hasta casi su total desaparición de la producción ostrícola de varios países.

Dentro de los protozoos, los grupos de parásitos que tienen una mayor importancia son los flagelados, gregarinas, microsporidios, haplosporidios y ciliados.

Los géneros más importantes son: *Marteili*, *Minchinia*, *Bonamia* y *Haplosporidium*.

La especie *Marteilia refringens* fue descrita por Comps en 1970 y estudiada por Grizel en 1974.

La enfermedad produce un adelgazamiento acompañado de una despigmentación de la glándula digestiva. La muerte sobreviene en el curso del año siguiente a la infección, en el período estival cuando las temperaturas son superiores a los 17°C.

Los signos son: cese del crecimiento, adelgazamiento, ausencia de puesta, despigmentación de la glándula digestiva, lesiones branquiales y pérdida de glucógeno.

Las temperaturas inferiores a las normales atrasan el desarrollo del parásito, así como el descenso de la salinidad hasta valores de 15 a 20 mg

hace disminuir el porcentaje de individuos infectados.

El género *Haplosporidium* tiene un representante importante llamado *Minchinia costalis* y considerado como un parásito endémico, con un período de contaminación comprendido entre los meses de mayo a junio.

Las mortalidades aparecían en el mes de mayo del año siguiente a la infección y podían llegar a ser superiores al 50%.

El límite mínimo de salinidad tolerado es de 10 mg%. Los diferentes estados de desarrollo se localizan en el tejido conjuntivo intestinal o en el epitelio de los palpos, de las branquias y de los divertículos del digestivo.

El género *Bonamia* ha sido la causa de la enfermedad de la ostra plana, *O. edulis* produciendo tan grandes mortandades en estas poblaciones ostrícolas, que prácticamente ha ocasionado su casi desaparición.

Este agente patógeno es un parásito intracelular, de las células hemocitarias, en cuyo interior se multiplica, provocando la lisis del citoplasma de la célula, que acaba por morir.

Mytilicola intestinalis. Una fuerte infestación ocasiona grandes pérdidas en la producción de mejillones, y cabe pensar que ocurra lo mismo respecto a las ostras.

A simple vista no se detecta en los mejillones infectados ningún signo externo que indique la presencia de *M. intestinalis*. Se aloja en el sistema digestivo y cuando mayor es el número de parásitos que alberga, menor es el peso que alcanza el mejillón. Se estima que cada parásito puede ocasionar una pérdida media de peso aproximadamente de un 1%.

La larva conocida como copepodito es la forma infectante de estos copépodos. Penetra a través de la vía digestiva del mejillón y al cabo de 7 a 8 semanas de haber sido ingerida inicia la fase reproductora. La vida media del parásito es de alrededor de unos tres meses, pudiendo vivir hasta seis meses en algunos casos.

Otro grupo de parásitos que afecta a los bivalvos es el grupo de los trematodos. Muchos moluscos bivalvos suelen ser hospedadores intermediarios de trematodos digenéticos. Estos parásitos tienen sus larvas infestantes de ciclos complicados y son denominadas "cercarias".

La presencia de estas larvas "cercarias" enquistadas y conocidas como "metacercarias" ha sido descrita en el mejillón, alojadas en los palpos labiales, en la glándula digestiva y en el manto.

Enfermedades de etiología no infecciosa.

En este tipo de enfermedades no se debe de olvidar la acción de los depredadores, que pueden llegar a ocasionar verdaderos problemas en los parques de cultivo. De ellos, las estrellas de mar son quizás los animales más peligrosos para los bivalvos, pues su voracidad y abundante presencia ha llegado a producir grandes desastres económicos en las poblaciones de bivalvos.

Dentro de las esponjas se encuentra la familia *Clionidae*, cuyos representantes excavan y perforan los substratos calcáreos, incluyendo las conchas de los moluscos, llegando a producir importantes daños en los parques ostrícolas. Penetran las conchas por una acción química de

ablandamiento, a la que sigue una acción mecánica en la que colaboran las espículas silíceas de su esqueleto.

Las consecuencias que este proceso tiene respecto a las ostras pueden ser muy graves. En primer lugar, el esfuerzo por parte de la ostra al incrementar la secreción del material de la concha, para contrarrestar la acción de la esponja, puede reducir la resistencia natural a los organismos patógenos, así como el estrés del medio; en segundo lugar, el contacto directo entre la esponja y el manto de la ostra produce lisis en el epitelio y en el tejido conectivo subyacente. Como consecuencia aparecen unas pústulas de color oscuro en el lugar opuesto al agujero perforado en la concha por la esponja. El tejido de la ostra se vuelve flácido y el manto se separa de la superficie interna de la concha. Cuando las perforaciones se hacen a la altura del músculo aductor, puede tener fatales consecuencias, pues, al no realizar un cierre perfecto de las valvas, el animal queda expuesto a muchos tipos de peligros. Cuando la zona perforada de la concha es muy extensa, con frecuencia produce la muerte.

Patologías ambientales.

La contaminación es una de las causas principales de situaciones patológicas.

Concretamente, los moluscos bivalvos son probablemente los más susceptibles a los cambios producidos en el mar y posiblemente estén considerados como modelos para estudios de contaminación, a causa de sus hábitos sedentarios y de su capacidad de filtración.

Los efectos directos de los contaminantes, especialmente los hidrocarburos, han sido los más estudiados, permitiendo establecer una

correlación entre la concentración del contaminante de los tejidos, en el agua de mar, en los sedimentos y los cambios producidos en las células y los diferentes tejidos de los bivalvos, así como también en los orgánulos citoplásmicos.

Técnicas de diagnóstico y tratamiento.

Las técnicas y análisis utilizados para la diagnosis de los problemas patológicos que afectan a los moluscos, se basan en estudios histológicos.

Virus.

Han de ser observados al microscopio electrónico para poder detectarlos cuerpos de inclusión o partículas intranucleares o extracelulares. El método de fijación más utilizado es el de Feulgen.

Las enfermedades de etiología vírica producen en los moluscos diversos signos que pueden ser detectados a primera vista antes de proceder a su preparación histológica.

Diagnostico.

Macroscópicamente se puede detectar la presencia de virus por: glándula digestiva de color pálido, una o varias manchas amarillas en las branquias y palpos, pústulas amarillas o verdes en el manto, branquias perforadas, con indentaciones o en proceso de generación; decoloración grisácea de la masa visceral; erosiones en el velo y en el manto, en larvas. Las altas temperaturas y las bajas salinidades favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Tratamiento.

Ninguno. Un cambio de localidad o un descenso de la temperatura y

elevación de la salinidad puede retardar la infección y reducir la mortalidad.

Bacterias.

Bacterias Gram negativas son saprofitas lo cual se reduce en patógenos oportunistas.

Necrosis bacilar. En adultos y en larvas, desarrollándose las larvas como una enfermedad de evolución rápida. La muerte sobreviene, en las larvas, entre las 8 y las 18 horas.

Diagnostico.

Pierde motividad y capacidad de fijación. El pie y el velo se distienden. Examen directo al microscopio.

Tratamiento.

Cloramfenicol, 10 ppm.
Eritromicina.
Neomicina.

Necrosis focal. En adultos. Asociada con mortalidades relativamente altas.

Diagnostico.

Glándula digestiva de color pálido. Examen histológico.

Tratamiento.

Ninguno.

Hongos.

Enfermedad micelial. Producida por un organismo que puede ser confundido con los hongos verdaderos.

Nocardia matruchoti, es un organismo Gram positivo que produce aplasia epitelial y una gran pérdida de peso en los bivalvos con cierto grado de infección. Crece como un micelio filamentoso.

Diagnostico.

Observaciones del micelio en el epitelio externo del manto, palpos y branquias. En estado avanzado se extiende a todo el cuerpo y cesan de alimentarse.

El examen microscópico aparecen cuerpos estrellados en dos o más direcciones.

Tratamiento.

Se desconoce.

Micosis larvaria. Se transmite por zoosporas que emergen por el extremo tubular de los esporangios y transmiten la infección. Produce grandes mortandades en las larvas.

Diagnostico.

El micelio se ve en todo el cuerpo.

Examen microscópico con tinción rojo, neutro o lactofenol cotton blue.

Tratamiento.

Se desconoce.

Enfermedad fúngica de las ostras. La forma infectante es un estado ameboide que penetra través del digestivo, de las branquias o de la cavidad del manto. La especie *Labyrinthomyxa marina* ataca a los individuos adultos.

