

**UDS**

**ANTOLOGIA**

NOMBRE DE LA MATERIA  
*FUNDAMENTOS DE ACUACULTURA*

LICENCIATURA  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

CUATRIMESTRE  
Noveno

---

## Marco Estratégico de Referencia

---

### ANTECEDENTES HISTORICOS

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1979 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor de Primaria Manuel Albores Salazar con la idea de traer Educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer Educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tarde.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en septiembre de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró como Profesora en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de finanzas en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta Educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de Educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el Corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y Educativos de los diferentes Campus, Sedes y Centros de Enlace Educativo, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca a nivel nacional e internacional.

Nuestra Universidad inició sus actividades el 18 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4ª avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en Puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno. En el año 2005 nos trasladamos a nuestras propias instalaciones en la carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

## **MISIÓN**

Satisfacer la necesidad de Educación que promueva el espíritu emprendedor, aplicando altos estándares de calidad Académica, que propicien el desarrollo de nuestros alumnos, Profesores, colaboradores y la sociedad, a través de la incorporación de tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **VISIÓN**

Ser la mejor oferta académica en cada región de influencia, y a través de nuestra Plataforma Virtual tener una cobertura Global, con un crecimiento sostenible y las ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

## **VALORES**

- Disciplina
- Honestidad

- Equidad
- Libertad

## ESCUDO



El escudo de la UDS, está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

## ESLOGAN

“Mi Universidad”

## ALBORES



Es nuestra mascota, un Jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen.

---

## Fundamentos de Acuicultura

---

**Objetivo de la materia:**

Les permitirá a los alumnos integrar los conocimientos teóricos de la materia y adquirir la habilidad en la determinación de las variables físico-químicas del agua, la morfología de los organismos acuáticos, el manejo de las especies, los sistemas de producción y su manejo, aspectos básicos para el cultivo de peces, crustáceos y moluscos bivalvos.

## Índice

UNIDAD I .....	10
1.- DEFINICION Y ESTABLECIMIENTO DE LA ACUACULTURA .....	10
1.1.- Definición de acuacultura.....	10
1.2 Importancia de la acuacultura .....	10
1.3 Historia de la Acuacultura.....	11
1.4.- Acuacultura en México.....	13
1.5 Ventajas y Desventajas de la acuacultura como actividad productiva. ....	14
1.6.- Clasificación de la acuacultura.....	17
1.7 Tipos de acuacultura .....	18
1.8.- Primeros pasos para la realización de un emprendimiento de la acuacultura.....	19
1.9 Elementos necesarios para el éxito del emprendimiento.....	20
1.10 Características del suelo .....	23
1.11 Calidad del agua en acuacultura .....	25
1.12 Características de los parámetros del Agua .....	27
UNIDAD II.....	30
2.- PRODUCCION DE MOLUSCOS Y PRODUCCION DE CRUSTACEOS.....	30
2.1.- Definición Moluscos. ....	30
2.2 Características de los moluscos.....	31
2.3.- Anatomía de los moluscos .....	31
2. 4 Clasificación de los moluscos.....	34
2.4.1 Clase Gastrópoda: caracoles y babosas .....	34
2.4.2 Clase Pelecypoda: bivalvos .....	36
2.4.3 Clase Cephalopoda: sepias, nautilus, calamares y Pulpos .....	37
2.4.4 Ejemplos de Moluscos .....	39
2.5 Crianza de Pulpos .....	41
2.5.1 Incubación de los huevos de pulpo .....	41
2.5.2 Engorde del pulpo .....	42
2.6.- Crustáceos.....	42
2.7.- Características de los crustáceos .....	43
2.8 Clasificación de crustáceos .....	45
2.9 Reproducción.....	45