Diagnostico.

En estado crónico produce altas mortandades.

Extenuación y muerte, edemas y abscesos en los tejidos. Se cultivan durante siete días en medio de tioglicolato y se tiñen con yoduro de potasio yodado. Se observan las hipnosporas teñidas.

Examen histológico.

Tratamiento.

Aplicación continua de Cyclohexamida a 1 µg/ml.

Literatura consultada.

- Aguirre M.A, Cadena R.M. 1986. La maricultura en Baja California. Primera parte: Banmar no. 9: 30-32; tercera parte, Banmar no. 10: 28-31; cuarta parte, Banmar no. 11: 29-32
- Arriaga B.R., Rangel C.D. Diagnóstico de la situación actual y perspectivas del cultivo de ostión en México. México: SEPESCA.1988: 95.
- Brienne H. 1967. L'huitre et l'ostréiculture en France. Tech. Sci. Munic. 62 e Année 1967; 2:82-86.
- Chi Barragán G., García F. 1987. Obtención de semilla de mejillón en laboratorio. Acuavision, 1987; 10:22-24
- Galstoff P.S. "The American Oyster". U. S. Fish and Wildlife Servic, Fishery Bulletin. 1964; 64.
- Mackenzie C.L. 1970. "Oyster culture modernization in Long Island Sound". M. Fish Farmer. 1970; 1: 7-10.
- Nikolic M., Melendez S.A. El ostión del mangle. Instituto Nacional de la Pesca, Cuba, Centro de Investigaciones Pesqueras. 1968.
- Tohoku Regional Fishery Research Laboratory. Aquaculture in Tohoku Regions of Japa. Part 1:the production of shallow-water Organisms from Annual Statistics. 1965: 85.
- Wells W.F. "Artificial propagation of oysters". Trans. Am. Fish. Soc. 1920; 50:301-306

CAPÍTULO 13

PECES DE ORNATO DE AGUA DULCE Y SALADA, NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN.

Víctor Sebastián Méndez Tapia.
Gustavo González Paulino.
Marcela Fragoso Cervón

Introducción

Los peces poseen, sin duda, un linaje realmente antiguo, cuyos orígenes se remontan a más de 400 millones de años. Para hacer una comparación, las ballenas, las cuales consideramos “señoras de los océanos”, han existido durante apenas 55 millones de años, y la humanidad, un infinito instante del tiempo geológico: Algunos centenares de miles de años. No obstante, a pesar de la larga historia de los peces, nos sorprende lo poco que sabemos acerca de ellos. Hasta hace unos 50 años, no se tenía acceso científico a sus dominios, las regiones acuáticas del planeta, que comprenden alrededor del 70% de la superficie terrestre. Con la invención de la escafandra autónoma, que brindó a los ictiólogos la oportunidad de observar el comportamiento natural de numerosas especies, se logró un gran adelanto en su conocimiento.

Partiendo de pruebas arqueológicas, se sabe que los peces han tenido importancia como fuente de alimento desde la prehistoria, sobre todo para los pueblos costeros o aquellos que vivían cerca de ríos o lagos. Ellos atrapaban peces que nadaban superficialmente mediante lanzas o garrotes rudimentarios, y a los peces de aguas más profundas, posiblemente con redes. Pero hasta el tiempo de auge del antiguo Egipto no

se tenía conocimiento del mantenimiento y reproducción de los peces no solo con objetivo de alimentación sino por sus atributos ornamentales. Los egipcios preferían criar especies de tilapia con fines alimenticios, mientras que conservaban mormiridos, a quienes reverenciaban como animales sagrados, por su belleza. También hay testimonios que indican que las carpas doradas obtenidas mediante reproducción selectiva, se remontan a la dinastía Tang de China (618 al 907 d. C), aunque hay más certeza de que éstas ya eran criadas durante la dinastía Song (970 al 1278d.C.). Sin embargo la carpa dorada llega a Europa hasta fines del siglo XVII, y a Inglaterra hasta 1961.

A lo largo de los siguientes 100 años se difundieron en estanques y lagos ornamentales. Parece ser que atravesaron el Atlántico y llegaron a Estados Unidos antes de 1859, puesto que en ese año Arthur M. Edwards escribe su libro *Life Beneath the Water, or the Aquarium in América*, donde asegura se capturaban carpas doradas en el río Schuykill.

A mediados del siglo XIX, en Europa, el mantenimiento de peces se convirtió en un asunto serio.

En 1853, la Sociedad Zoológica de Londres estableció un acuario público, con la colaboración de Phillip Gosse, quien había dedicado algún tiempo a desarrollar su concepto de “Acuario equilibrado”, es decir, aquel que contiene plantas acuáticas y peces. Se crearon otros acuarios en París, en 1859 y en Hamburgo, en 1864. Poco después los aficionados alemanes comenzaron a criar peces ornamentales e iniciaron las exportaciones a Estados Unidos, que continúan hasta nuestros días.

El concepto de Acuario equilibrado de Gosse, ha sido crucial para la evolución de la conservación de los peces tal como los conocemos hoy en día. Los acuarios primitivos eran recipientes templados que albergaban peces atrapados en ríos locales o encontrados en estanques rocosos, por tanto, eran acuarios vagamente relacionados con un solo hábitat o acuarios biotopos, es decir, basados en un único hábitat. Con el advenimiento del transporte aéreo, se pudieron introducir peces exóticos procedentes de todo el mundo, así nació el concepto de acuario con comunidades en el que se introducen poblaciones mixtas procedentes de hábitats muy diferentes. Lo único que estos peces tienen en común, además de tolerar las mismas condiciones generales del agua, es su adaptabilidad a vivir confinados y en comunidad.



Fig. 86 Carpa dorada

Tipos de acuarios.

Por lo general, la acuariofilia se divide en dos categorías: de agua dulce y de agua de mar. Los acuarios de agua dulce son conocidos también como tropicales. Por lo general, mientras mayor tamaño tengan más estable será la composición del agua cuando están en funcionamiento.

Básicamente existen tres tipos de acuarios: a) de marco angular de

hierro con paneles de vidrio sujetos por medio de masillas, b) los que son totalmente de vidrio, contruidos con cinco cristales unidos por medio de silicona y c) los de plástico o acrílico de una sola pieza. Hasta hace poco no se tenía en cuenta a estos últimos para su uso prolongado, ya que solo se utilizaban para la crianza, gestación, hospital y aislamiento de los peces. Eran de tamaño pequeño y su limitante es que el acrílico se raya fácilmente y pierde transparencia.

Actualmente se aprecian estos acuarios ya que el problema se ha superado. Existe poca diferencia entre los acuarios de marco y los de vidrio, aunque para en acuario de agua marina se debe usar el de vidrio ya que esta agua corroe el marco. El vidrio debe presentar una total transparencia, sin distorsionar la imagen y será de un grosor suficiente para soportar la considerable presión ejercida por el agua.



Fig. 87 Acuario

Densidad de carga en un acuario de agua dulce.

Para los acuarios de agua dulce se puede calcular la densidad de carga, de acuerdo con la longitud total del cuerpo de los peces, de la siguiente manera: 1cm de pez por cada 30 a 36cm cuadrados de superficie de acuario.

Colocación del acuario.

La colocación de un acuario se recomienda en algún rincón oscuro. En un lugar así, las condiciones de luz se pueden controlar minuciosamente, ya que si se coloca cerca de una ventana y sobre todo si entran los rayos solares el acuario recibirá una excesiva cantidad de luz que dará lugar a un rápido crecimiento de algas y se elevará la temperatura. Otro factor importante es colocar el acuario sobre un soporte tipo plataforma, resistente y situado sobre vigas, de tal forma que el peso quede uniformemente repartido. Existen soportes especiales para acuarios que están diseñados para adaptarse a las medidas más comunes de acuario y están contruidos de hierro forjado.

Instalación de un acuario de agua dulce.

Una vez que se ha elegido el lugar apropiado donde se va a colocar, debe asegurarse que esté bien asentado y recto. Una superficie irregular puede provocar una fuerza excesiva en el suelo del acuario y este puede romperse al ser llenado. Una base de poliuretano o similar puede colocarse bajo el piso del acuario como soporte, al mismo tiempo ayuda a conservar el calor en un acuario tropical. Deben considerarse las posibles fugas en el acuario, por lo que se recomienda revisarlo, si estas se presentan, deben localizarse y colocar un sellador de goma de silicona especial para acuarios (otros pueden contener tóxicos).

Calefacción e iluminación.

♣ Calefacción.

La mayoría de los peces de un acuario de agua dulce son especies tropicales por lo que el agua deberá calentarse

para obtener la temperatura a la que dichas especies están acostumbradas en su medio natural, esta es aproximadamente de 24° C (75° F).

Los calentadores de acuario son tubos de vidrio sumergibles y resistentes al calor, en cuyo interior se encuentra una resistencia enrollada a un molde cerámico. La electricidad se suministra a través de un cable, el cual penetra en el tubo por medio de un casquillo hermético. Estos calentadores serán controlados por un termostato, que puede estar alojado en un tubo similar en contacto con alguna de las paredes del acuario. Recientemente se ha desarrollado un sistema que combina calentador con termostato en una sola pieza. Estos termostatos regulan la temperatura del agua desconectando la corriente eléctrica del calentador cuando la temperatura del agua este a uno o dos grados por encima de la establecida.

Estas fluctuaciones tienen lugar muy lentamente, en especial si la potencia del calentador esta bien configurada con respecto al tamaño del acuario. La potencia del calentador se mide en watts y debe seleccionarse con cuidado un calentador demasiado potente puede provocar una subida de temperatura muy rápida que puede ser letal para los peces. Por su parte un calentador de escasa potencia con relación al tamaño del acuario puede requerir demasiadas horas de funcionamiento para conseguir la temperatura deseada, con lo que el termostato acaba quemándose y provoca un funcionamiento defectuoso. En general se considera que la temperatura de 4 litros de agua puede regularse con 10 watts de potencia de calefacción. La temperatura puede medirse fácilmente por medio de un termómetro para acuario. Los hay de

varios tipos: flotantes, sujetos al cristal por la parte inferior, o bien de sonda exterior con pantalla de cristal líquido.



Fig. 88 Calentador con termostato

♣ Iluminación.

El tipo y la cantidad adecuada de iluminación son fundamentales en un acuario. La luz actúa como un estímulo para los peces y las plantas acuáticas que la necesitan para la fotosíntesis. Esta última es una función primordial que reduce el nivel de dióxido de carbono del agua al ser absorbido este gas indeseable por las plantas a la vez que desprenden oxígeno.

La cantidad de luz y la relación entre el brillo de la lámpara y el tiempo de iluminación debe controlarse. Por fortuna estos dos requerimientos son compatibles y el acuario puede estar encendido unas 10 a 15 horas diarias. Se pueden utilizar dos tipos de iluminación, ya sea en conjunto o por separado.

a) Iluminación de tungsteno.

Bombillas de luz convencionales o de filamento.

Ventajas:

Poco gravosas de instalar y de reemplazar.

Desventajas:

Son lámparas de poca duración.
Elevado mantenimiento.
Calentamiento excesivo del acuario.

b) Iluminación fluorescente:

Iluminación con tubos.

Ventajas:

Son lámparas poco gravosas en su mantenimiento.
Son de fluido frío.
Proporcionan una distribución homogénea de la luz.
Las hay de varios colores, lo que permite realzar el colorido de los peces.

Ayudan al crecimiento de las plantas.

Desventajas:

Son más caras.
Instalación más complicada.
Algunas veces la longitud de la lámpara no se adapta al tamaño de la cubierta del acuario.

Se pueden combinar ambos sistemas para cubrir las necesidades de las plantas.

Para ello se coloca un interruptor de tiempo con el fin de iluminar con uno u otro tipo de sistemas es aconsejable utilizar vidrio a modo de tapa entre la porción superior del acuario y el foco de iluminación para evitar una excesiva evaporación del agua. Si se utiliza la iluminación de tungsteno, es de suma importancia que la cubierta del acuario con el portalámparas y la pantalla reflectora estén bien ventiladas, para que no haya calor excesivo.

Las plantas se desarrollan mejor cuando tienen una iluminación que contiene ciertas longitudes de onda predominantes, por ejemplo el verde azulado, rojo y anaranjado.

Hay factores que pueden afectar la eficacia de la iluminación como la claridad del agua. Las aguas que

contienen partículas de suciedad en suspensión reducirán la cantidad de luz que pueden recibir las plantas.

Filtración.

La eficiencia de un filtro podría evaluarse con base en su capacidad para mantener el agua totalmente transparente y los filtros modernos pueden también ser utilizados para modificar el pH y hasta cierto punto, la dureza del agua, además de eliminar material de suspensión.

Los filtros según sea su diseño y manera de funcionar pueden proporcionar tres tipos de filtración:

- c) Mecánico.
- d) Químico.
- e) Biológico.

Pueden fijarse dentro o fuera del acuario y hacerse funcionar a través de aire comprimido o bien de bombas de agua alimentadas con electricidad.

La mayoría de filtros de acción química y mecánica son recipientes en forma cilíndrica o cajas que contienen el lecho filtrante a través del cual pasa el agua. Los filtros biológicos son placas de ranuras o elementos tubulares perforados. No utilizan elementos filtrantes y funcionan gracias a la acción bactericida de las capas inferiores de la arena o grava del piso.

♣ Filtros químicos y mecánicos.

El aire comprimido se utiliza para enviar el agua a través de un tipo de filtro interno o para devolverla filtrada al acuario desde el filtro exterior.

Los filtros internos se utilizan preferentemente en acuarios equipados con poca cantidad de elementos decorativos. Estos filtros pueden variar desde un diseño muy simple a uno muy complicado. El filtro exterior, tan comúnmente usado,

presenta pocos problemas de mantenimiento, aunque al instalarse por primera vez puede requerir alguna perforación en la tapa del acuario.

Los filtros externos no se desbordan tan pronto como el agua que contienen alcanza el mismo nivel del acuario y deja de entrar agua por el orificio del filtro.

♣ Filtros accionados por electricidad.

Generalmente se les conoce como filtros eléctricos. Estos proporcionan un caudal de agua mucho mayor, pudiendo ser de tipo abierto o cerrado. Los de tipo abierto son meramente una versión de mejor calidad (por acción de la bomba de motor que llevan) del filtro exterior.

Los cerrados pueden estar totalmente sumergidos, semisumergidos o situados en la parte externa del acuario.

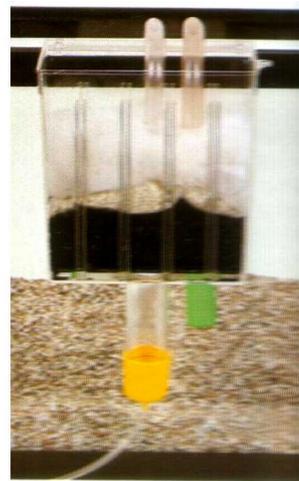


Fig. 89 Filtro mecánico y químico

♣ Filtros biológicos.

Este tipo de filtros funciona sin partes móviles ni sustancias de filtración, no requiere de mantenimiento alguno, aparte de remover de vez en cuando la gradilla para ayudar a la eliminación de detritus y a menudo se culpa de ser la

causa de un escaso desarrollo de las plantas.

El agua pasa a través de la gradilla del acuario con dirección hacia arriba o hacia abajo, según sea el diseño del filtro. Este flujo de agua aireada activa el desarrollo de bacterias aeróbicas, el cual sigue floreciendo solo en tanto el flujo se mantenga, razón por la cual el abastecimiento del aire de un sistema de filtro biológico (o de subsuelo), no debe desconectarse nunca.

La colonia bacteriana de la gravilla del acuario convierte las sustancias tóxicas, como los compuestos amoniacales, en otras menos dañinas, a través de un proceso que se divide en tres etapas. El amoníaco es producido por los peces ya sea directamente en las branquias durante la respiración, o bien indirectamente, puesto que su materia fecal es ulteriormente metabolizada por las bacterias, las cuales producen amoníaco como subproducto.

Las bacterias Nitrosomas metabolizan el amoníaco y producen nitritos. Después las bacterias Nitrobacter convierten a éstos en Nitratos. El amoníaco y los nitritos, ambos tóxicos para los peces han sido de esta manera convertidos en Nitratos que son la fuente de alimentación para las plantas. Los Nitratos también se disminuyen por dilución con los cambios parciales de agua.

Materiales filtrantes.

- ♣ Lana (fibra artificial).