2.10 Cultivo del camarón.....	46
2.10.1 Engorde de postlarvas y/o juveniles obtenidos en la naturaleza,.....	47
2.10.2 Cría de postlarvas a partir de huevos y su posterior engorde .....	47
2.10.3 Ciclo completo en cautividad.....	48
2.10.4 Condiciones para la cría de camarón.....	48
2.11 Estanques para camarón.....	49
UNIDAD III Diseño y construcción de estanques.....	52
3.1. Diseño y construcción de estanques de tierra.....	52
3.2 Estanques rústicos.....	56
3.3 Ubicación del Estanque .....	57
3.4 Topografía .....	58
3.5 Fuentes de agua.....	59
3.6 Cantidad de agua.....	60
3.7 Pasos para la construcción.....	61
3.8.- Recomendaciones generales sobre la construcción de estanques.....	63
3.9.- Cálculos de utilidad en la construcción de estanques.....	63
3.10.- Acondicionamiento del sitio elegido para sembrar.....	64
3.11.- Llenado y fertilización. ....	66
3.12.- Estanques sumergidos, estanque de presa y estanques de derivación. ....	67
3.13- Estanques de geomembrana. ....	72
3.14.- Características de estanques de geomembrana circulares. ....	79
3.15 Jaula Flotante .....	80
UNIDAD IV.....	83
4.- Principales enfermedades los peces.....	83
4.1.- Como surgen las enfermedades.....	83
4.2 Identificación de la presencia de enfermedades en peces.....	84
4.3.- ¿Qué hacer en caso de aparición de enfermedades?.....	85
4.4.- Obtención y envío de muestras al laboratorio.....	87
4.5 Muestra de agua. ....	91
4.6.- Anatomía del pez. ....	93
4.7.- Enfermedades comunes en piscicultura.....	95
4.7.1.- Enfermedades de origen no infeccioso.....	95
4.8.- Enfermedades de origen infeccioso.....	98
4.9.- Principales enfermedades parasitarias. ....	99



4.10- Enfermedades producidas por hongos.....	109
4.11.- Enfermedades producidas por bacterias.....	112
<b>Glosario de palabras claves en acuicultura.....</b>	<b>117</b>
Bibliografía básica y complementaria.....	121

## UNIDAD I.

### 1.- DEFINICION Y ESTABLECIMIENTO DE LA ACUACULTURA

#### 1.1.- Definición de acuicultura.

La FAO (2003) define acuicultura como: Cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras, que implica por un lado la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción y por el otro la propiedad individual o empresarial del stock cultivado.

En forma global el término acuicultura reúne a todas aquellas acciones que tienen por objeto la producción, el crecimiento y comercialización de organismos acuáticos animales o vegetales de aguas dulces, salobres o saladas. Implica el control de las diferentes etapas de desarrollo hasta la cosecha, proporcionando a los organismos los medios adecuados para su crecimiento y engorde.

#### 1.2 Importancia de la acuicultura

Se estima que la población mundial será de 9.7 millones en 2050. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), eso significa que la producción mundial de alimentos deberá aumentar en un 70% para satisfacer la demanda de la población mundial en ese año. Un creciente cuerpo de investigación muestra que el mundo está sufriendo un déficit ecológico. Se estima que el 85% de la población vive en países donde los recursos naturales se utilizan a un ritmo más rápido que el que el medio ambiente puede proporcionar de forma sostenible. La producción de alimentos es un sector líder que es responsable de los impactos en el medio ambiente, y representa aproximadamente el 25% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, el 70% del uso de agua dulce y el 80% de la pérdida de hábitat. La carne como la de res y cerdo, entre otros tipos de proteínas animales terrestres, tiene algunas de las tasas más altas de emisiones de CO<sub>2</sub>, uso de agua dulce y uso de tierra por porción.