Actúan filtrando las partículas en suspensión. Esta lana o fibra artificial puede ser nuevamente utilizada previo lavado.

- ♣ Resinas intercambiadoras de Iones.

Entre estas se conoce a la zeolita que actúa eliminando el amoníaco.

- ♣ Carbón activado.

Se usa para el filtrado. Consiste en carbón fino derivado del carbón de la leña, que atrae los gases y los compuestos complejos.

El carbón se coloca dentro del filtro eléctrico o interno, para eliminar los metabolitos que proporcionan la tonalidad amarillenta al agua vieja del acuario, para eliminar cloro y cloramina del agua o simplemente para refrescar el agua del acuario e impedir que se acumulen toxinas.

Cuando se están aplicando antibióticos al acuario es necesario apagarlo, debido a que el carbón activado tiende a absorberlos. En su lugar, se puede quitar el carbón activado y dejar que circule el aire, ya que muchos productos reducen el contenido de oxígeno del agua.

- ♣ Ozono.

Existen en el mercado una serie de unidades que producen pequeñas cantidades de ozono (O₃), mediante la generación de un arco eléctrico. A continuación, el ozono oxida los compuestos inútiles de los alimentos y de otros desechos orgánicos que producen el tono amarillento del acuario.

Aireación.

La aireación se suministra mediante un compresor que consiste en un pequeño vibrador eléctrico que acciona un diafragma, el cual a su vez bombea aire a través de una válvula sin retorno, hacia el equipo del acuario.

Una vez que el aire comprimido llega al acuario (mediante un tubo de neopreno) pasa por una piedra

difusora, la cual convierte el flujo de aire en pequeñísimas burbujas.

Esta aireación incrementará la capacidad de albergar peces. Al agitar el agua empobrecida de oxígeno, entra en contacto con el aire, absorbiendo de esta manera el oxígeno atmosférico que se disuelve en ella. De esta manera similar, las burbujas de aire que proceden de una piedra difusora sumergida, contienen más oxígeno que el agua que las rodea, cediendo este al agua por difusión durante su trayecto hasta la superficie. La aireación también expulsa con mayor rapidez el dióxido de carbono contenido en el agua. Cuando se afirma que, cuanto mayor es la cantidad de oxígeno, menor resulta el contenido de dióxido de carbono y por tanto, se logra un mayor número de peces, ello es cierto en tanto se mantenga funcionando el sistema de aireación.



Fig. 90 Aireador

Plantas acuáticas.

Las plantas acuáticas desarrollan las siguientes funciones:

- a) Reducen el dióxido de carbono del agua (solo durante el tiempo que el acuario permanece iluminado).

- b) Proporcionan cobijo y sombra además de ser el escondite de los peces.
- c) Ofrecen un aspecto natural al acuario.
- d) Representan un lugar adecuado para el desove de ciertos peces, o bien sirve de comida para otros.

Muchas plantas están arregladas en la gravilla, aunque no todas se alimentan a través de las raíces. Las hojas también absorben las sales del agua. Se pueden clasificar a las plantas en tres grupos: las de raíz, las flotantes y las de esquejes.

Las plantas flotantes ofrecen sombra a los peces, los cuales están casi siempre expuestos a la luz y proporcionan un escondite para las crías recién nacidas que encuentran un refugio seguro en las raíces cuando cuelgan hacia el interior del acuario.

Las de esquejes se arraigan en la gravilla y es posible efectuar su reproducción por esquejes, técnica en la que se recorta la porción superior de aquellas y se plantan en la gravilla en donde no tardan en desarrollar raíces y formar una nueva planta.

Lo que se recomienda cuando se van a introducir plantas nuevas al acuario es desinfectarlas con alguna solución como el azul de metileno y dejarlas de 15 a 20 minutos, y después enjuagarlas con agua.



Fig. 91 Plantas acuáticas

Alimentación.

Los peces requieren una alimentación equilibrada que incluya proteínas, carbohidratos, grasa, vitaminas y minerales. Actualmente la mayoría de los peces de acuario se alimentan con productos manufacturados, por lo general en forma de copos o migas, aunque también hay que proporcionarles alimentos vivos o naturales. Entre los alimentos vivos o naturales está la pulga de agua (*Daphnia*), los gusanos (*Tubifex*), larvas de mosquitos, gusanos de sangre, etc. que constituyen un alimento excelente y además su movimiento estimula a los peces.

Existe, sin embargo, cierto riesgo de introducir enfermedades infectocontagiosas o depredadores en el acuario por medio de este tipo de alimento.

Los gusanos *Tubifex* se suelen encontrar en suficiente cantidad como para ser considerados de interés comercial y habitan normalmente en remansos cenagosos y cerca de los canales de agua estancada. Los gusanos deberán mantenerse bajo el chorro de agua, enjuagándolos varias veces para que el barro desaparezca por completo.

Del mismo modo, puede alimentarse a los peces con lombriz de tierra (con la precaución de que no provengan de tierras tratadas con herbicidas).

Otro alimento natural es la artemia (*Artemia salina*) que desempeña un importante papel como alimento vivo para los peces de acuario, sobre todo para los organismos recién nacidos. Los huevos de estos microcrustáceos marinos pueden almacenarse indefinidamente y ser incubados

cuando se requiera sumergiéndolos en agua salada.

Los nauplios que eclosionan de dichos huevos constituyen un primer alimento ideal para las crías. Poseen un alto poder nutricional y a diferencia de los insectos, no existe el riesgo de transmitir enfermedad alguna.

Cuando se trata de determinar que cantidad de alimento ofrecer, la norma indica que hay que dar poco y con frecuencia. En general, se refiere a la cantidad de alimento que se pueden consumir en dos o tres minutos, con frecuencia de dos a tres veces por día. Después de algunas semanas es conveniente imponer a los peces un día de ayuno. Siempre es mejor que éstos queden con un poco de hambre ya que una parte de los alimentos que consumen pasará por su intestino sin ser digerida y absorbida, contribuyendo así a la contaminación del acuario.

Entre los alimentos naturales o vivos se incluye también a las plantas, protozoarios, rotíferos (invertebrados acuáticos diminutos), nemátodos, anélidos y artrópodos.

Reproducción.

Muchos factores influyen en los peces cuando llega el momento de la reproducción, tales como la temperatura del agua, la disponibilidad de alimento, la cantidad de horas luz natural y los cambios en la composición química del agua.

a) Cambios estacionales.

En su ambiente natural, los peces están sujetos a cambios estacionales y en general han adaptado su comportamiento para asegurarse de que las crías nazcan en una época del año en que el alimento es más abundante.

En muchas especies ícticas a lo largo de los ríos de la pluvial en el

Ecuador, el enfriamiento repentino de su ambiente (que es de muy pocos grados después de fuertes precipitaciones) es un factor desencadenante de la reproducción. Las lluvias anegan zonas nuevas y acarrear una mayor cantidad de nutrientes. También pueden producir otras fluctuaciones en la composición química del agua como una reducción transitoria de la dureza, el pH y a la vez un incremento de los ácidos húmicos. Es posible que todos estos factores se sumen para desencadenar la reproducción. Muchas de las especies crían varias veces al año y tienen un período de incubación breve.

b) Cantidad de luz natural.

Entre los peces procedentes de las regiones más templadas, el fotoperíodo (horas de luz natural por día) y la temperatura son los principales desencadenantes de la reproducción. El fotoperíodo tiene menos importancia en los trópicos porque los niveles de luminosidad son más constantes durante todo el año. Algunos peces de aguas frías desovan en invierno y los huevos se desarrollan poco a poco hasta que el agua se calienta y vuelve a aumentar la luz natural de la primavera.

c) Nutrición

La nutrición juega un papel primordial y parece que la disponibilidad de alimento vivo estimula a la reproducción. Es posible que esto se deba a que los alimentos frescos proporcionan vitaminas esenciales y la estimulación general provoca persecución o una conexión con las condiciones naturales que podrían proporcionar estos alimentos a los peces en su estado natural.

Tipos de reproducción.

♣ Ovíparos.

Los peces ovíparos tienen diferentes maneras de efectuar el desove, los hay que esparcen sus huevos, otros los entierran, algunos los depositan o construyen sus nidos o también los incuban en la boca.

Los peces que esparcen sus huevos no poseen el instinto protector, por lo que a la primera oportunidad ellos mismos se los comen.