La pesca silvestre y la acuicultura pueden proporcionar una fuente de proteína animal saludable de alta calidad que generalmente tiene una huella de uso de tierra, carbono y agua más pequeña que la agricultura de animales terrestres. Sin embargo, la pesca y la acuicultura silvestre no están exentas de impactos. Las poblaciones mundiales de peces silvestres están disminuyendo. En 2017, menos del 70% de las poblaciones de peces se encontraban dentro de niveles biológicamente sostenibles, una disminución de más del 20% desde la década de 1970, y desde 1990, la pesca de captura mundial ha aumentado en un 14%. A medida que la demanda mundial de productos del mar continúe aumentando y se alcance el rendimiento máximo sostenible de las pesquerías silvestres, la acuicultura se convertirá en un suministro clave de productos del mar para una población en aumento. La acuicultura proporciona un sistema alimentario alternativo que puede producir proteína animal de alta calidad que, cuando se realiza de la manera correcta, puede tener una huella sostenible.

### 1.3 Historia de la Acuicultura

La acuicultura se remonta a tiempos remotos. Existen referencias de prácticas de cultivo de mújol y carpa en la antigua China, Egipto, Babilonia, Grecia, Roma y otras culturas euroasiáticas y americanas.

Las referencias más antiguas datan en torno al 3800 a. C., en la antigua China. En el año 1400 a. C., ya existían leyes de protección frente a los ladrones de pescado. El primer tratado sobre el cultivo de carpa data del 475 a. C., atribuido al chino Fan-Li, también conocido como Fau Lai.

Entre griegos y romanos, existen numerosas referencias. Aristóteles y Plinio el Viejo escribieron sobre el cultivo de ostras. Plinio, en concreto, atribuye al general romano Lucinius Murena el invento del estanque de cultivo, y cita las grandes ganancias de su explotación comercial, en el siglo I. Séneca también tuvo su opinión sobre la piscicultura, bastante crítica: *“la invención de nuestros estanques de peces, esos recintos diseñados para proteger la glotonería de las gentes del riesgo de enfrentarse a las tormentas”*.

En la cultura occidental actual, la acuicultura no recobró fuerza hasta la Edad Media, en monasterios y abadías, aprovechando estanques alimentados por cauces fluviales, en los que el cultivo consistía en el engorde de carpas y truchas.

En el año 1758 se produjo un importante descubrimiento, la fecundación artificial de huevos de salmones y truchas por Stephen Ludvig Jacobi, un investigador austriaco, aunque su investigación no salió del laboratorio y quedó en el olvido.

En 1842, dos pescadores franceses, Remy y Gehin, obtuvieron puestas viables, totalmente al margen del hallazgo de Jacobi. Lograron alevines de trucha, que desarrollaron en estanque con éxito. El descubrimiento llevó a la Academia de Ciencias de París a profundizar en el hallazgo, y con ello la creación del Instituto de Huninge, el primer centro de investigación en acuicultura.

El Premio Nobel argentino Bernardo A. Houssay realizó los primeros estudios de reproducción artificial inducida de peces mediante la utilización de hormonas exógenas para inducir la ovulación de peces. En 1928 investigó el control hormonal para la reproducción de peces en cautiverio, induciendo la ovulación de la "Madrecita de Río" (Cnesterodon decemaculatus -útiles para el control de larvas de mosquitos e insectos en estanques-), mediante inoculación intraperitoneal de glándulas pituitaria de Prochilodus platensis, y concluyó que las hembras tratadas con pituitarias de otras especies ovulaban anticipadamente (Houssay BA "Acción sexual de la hipófisis en los peces y reptiles", en "Revista de la Sociedad Argentina de Biología", Bs.As., 1930, N.º 106, pág. 686—688).

Estas técnicas fueron rápidamente puestas en práctica en Brasil por Von Ihering y Azevedo, 1934: Von Ihering 1935, 1937) para inducir el desove de Prochilodus argenteus. Los resultados de los brasileños fueron seguidos con éxito en la Unión Soviética por Gerbilsku, 1938, para inducir el desove del esturión y con el desove inducido de especies de peces norteamericanos (Hasler et al., 1939, 1940). Donaldson, E.M. y G.A. Hunter, 1983, hacen referencia que todos aquellos estudios y los siguientes fueron detenidamente revisados por G.E. Pickford y J.W. Atz, 1957 en su bien documentado tratado sobre la glándula pituitaria de los peces. A partir de entonces han aparecido millares de publicaciones para informar de los avances del proceso reproductivo de teosteos. G.E. Pickford, 1964); E.M. Donaldson (1977) y C.G. Swann y E.M. Donaldson (1980) y muchos otros autores más comunican sobre el control del proceso reproductivo, entre los que cabe resaltar están: Pickford y ATz (1957), Atz y Pickford (1959), Clement y Sneed (1962), Donaldson (1973, 1975), Shehadeh (1975), Fontaine (1976), Harvey y Hoar (1979), Chondar (1980), Woynarovich y