Las especies que entierran a sus huevos necesitan que el suelo del acuario tenga un buen espesor de carbón de turba sobre la grava para así poder enterrarlos.



Fig. 92 Pez ovíparo

♣ Vivíparos.

Los peces vivíparos producen crías capacitadas para nadar libremente al nacer y para valerse por sí mismas. Las crías son, sin embargo, pequeñas e indefensas. Algunas especies marinas producen enormes cantidades de huevos, la mayoría de los cuales acaban siendo comidos. Sin embargo, la mera abundancia de huevos que se producen aumenta la probabilidad de que sobrevivan al menos unos pocos para continuar la sucesión. En cambio, algunos ovíparos que solo ponen unos pocos huevos en lugares abrigados o

protegidos e incluso los defienden de los depredadores.



Fig. 93 Pez vivíparo

Vida promedio de los peces de ornato.

La duración máxima de la vida de un pez suele depender de su tamaño. Las especies más pequeñas, con un ritmo metabólico alto, tienen un gasto cardíaco mayor que los animales más grandes cuyo corazón late a menor velocidad. Por lo tanto, de acuerdo con la hipótesis general que dice “el corazón está diseñado para latir una cantidad limitada de veces” los peces mayores tienden a vivir más tiempo que los pequeños. Por ejemplo, los vivíparos comunes y más pequeños de agua dulce viven entre dos a tres años y los gouramis entre tres y cuatro. Por el contrario, los peces gato más grandes y algunos cíclidos viven al menos ocho a doce años. Este principio se aplica también a los peces marinos donde las especies grandes como los peces murciélago o los peces tigre llegan a vivir más de diez años.

PECES DE ORNATO MARINOS.

Gustavo González Paulino.



Fig. 94 Pez ornamental marino

Existe una gran diferencia entre mantener especies de agua dulce o marinos en un acuario, como por ejemplo el hábitat, la alimentación, el mecanismo de osmorregulación, así como también en el equipo necesario para poder mantenerlos en condiciones artificiales controladas. Para la mayoría de los acuarófilos cuando inician existe el reto de tener peces marinos y probablemente si fueron asesorados por alguien con más experiencia hayan iniciado con peces de agua dulce, y ya después de haber adquirido práctica en el manejo y cuidado, opten por los de agua salada. Si, es importante el iniciar con peces de agua dulce, porque es lógico que se presenten ciertos problemas con el manejo del acuario, en la calidad del agua, alimenticios, enfermedades, etc.; más soy de la opinión de que el iniciar con peces marinos es igualmente fatal que con los de agua dulce, por lo que sí alguien pensara en montar una pecera con organismos marinos lo único que debe tener en cuenta, es que el costo será un poco más elevado, tanto en el precio de los peces como en el equipo.

Los peces marinos provienen de un medio mucho más estable ya que el 97 % del agua existente en el planeta es salada, y por esta razón no han tenido la necesidad de adaptarse a los pequeños cambios en el medio en que viven; pero en una pecera, donde nosotros controlamos la calidad de agua es lógico que se sufran enormes pérdidas si no tenemos un medio equilibrado.

Algo muy importante que debe considerarse para tener una pecera con organismos marinos, es que estos requieren mucho más espacio que los de agua dulce, ya que los peces de agua dulce requieren 2 litros de agua por cada centímetro de longitud de pez, los marinos requieren 10 litros de agua por centímetro de longitud. Estos parámetros son aproximados y pueden variar si nosotros mejoramos la calidad del agua de nuestra pecera utilizando equipo adicional al que se usa regularmente.

Podemos emplear una pecera de 60 litros para nuestros organismos marinos, siempre y cuando contemos con el equipo necesario para ellos. Existe en el mercado diversos tipos y tamaños de peceras así como también uno puede armar una a su entera satisfacción, y los materiales que se pueden utilizar son: el acrílico, plástico o cristal; los marcos pueden ser de madera, aluminio, fierro ó plástico. Y cuando se tiene el lugar ideal para colocar una pecera, esta puede estar desde empotrada en un muro, sobre una base de madera, fierro o cemento, inclusive pueden ir como muro divisorio.

Para la preparación del medio de los organismos marinos existen dos formas: La utilización de agua de mar puede ser factible solo en el caso en que se introduzcan organismos de

donde se obtuvo esa agua ya que si provienen de otras partes, estos requerirán otro tipo de condiciones, refiriéndonos a parámetros fisicoquímicos, por mencionar, en el caso en que se tenga que elevar la temperatura todo el plancton estará en riesgo de morir o de igual forma se reproducirá rápidamente reduciendo así la concentración de oxígeno en el agua. Sobra mencionar que sería difícil encontrar agua de mar de buena calidad. Parece ser que la mejor opción es el tener un agua marina sintética, y podemos encontrar infinidad de sales con características independientes y precios variados. Algo muy importante que se debe considerar es que verifiquemos que el fabricante de estas sales especifique en el empaque la ausencia de Nitratos y fosfatos en su producto, y sería ideal que contengan elementos traza, que son los macro y micro minerales esenciales para la vida de todo organismo.

La concentración de sal que se requiere para un medio marino está determinada por el peso o gravedad específica que normalmente se encuentra en el agua de mar, aunque esta varía dependiendo la región geográfica, por lo que se puede utilizar una densidad un poco inferior, sobre todo para ayudar a disminuir el estrés en los peces. Unificando criterios se puede utilizar una densidad de 1.023 (31.1 gr./l de salinidad). Con la ayuda de un hidrómetro o densímetro se puede verificar cuando se logre obtener el peso específico ó densidad al disolver la sal con el agua. Hay densímetros que son flotantes y además proporcionan una lectura de la temperatura del medio, la mayoría presenta un área verde que indica una densidad así como una temperatura

promedio. También hay densímetros hechos de acrílico los cuales incluyen una aguja oscilante, la que cambiará de posición al introducir agua en ellos, y con la ayuda de la escala impresa en uno de sus costados obtendremos la densidad.

La salinidad del agua tiene un efecto en los peces así como el agua dulce, lo cual se puede entender al recordar el Mecanismo de Osmoregulación. Los peces de agua dulce absorben agua mediante el proceso de ósmosis a través de la piel y branquias y deben expulsarla mediante la orina, a diferencia de los peces de agua salada los que pierden agua a través de su piel debido a que en el medio existe una mayor concentración de sales, por lo que deben recuperarla ingiriéndola continuamente del medio.

Cuando se tiene preparada el agua es conveniente poner a trabajar todo el sistema de filtrado para que ayude a mantener la dilución y se empiece a crear el medio. Existe pérdida de agua por evaporación y ésta debe restituirse con agua dulce.

Gráfica del mecanismo de osmorregulación.

El agua debe reunir ciertas características para poder albergar a todo organismo marino que se desee incluir, por lo que es conveniente revisar los parámetros fisicoquímicos para poder establecer el medio idóneo.



Fig. 95 Pez escorpión

Parámetros fisicoquímicos

Oxígeno disuelto.	5-9 ppm.
Temperatura (T°)	25-30° C.
Salinidad	25-30 ppmil.
pH	7.9-8.5
Nitratos (NO ₃)	<5ppm invertebrados. <40ppm peces.
Nitritos (NO ₂)	Ausentes.
Amonio (NH ₄)	<0.25 ppm.

El monitoreo de todos estos parámetros se puede realizar por medio de kits que se encuentran en el mercado, para cada uno de los parámetros o se incluyen todos en un maletín; sobra mencionar que existen diferentes marcas y precios.



Fig. 96 Termómetro

Sistemas de filtrado

El objetivo del sistema de filtrado en el acuario, es el de eliminar al máximo todos los residuos de plantas, alimento así como desechos de los peces para minimizar los posibles recambios de agua en nuestra pecera. Existen en el mercado infinidad de filtros o sistemas de filtrado y es muy posible que cada mes o cada seis meses salga a la venta algo nuevo. Para poder decidir el tipo de filtro a utilizar debemos entender primero él por qué la necesidad de tener al menos un filtro en la pecera. En el medio acuático, los organismos no requieren de un sistema de filtración manteniendo un equilibrio constante debido a que la misma naturaleza les provee de uno. Pero en un medio artificial, es necesario la instalación de un sistema que controle e imite en lo posible las condiciones del medio ambiente natural. Contamos con tres tipos de filtración: mecánica, química y biológica.