Horvath (1980), Pullin y Kuo (1981), Davy y Chovinard (1981), Sundararaj (1981), Lam (1982), Billard (1983) y Fostier y Jalabert (1982).

En la actualidad, China es el principal productor de productos acuícolas, seguido de India, Vietnam, Indonesia y Bangladés

#### 1.4.- Acuicultura en México

La acuicultura y la pesca dentro de la cosmovisión indígena eran tomadas como actividades separadas y no solo eran vistas como formas de obtención de alimentos, sino también como esparcimiento o como instrumentos religiosos. Algunas especies acuáticas eran cultivadas en cercos o tapos. Se sabe que los mayas alimentaban algunas especies de pejelagarto y pejesapo en sus cenotes, para después consumirlos. Las técnicas de acuicultura utilizadas por los indígenas, los conducía a construir obras hidráulicas, ya sea para la formación artificial de “lagunas”, en las regiones del altiplano central, o en los humedales de las tierras bajas tropicales, en donde la intensa sequía estacional impulsó la construcción de camellones agrícolas, que al mismo tiempo servían para conservar el agua para la pesca. En la época colonial, fue prohibida la pesca y en algunas zonas del país los españoles destruyeron diversas estructuras utilizadas para realizar la acuicultura, aunque hay registros que se continuó cultivando el charal. No fue sino a finales del siglo XIX, que se retomó, incipientemente, la práctica de la acuicultura, misma que careció de apoyo, inversión, infraestructura, impulso y legislación. En el siglo XX, en la década de los sesenta, la actividad se retomó, sin que contara con apoyos suficientes para ello.

Las estadísticas oficiales para acuicultura se comenzaron a publicar en 1986. La producción acuícola era cercana a 150 mil toneladas (peso vivo) y la producción se sustentaba en la mojarra (aportando el 44% de la producción acuícola total) y ostión (28%). Las principales entidades productoras eran; Veracruz, Michoacán y Jalisco (participaban con 24%, 17% y 9%, respectivamente).

Desde 1987 hasta 1990, se mantuvo un crecimiento continuo, llegando a las 191 mil toneladas (peso vivo) que significó un aumento del 27%, y las proporciones de las tres especies dominantes se mantuvieron, así como también las entidades productoras. En 1991 la producción acuícola disminuyó, y se obtuvieron 171 mil toneladas en peso vivo. Durante

los años noventa, la producción se mantuvo y se continuó cultivando las especies predominantes; mojarra, ostión y carpa. A partir de 1993 el cultivo de camarón que representaba el 8% de la producción acuícola nacional, tuvo un incremento anual de 2.4% hasta llegar a contribuir con el 47% en el año 2009. De 2010 a 2013 (última cifra oficial) la producción acuícola nacional, ha experimentado una reducción anual de 3.5%, porque las granjas camaronícolas se han visto afectadas por enfermedades, como el síndrome de la muerte temprana del camarón y el virus de la mancha blanca, para las cuales aún no hay tratamiento efectivo y se afectaron principalmente Sonora y Sinaloa. Se prevé que la producción de camarón se recupere progresivamente hasta alcanzar en 2016 o 2017 los niveles de 2012, que fue de 36,162 toneladas para Sonora y 50,882 toneladas para Sinaloa.