Filtración mecánica: Está dada por las esponjas, fibras sintéticas y mallas de plástico. Estos accesorios comúnmente están dentro de los filtros que encontramos comercialmente, en los que se incluye otro tipo de material filtrante como el carbón activado, zeolita, etc. Las mallas de plástico podemos usarlas en los casos que se requiera cubrir el filtro de plataforma cuando utilicemos arena como sustrato.

Filtración química: Es proporcionada por aquellos compuestos que detienen sustancias como Nitratos, amonio, al pasar el agua por ellos. Tenemos el carbón activado el cual retiene principalmente antibióticos, Nitratos y amoniaco. La zeolita amoniaco. La diatomea, la cual es un alga fosilizada para su utilización y retiene

principalmente protozoarios, antibióticos y bacterias. Por último las resinas intercambiadoras de iones, las cuales en su mayoría retienen iones de calcio y magnesio.

Filtración biológica: Este tipo de filtración es la que vamos a encontrar en todos los acuarios tanto marinos como de agua dulce, en medios artificiales y naturales, y esto por que lo proporcionan bacterias, estas degradan restos de alimento y plantas, así como los desechos de los peces para transformarlos en sustancias menos tóxicas.

Existen tres tipos de bacterias benéficas para nuestro acuario. Bacterias heterotróficas, que junto con algunos hongos consumen compuestos orgánicos transformándolos a amoniaco (NH_3). Las bacterias Nitrosomonas consumen amoniaco como principal fuente de energía transformándolos a nitritos (NO_2). Por último tenemos las bacterias del género Nitrobacter que al igual que las Nitrosomonas, oxidan a los nitritos para transformarlos en Nitratos (NO_3).

Cuando existen bacterias nitrificantes en adecuada proporción en nuestra pecera podemos presumir que tenemos un agua madura, porque en ese momento lo que conocemos como el ciclo del nitrógeno estará completo. Todas estas bacterias comparten características funcionales como el poseer un metabolismo aeróbico, el ser oxidadoras y autótrofas.

Cuando se acaba de instalar un acuario, sería precipitado introducir todos los peces que pueda albergar, dado que no es inmediata la colonización bacteriana. Las colonias de Nitrosomona y Nitrobacter pueden tardar uno y dos meses respectivamente en establecerse.

Debemos considerar que el espacio vital que requieren los peces marinos es de aproximadamente diez litros de agua por centímetro de longitud de pez. Es común que los acuaristas principiantes se impacienten y quieran reducir el tiempo de espera para introducir sus organismos, y esto puede lograrse mediante la adición de agua de otro acuario ya establecido, arena o material filtrante.

Existen en el mercado bacterias liofilizadas que podemos agregar al agua para que inicie la colonización, pero es importante que introduzcamos unos peces resistentes, ya que las bacterias necesitan alimentarse de sus residuos, incluso con la sola introducción de los peces tendremos la colonización bacteriana. Es importante ir aumentando paulatinamente el número de peces, aproximadamente uno o dos cada semana, hasta llegar al límite establecido, con la finalidad de no saturar el medio y permitir su maduración.

Maduración de un filtro biológico

Para comprender el proceso de maduración del agua de nuestra pecera es necesario conocer el Ciclo del Nitrógeno.

Filtros

Como se ha visto, es indispensable incluir un sistema de filtración biológica en el acuario, y los principales filtros biológicos que podemos utilizar para los organismos marinos es el filtro de plataforma, el de cascada, filtro de lodos activos y el wet-dry; todos ellos en sus variantes comerciales. La filtración química y mecánica algunos de estos filtros la incluyen, o en su defecto se adquiere un dispositivo que realice esta función.

Las principales características que debe reunir un filtro biológico son las siguientes:

- a. Fuente de alimento
- b. Superficie de colonización.
- c. Cantidad de oxígeno disponible

Estas características se refieren específicamente para las bacterias nitrificantes. Comparando a los filtros antes mencionados a excepción del filtro de cascada, el Filtro Wet-Dry reúne las tres que en comparación de los otros. El Filtro de Plataforma no cubre la concentración de oxígeno proporcionado por el Wet-Dry, aunque no es mínima. El filtro de lodos activos, proporciona una superficie de colonización mejor que cualquier otro filtro, salvo que el consumo de oxígeno por este filtro es mayor, por lo que se requiere aumentar la aereación para alcanzar el nivel de oxígeno disuelto en el agua deseado.

◦ **Filtro de plataforma**

Es el filtro más usado en sistemas de filtración. Es sencillo, fácil de instalar y económico. Se encuentran de todos los tamaños y formas, de una sola pieza o ensamblables.

Son colocados en el fondo de los acuarios o peceras y sobre de ellos un sustrato que puede ser arena o coral molido para albergar bacterias nitrificantes como sucede en todos los filtros biológicos; tienen unas torres a las que se conecta la fuente de aire o en su defecto los impulsores de agua (cabezas de poder).

◦ **Filtro Wet-Dry**

Es una de las innovaciones que han sufrido los filtros biológicos. Existen en el mercado diversas marcas y modelos, dependiendo de las necesidades de nuestro acuario. Son filtros externos y funciona de la siguiente manera: El agua se bombea hacia el filtro o es bajada por

gravedad, y se extiende sobre este por un mecanismo de goteo el cual distribuye en todo el filtro el abastecimiento de agua así como el de oxígeno. El material filtrante que utilizan son las bioesferas (bio-ping balls), son piezas en forma de esfera que presentan prolongaciones y en ellas un corrugado casi imperceptible el cual sirve de medio de adhesión para las bacterias. Incluyen una caja o canister el cual lleva un material filtrante y poroso, en el cual el agua entra por goteo y el paso del agua es lento para crear un medio ideal para bacterias anaerobias para que la reducción de Nitratos a nitrógeno sea posible. Pueden incluir accesorios como carbón activado, zeolita, fibras sintéticas, esponjas, etc.



Fig. 97 Filtro Wet-Dry

◦ **Filtro de Lodos activos**

Estos filtros presentan un sustrato tan fino que lo coloca como uno de los mejores en su capacidad para albergar bacterias nitrificantes. Son externos, y se pueden encontrar diversos modelos en el mercado. El inconveniente que presentan es que consumen O₂ del medio, poco más que cualquier otro filtro, por lo que es necesario aumentar la aereación en la pecera.

ACCESORIOS.

❖ **Espumador.**

Conocido también como Protein Skimmer, retiran del medio muchos productos tóxicos de desperdicio, principalmente proteína como la albúmina. Mediante el suministro de una burbuja fina de aire dentro de una columna o tubo se acarrea esta proteína y demás desperdicios, esto es recurriendo a la tendencia natural de las moléculas orgánicas disueltas llamadas surfactivas de pegarse a la superficie de contacto aire-agua. Hasta la formación de una espuma cafe-amarillenta, la cual se derrama en una copa de plástico fácilmente removible. Los espumadores requieren una fuente de aire y normalmente se recomienda que sea el ozonizador quien se la proporcione. Es importante tener en cuenta que el espumador debe instalarse en acuarios ya establecidos; en los acuarios recién instalados no tendría razón de estar ya que no existen compuestos que retirar. Se menciona que el uso continuo de un espumador causa la disminución en la concentración de elementos traza en el agua, desafortunadamente no se tiene suficiente información de ello.

❖ **Ozonizador**

El ozono (O₃) es una forma inestable del gas oxígeno (O₂). El átomo adicional pronto se separa de la molécula y oxida las toxinas y demás compuestos en el agua del acuario. Además de que el ozono es un eficaz desinfectante. El ozonizador suministra aire seco y bajo una descarga eléctrica transforma el oxígeno (O₂) en ozono (O₃). Es conveniente que el ozonizador este conectado con el espumador. Podemos incluir un dispositivo de carbón activado para retirar el excedente de ozono antes de

que llegue el agua al acuario. Se han de usar siempre tubos de plástico para el ozono, ya que normalmente daña las tuberías de goma, así como los diafragmas de las bombas. Se recomienda conectar un regulador de ozono, instrumento que mide los potenciales de óxido reducción presentes en el agua.

❖ Lámparas de luz ultravioleta.

La luz ultravioleta tiene un efecto esterilizante en el agua. Se debe tener cuidado con su uso ya que puede causar severas lesiones al ojo humano y en la piel, por no mencionar a los organismos de nuestro acuario. Se debe regular el paso del agua del acuario a través de este accesorio de manera a que pueda realizar su acción. Aproximadamente el volumen total de agua debe circular por la lámpara de rayos ultravioleta dos veces en una hora. Normalmente estos tubos de luz UV vienen dentro de un tubo de pvc opaco el cual protege de su efecto. Es un accesorio que puede ir tanto interna como externamente. Al igual que el ozonizador es aconsejable que este sistema de esterilización trabaje en acuarios ya establecidos.