Durante los últimos diez años, la actividad acuícola ha presentado una tasa de crecimiento anual de 3.24%, que es menor al crecimiento registrado al resto del mundo (6%). El volumen producido en 2013 fue 246 mil toneladas, representando el 14.08% de la producción total nacional (pesquero y acuícola). El 79.7% del volumen acuícola lo aportan tres especies; mojarra, camarón y ostión. Se cultivan en menor volumen, otras siete especies que cabe enumerar por su valor económico: atún, carpa, trucha, bagre, charal, langostino y lobina. Existe un registro de 9,230 Unidades de Producción Acuícola con una superficie total de 115,910 hectáreas, destacando que en el 75% de esta área, se cultiva camarón. Con respecto a la tilapia, es la especie que se produce en más Unidades de Producción Acuícola (UPA), no obstante el 80% de ellas son cultivos semi- intensivos y su producción es baja. Al momento, la oferta de la tilapia está rebasada por la demanda, que ha sido atendida a través de la importación de 39 mil toneladas anuales a un costo de 114 millones de dólares.

### 1.5 Ventajas y Desventajas de la acuicultura como actividad productiva.

La acuicultura brinda grandes posibilidades de explotación debido a la existencia en todo el mundo de cientos de millones de hectáreas de aguas aptas para su desarrollo, de las cuales utilizando sólo un 10% se obtendría el doble de la captura por pesca que se extrae actualmente.

**Mejoramiento de la calidad de la alimentación.** La carne de pescado es una fuente de proteína de alta calidad, similar al pollo y superior a la de la carne roja. Las proteínas del pescado contienen todos los aminoácidos esenciales y al igual que las proteínas de la leche, los huevos y la carne de mamíferos tienen un valor biológico muy alto.

El pescado eviscerado contiene cerca de un 30% menos de grasa que las carnes rojas. Estudios científicos han demostrado que las dietas a base de pescado en el hombre reducen los niveles de colesterol en la sangre. Esto se debe a que los lípidos de los peces difieren de los mamíferos, la principal diferencia radica en que están compuestos por ácidos grasos de cadena larga, con un alto grado de insaturación.

En la actualidad está claramente establecido que el incremento en el consumo de pescado se encuentra asociado a una disminución de la mortalidad y la morbilidad ocasionadas por enfermedades cardiovasculares y problemas coronarios. Esto es debido al efecto beneficioso sobre la salud humana de los ácidos grasos altamente insaturados, de los que los peces son una importante fuente para consumo.

**Integración y aumento de la productividad agropecuaria.** Otra ventaja que presenta la acuicultura es la simultaneidad con otras producciones dentro de un mismo establecimiento. Puede utilizarse el agua de los estanques para limpieza de corrales, así como para el riego de plantaciones, las que a su vez podrán ser utilizadas como alimento de los animales de granja. Por otra parte, el limo acumulado en el fondo de los estanques constituye un excelente abono para la huerta. Esta actividad permite diversificar el uso de los espejos de agua y la utilización de tierras no aptas para la agricultura, etc. Un buen ejemplo es el cultivo integrado de maíz y peces, este sistema se utiliza ampliamente en granjas. Se basa generalmente en el cultivo extensivo de diferentes especies de peces entre las que se destaca la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en los canales de irrigación.

**Aumento de la rentabilidad.** Unido al punto anterior se debe considerar que en general los peces, moluscos y crustáceos presentan índices o valores de conversión más elevados que los animales terrestres. Esta cualidad se debe principalmente al bajo consumo de energía para el mantenimiento

de sus funciones vitales (respiración, locomoción y excreción entre otras) lo que permite destinar un mayor porcentaje del alimento consumido al crecimiento, significando una mayor producción de carne.

**Generación de oportunidades de empleo.** Tanto las pequeñas unidades acuícolas productivas como los emprendimientos mayores requieren de actividades que pueden involucrar la participación del núcleo familiar, o bien la incorporación de personal externo para todas o cada una de las etapas del proceso productivo. Cabe resaltar el rol destacado que puede llegar a desempeñar la mujer en la planificación y seguimiento de los cultivos.