❖ Biodenitratadores

Es un accesorio catalogado como un filtro biológico, con la salvedad de que alberga bacterias anaeróbicas las cuales transforman los Nitratos (NO_3) a nitrógeno (N_2) siendo este utilizado por las plantas como fuente de proteína y por consiguiente formación de oxígeno (O_2), o el ser utilizado en la formación de nitritos (NO_2) como se ilustra en el ciclo en la gráfica del ciclo del nitrógeno. Normalmente son externos, debido a que dentro del acuario existe oxígeno disuelto en el agua el cual impediría la formación de estas bacterias.

❖ Iluminación

Es muy importante que nuestro acuario presente un sistema de iluminación el cual permita la perfecta observación de los organismos en exhibición. La intensidad de la iluminación en un acuario marino se sugiere sea tres a cuatro veces mayor a la de un acuario de agua dulce. Sobra mencionar todos los beneficios que se obtienen y que obtienen los organismos de una pecera al estar iluminada.

Tipos de iluminación

Luz incandescente o tungsteno.

Este tipo de iluminación se obtiene con las bombillas comúnmente utilizadas en nuestras casas. Es una forma económica de proveer iluminación a un acuario así como también él reemplazarlas. Las desventajas que presentan son que el espectro de luz proporcionado por ellas no es el óptimo, así como también parte de la energía que utilizan la transforman en calor y esto no es conveniente ya que alterarían la temperatura del agua.

Luz fluorescente o fría.

Este tipo de luz es más apropiada para los acuarios ya que distribuyen de una mejor manera la luz que las anteriores, además de que no varían la temperatura del agua. Su instalación es relativamente sencilla si uno compra una lámpara ya armada, pero en el caso en que uno desee adaptar varias lámparas, se requerirá experiencia para lograrlo. Su costo es un poco más elevado que las de tungsteno. Se pueden encontrar de diferentes espectros en el mercado y esto va a ir de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los organismos presentes en el acuario. Otra ventaja es que se pueden combinar tubos de luz de diferentes espectros.

Existen otras formas de proporcionar iluminación, y es mediante el uso de lámparas o focos individuales, los cuales proporcionarían efectos especiales, como en el caso de querer realzar una piedra viva o un invertebrado como una estrella de mar. Es importante recalcar que estas lámparas deben estar protegidas de cualquier salpicadura de agua, así como también el mencionar que su costo es un poco más elevado que el de las lámparas fluorescentes. Existe una amplia gama de proyectores, por mencionar los de vapor de mercurio, de luz halógena, y sodio a alta presión.



Fig. 98 Lámpara fluorescente

Alimentación

Cuando se tienen organismos marinos se enfrenta uno a otro problema, después del manejo de calidad de agua, porque cada pez e invertebrado, varía en sus hábitos alimenticios; además de que estamos sustituyendo lo que ellos pueden obtener en condiciones naturales. Los peces de agua salada pueden clasificarse en comedores de aguas libres, los que obtienen sin problema su alimento tomándolo del medio o desechos del mar, dentro de este grupo podemos

contar a los payasos, damiselas, blénnios, ballestas, pez ardilla, etc. Los pastadores de arrecifes limitan su interés por la comida a los pólipos y algas en los arrecifes de coral y en las rocas, como ejemplo tenemos a los ángeles, mariposas, cirujanos, etc. Los comedores hurraños son los que se suelen esconder en rocas u ocultarse en la arena esperando tener cerca a su presa. Puede pensarse que parte de su comportamiento se deba a que tengan hábitos normalmente nocturnos, como ejemplo de ellos tenemos a los peces halcón, peces mandíbula entre otros. Por último tenemos a los comedores especializados como los peces aguja, caballitos de mar, que requieren de alimentos seleccionados como nauplios de artemia, o alimentos en emulsión.

Esta clasificación no es estricta cuando se tiene organismos marinos en cautiverio, ya que pueden cambiar o modificar sus hábitos alimenticios. Existen alimentos comerciales para cada tipo de pez, y como alimento natural podemos utilizar preferentemente la artemia. Es aconsejable alimentar a nuestros organismos marinos dos veces al día, preferentemente cuando haya luz para que puedan identificar el alimento o en su defecto encender el sistema de iluminación. Un buen consejo es el revisar una guía de compatibilidad de especies ya que podemos sufrir grandes pérdidas si incluimos peces carnívoros con peces pequeños, como en el erróneo caso de introducir un pez escorpión con peces payasos.



Fig. 99 Pez payaso

Mantenimiento

El mantenimiento de los acuarios marinos no es tan complicado como se cree. Si se conoce el funcionamiento básico de cada uno de los accesorios se puede llegar a determinar cada cuando es necesario darles mantenimiento. Es prudente que cada vez que se alimenten los peces o invertebrados marinos verifiquemos el buen funcionamiento del equipo. El reemplazo de los dispositivos filtrantes, partes reemplazables del equipo de aireación, se realizará cuando estos se saturen, o cuando el productor lo especifique en su empaque; los recambios de agua parciales o totales se realizarán cuando exista una condición en el agua que los haga necesarios, como sería para reducir la concentración elevada de nitratos, amoníaco, metales pesados, etc. Normalmente en acuarios marinos estables no se requieren. Por todo esto es aconsejable que cada propietario de una pecera o un acuario marino programe un calendario de mantenimiento de acuerdo a sus necesidades. Por último es importante mencionar que cuando se manejan grandes poblaciones, como es el caso de un acuario público, distribuidores o mayoristas, el manejo de la cuarentena se hace indispensable. Existen varios

métodos para cuarentenar y se seleccionará el que se adecue a las necesidades de cada persona.

Literatura Consultada.

- Mills D. Acuario Marino. 1a. Ed. España: Naturart, 1993.
- Burgess E.W. El acuario Marino. 3er ed. España: Hispano Europea 1995.
- Emmens C. Mis peces de Acuario Marino. 1a. Ed. España: Hispano Europea, 1993.
- Emmens C. Mi Acuario Marino. 1a. Ed. España: Hispano Europea, 1993.
- Lehninger A. Bioquímica. 1a ed. España: Omega, 1972.
- Morales M. La Filtración Segunda parte. Los Filtros a. Guía, 1994; 5: 18-22.
- Scott W. Guía Completa del Acuario. España: Blume, 1991.
- Sweeney E.M. El Acuario: equipo, cuidados y variedad de peces. España Hispano europea, 1994.
- Verers G.G., Campabell D. Tropical Aquarium Fishes. España: Blume, 1986.

A

Ablación · 108
Accesorios · 162
Achlya sp · 131
Acineta · 132
Acinetobacter sp · 131
Acuario · 148
 colocación · 150
 equilibrado · 148
 instalación de un · 150
 mantenimiento de los · 165
 tipos · 149
Aeromonas · 142
Aeromonas sp · 131
Agua
 calidad del · 120
 cultivar en · 120
 de mar · 149
 dulce · 149
 temperatura del · 122
 transparencia del · 120
Aireación · 153
Alimentación · 122, 155, 164
Alimentos vivos · 155
Amoniaco · 101, 120, 153
Amoniotélicos · 101
Angiostrongylus cantonensis · 132
Aparato
 circulatorio · 100, 137
 digestivo · 98, 136
 excretor · 99, 100, 137
 reproductor · 100
 respiratorio · 97
Apéndices · 96
Aphanomyces sp · 131
Artemia · 130, 155
Asfixia · 119

B

Bacterias
 Mycobacteriosis · 115
 NHP · 115
 vibriosis · 115

Bentónica · 125
Biodenitratadores · 163
Bivalvia · 135
Boca · 98
Bonamia · 144
Bonamia ostrea · 144
Branquias · 96, 97, 98, 100, 101, 102, 113,
 115, 116, 117, 122, 133, 135, 136, 137,
 142, 143, 144, 146, 147, 153, 159