**Desarrollo de la comunidad.** En la medida que las unidades de producción se van consolidando, se forja un escenario que mejora la calidad de vida de la comunidad. Cualquier emprendimiento exige contar con determinados servicios, por lo tanto, la actividad generará progresos en la zona (caminería, luz eléctrica, etc.).

### **Desventajas de la acuicultura**

Los **peces criados en cautiverio** son en su mayoría carnívoros y alimentados con harina de pescado. Con la acuicultura se producen peces predadores, los cuales necesitan alimentarse de peces que son sustraídos a los pescadores locales. Los especialistas trabajan en encontrar especies menos exigentes, como la tilapia (pez africano) que se nutre de materia vegetal, por lo que el impacto ecológico sería menor.

Otro inconveniente es el exceso de peces en un área reducida (40 kg de peces por metro cúbico), lo que ocasiona un descenso considerable de oxígeno en el agua; un consumo mayor de alimentos y la necesidad de utilizar antibióticos, ya que los peces se enferman cuando están demasiado cerca.

También existe el problema de la calidad de la carne: por ejemplo, los salmones de criadero tienen carne más grasa, menos compacta y con menos sabor que los criados naturalmente. Cuando el pescado se cocina, la grasa se disuelve, no «rinde» y, además, los niveles de ácidos grasos omega 3 en los peces de criadero son inferiores a los salvajes.



La contaminación que puede originar la acuicultura. Los criaderos de salmón en las costas escocesas y de Alaska contaminan genéticamente e infectan con parásitos las especies salvajes que migran junto a las jaulas. La acuicultura debe convertirse en una actividad sostenible.

#### 1.6.- Clasificación de la acuicultura.

##### **Según el Medio en donde se instalen los cultivos:**

**Aguas interiores o continentales.** Se desarrolla en cuerpos de agua interiores (ríos, lagos, embalses) y en cuerpos de agua artificiales (estanques “rústicos o tecnificados”, piletas, etc.).

**Marina (maricultura).** Se refiere a los cultivos realizados en agua marina o salobre, en estructuras costeras, ultramar o en ambientes artificiales en tierra.

##### **Según la Escala Productiva:**

**Acuicultura comercial.** Puede diferenciarse en, pequeña, mediana empresa o industrial. Es aquella que realiza un manejo productivo del cultivo partiendo de una inversión inicial. De la magnitud de esta última, dependerá la escala productiva del emprendimiento.

**Acuicultura de recursos limitados.** Hace referencia a la práctica de la acuicultura definida en la actualidad como la unidad de producción en pequeña escala autogestionada, con el fin de comercialización propia o en sociedad con otras unidades de índole similar. La escala de producción es baja y el manejo es simple.

##### **Según el Manejo del Proceso Productivo:**

**Acuicultura extensiva.** Este tipo de cultivo se basa en alcanzar una producción donde el manejo del medio acuático y de los peces sea mínimo. Su característica más relevante es el no aporte de alimento suplementario, por lo que los animales para su crecimiento dependen en un 100 % de la productividad que alcance el medio. Esta modalidad requiere trabajar a muy bajas densidades de siembra, la producción puede alcanzar hasta los 500 kg/ha/año.

**Acuicultura semi-intensiva.** Esta modalidad, si bien permite alcanzar un rendimiento mayor que en el caso anterior, requiere desde su inicio más inversión tanto para el manejo de los peces como del medio acuático. Se trata de incrementar la productividad del medio enriqueciendo la calidad del agua y aportando alimento balanceado a los peces. En este caso la densidad de siembra puede ser más alta, permitiendo un aumento de la producción, la que puede alcanzar hasta 20 ton/ha/año. Cabe destacar que esta escala de cultivo requiere mayor asistencia técnica y control durante todo el proceso a fin de asegurar el éxito del cultivo.