C

C. gigas · 142
C. virginica · 143
Calefacción · 150
Calentadores · 150
Candida famata · 132
Candida sake · 132
Caridae · 96
Carpa · 119, 124, 148
Cefálica · 135
Cefalotórax · 96
Cenizas · 111
Cephalolobus sp · 117
Ciclo biológico · 121
Clima · 120
Clionidae · 145
Cloramfenicol · 146
Concha · 135
Copos · 155
Cópula · 121
Corazón · 100, 137
Corynebacterium · 142
Corythunia · 132
Cosecha · 129
Crassostrea · 138
Cromatóforos · 103
Cromatoforotropinas · 103
Crustáceo · 101, 117
Crustáceos · 96, 98, 100, 101, 102, 103,
 119, 122
 producción y comercialización · 109
Cultivo
 mixto · 124
 suspendido · 141
Cultivos

sobre fondo · 140
sobre postes · 140
Cultivos artificiales · 140

D

Decápoda · 96
Dendrobranquias · 96, 97
Densidad de carga · 149
Densímetro · 158
Desoves · 122
Detritófagos · 110
Dioicos · 138
Dureza · 120

E

Ecdisona · 99
Ecdysis · 99
Enfermedad
 de la mancha blanca · 132
 de la suciedad · 132
 del algodón · 131
 hepatopancreática · 132
 micótica del invierno · 132
Enfermedad del caparazón · 131
Engorda · 105, 107, 108, 109, 111, 120,
 121, 122, 123, 124, 125, 126, 140
 estanque de · 106, 128
Enteritis hemocítica · 117
Enterobacter aerogenes · 133
Enterococosis · 131
Enzimas
 digestivas · 99
 glucolíticas · 99
Epibiontes · 117
Epistylis · 132
Eritromicina · 146
Escafognatitas · 97
Esófago · 98
Espermatóforo · 121
Espumador · 162
Estanque
 preparación del · 128
 profundidad del · 120
Estatocistos · 138
Estilo cristalino · 137

Estómago · 98
Exoesqueleto · 96
Exorreceptivo · 102

F

Farfantepenaeus · 104
Fertilización · 126
 inorgánica · 111
 orgánica · 111
Fertilizados · 121
Fertilizantes
 orgánicos · 123, 130
Fibra · 110
Filobranquias · 96
Filtración · 152
 accionados por electricidad · 152
 biológica · 152
 materiales de · 153
 mecánica · 152
 químicos · 152
 sistemas de · 160
 tipos de · 152
Filtradores · 135
Filtros
 tipos de · 161
Fitoplancton · 127
Flavobacterium Epistylis sp. · 117
Flexibacter iera · 116
Fosfatos · 126
Fusarium moniliforme · 131
Fusarium solani · 116, 131
Fusarium spp · 131

G

Ganglios
 periesofágicos · 97
 subesofágicos · 97
 supraesofágicos · 97
Glándula
 andrógena · 100
 del seno · 99
 verde · 99, 100
Gónadas · 138
Gregarines · 117
Gusanos · 155

Tubifex · 155

H

Haplosporidiasis · 116

Haplosporidium · 144

Hemolinfa · 101

Hepatopáncreas · 98

Hermafroditas · 138

Herpes virus · 141

Hidrómetro · 158

Hiperosmótica · 102

Hongos · 116

 Fusariosis · 116

Humedad · 111

I

IHHN · 111

Iluminación · 151, 163

 fluorescente · 151

 tipos de · 163

 tungsteno · 151

Intercambio de gases · 97

Intestino · 98

 anterior · 98

 medio · 98

 posterior · 99

Iridovirus · 142

J

juveniles · 122

Juveniles · 122, 128

L

Laberinthomyxa marina · 143

Labyrinthomyxa marina · 147

Lagenidium · 116

Lagenophrys · 132

Lámparas · 163

Langostinos · 96, 100, 119, 121, 122, 123,
124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134.

 See

 blancos · 133

 cultivo de · 129

 enfermedades de los · 131

Larva trocófora · 138

Larvas · 122

 alimentación de · 123, 130

Leucothrix mucor · 142

Leucotrix mucor · 117, 132

Leucotrix sp · 117

Ligamento de la Charnela · 136

Línea paleal · 135

Lípidos · 110

Litopenaeus · 104

Litopenaeus: · 104

Lombriz · 155

M

M. acanthurus · 119, 121

M. amazonicum · 119

M. americanum · 119, 120, 121

M. carcinus · 119, 121

M. fortuitum · 115

M. heterochirus · 119

M. olfersi · 119

M. rosenbergii · 119, 120, 121

M. sp · 115

M. tenellum · 119, 120, 121

Macrobrachium rosenbergii · 119

Malacostraca · 96

Manto · 135

Marteilia refringens · 144

Masa visceral · 135

Micosis · 131

Micrococcus · 142

Microspora · 143

Microsporidiosis · 116

Minchinia costalis · 144

Moluscos · 135

Mucor sp · 131

Mudas · 128

Muestreos · 128

Mycobacterium marinum · 115

Mysis · 106

Mytilicola intestinalis · 144

N

Nauplio · 96, 106

Necrosis focal · 146
Necrosis larvaria · 131
Nefridios · 137
Nefrostoma · 101
Nematopsis sp. · 117
Neomicina · 146
Nitratos · 158
Nitrobacter · 160
Nitrógeno · 120
Nitrosomona · 160
Nocardia matruchoti · 143, 146
Nutrición · 156

O

O. edulis · 144
Ocelos · 138
Ojo · 102
Omnívoros · 122
Organo
 x · 102
 Y · 103
Organos receptores · 97
Osículos · 99
Osmoconformación · 101
Osmoconformador · 98
Osmoregulación · 101, 159
Osmoregulador · 98
Ovarios · 100
Ovíparos · 156
Oxigenación · 136
Oxígeno · 120
Oxígeno disuelto · 105
Ozonizador · 162

P

P. californiensis · 104
P. chinensis · 104
P. indicus · 104
P. japonicus · 104, 116
P. merguiensis · 104
P. monodon · 116
P. penicilatus · 104
P. setiferus · 104
P. stylirostris · 104, 116
P. vannamei · 116

Paraophioidina sp. · 117
Parásitos · 116, 132
 Agmasoma · 116
 Ameson · 116
 Pleistophora · 116
Parvovirus · 141
Peceras · 158
 materiales de las · 158
Peces
 de ornato · 148
Pedúnculo ocular · 99
Penaeidae · 96
Penaeus monodon · 104
Penaeus vannamei · 104
Pereión · 96
Pereiópodo · 97
Pereiópodos · 96
Periostraco · 136
Petasma · 96, 97, 100
pH · 105, 126
Plantas acuáticas · 154
Pleópodo · 97
Pleura · 96
Postlarva · 106, 123
Postlarvas · 122
Preengorda · 124
Prostaglandinas · 100
Proteína · 110, 122
Pseudomonas · 142
Pseudomonas sp · 131

Q

Quela azul · 129
Quimiorecepción · 103

R

Rádula · 135, 136
Reovirus · 142
Reproducción · 121, 124, 138, 155
 tipos de · 156
Rickettsias · 116
Rotíferos · 155

S

Saco de estilo · 137
Salinidad · 120
Saprolegnia sp · 131
Schizothrix calcicola · 117
Schizotrix sp · 117
Senos tisulares · 137
Sirolopidium · 116
Sirolopidium zoophthorum · 143
Sistema
 extensivo · 124
 extensivo · 106
 hiperintensivo · 107
 intensivo · 129
 intensivos · 107
 nervioso · 97
 semiintensivo · 106, 124
Spirulina subsalsa · 117
Suelo
 arcilloso · 120
 arenoso · 120
 limoso · 120

T

Télico · 97, 121
Tellina tenuis · 142
Temperatura · 150
Termómetro · 150
Termostato · 150
Testículos · 100
Thiothrix sp · 117
Turbidez · 105

U

Umbo · 136

V

V. alginolyticus · 115, 143
V. anguillarum · 143
V. Cholera · 142
V. damsela · 115
V. fluvialis · 115
V. parahaemolyticus · 115
V. vulnificus · 115
Valvas · 136
Veliger · 138
Vibrio · 142
Vibrio harvey · 115
Vibrio parahaemolyticus · 142
Vibrio sp · 131
Virus · 111
 BMN · 112
 BP · 112
 HPV · 112
 LOV · 113
 LPV · 113
 MBV · 112
 RLV ó REO · 113
 RPS · 113
 TSV · 114
 WSBB · 113
 YH · 113
Vivíparos · 156
Vorticella · 132

Z

Zoea · 106, 122
Zoothamnium · 132