**Acuicultura intensiva.** Con este sistema se alcanza la mayor producción por unidad de área. Se reportan producciones de hasta 200 ton/ha/año. Los animales se alimentan con raciones balanceadas dependiendo en un 100% del aporte externo. Se manejan y controlan permanentemente las variables ambientales, como ser, oxígeno disuelto en el agua, temperatura, pH, entre otras. Esta modalidad de cultivo es tecnificada, exige mayores inversiones y asistencia técnica.

## 1.7 Tipos de acuicultura

Existen varios tipos de acuicultura según la especie cultivada:

- **Alguicultura:** El cultivo de alga es una forma de acuicultura que se preocupa del cultivo de especies de determinadas algas, cuyo cultivo cae en su mayoría dentro de las algas cultivadas, especialmente en la categoría de microalgas, entre las que se encuentran fitoplancton, las micrófitas, etc. Su principal utilidad está en relación directa con el consumo humano y la producción de biocombustibles.
- **Conquicultura:** Cultivo de almejas, mejillones, ostras, vieiras y demás moluscos bivalvos.
- **Carpicultura:** Cultivo de la carpa común y otros Ciprínidos, especies de agua dulce no tropical.
- **Salmonicultura:** Cultivo de Salmoniformes, tanto truchas como salmones.
- **Truticultura:** Cultivo de trucha.
- **Acuicultura de especies tropicales de agua dulce:** cultivos de especies de peces y crustáceos tropicales y subtropicales dulceacuícolas como tilapia, pacú, camarón, langosta australiana y otras especies de peces y crustáceos.

- Camaronicultura: Cultivo de Camarones.
- Acuicultura marina: Cultivos de especies marinas, tanto de peces, como de algunos invertebrados, como el pulpo.
- Astacicultura: Cultivo de cangrejos de río.

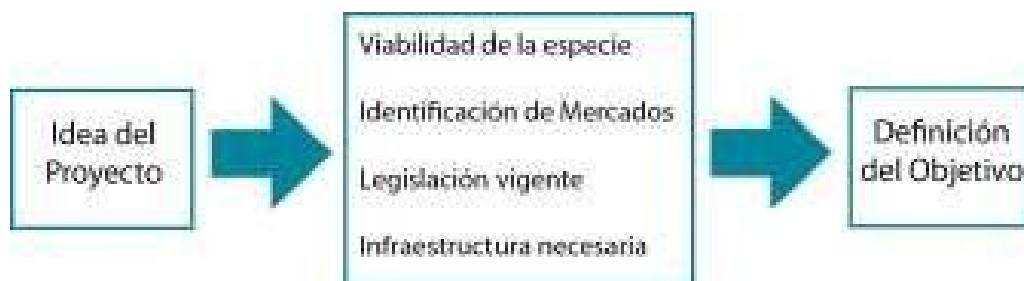
Existen otros tipos de acuicultura tales como son:

- **Acuicultura de producción y comercialización:** Su objetivo principal es la producción y comercialización de especies con un alto consumo en el mercado.
- **Acuicultura de aprovechamiento de recursos:** Tiene como finalidad el aprovechamiento de zonas con condiciones ecológicas para la actividad productiva.
- **Cultivo integral:** Donde se desarrollan todas las fases del ciclo biológico, reproductor, juvenil y de engorde.

#### 1.8.- Primeros pasos para la realización de un emprendimiento de la acuicultura.

Los primeros pasos para la realización de un emprendimiento acuícola requieren de la definición de un objetivo preciso. Para esto ha de tenerse en cuenta la viabilidad de las especies a cultivar (incluyendo aspectos biológicos, ambientales, sanitarios y económicos), la posibilidad de mercado para lo producido, la infraestructura necesaria, y particularmente la normativa vigente en relación a la regulación de la actividad respecto a la localización del emprendimiento, elección de la especie, etc.

#### Primeros pasos para la realización de un emprendimiento acuícola



Como segundo paso se ha de planificar el proyecto, esto involucra la estimación de la inversión inicial, costos operativos y análisis de la rentabilidad. Es fundamental el armado de un cronograma de trabajo, con una identificación de etapas a cumplir. Una vez cumplidos los pasos precedentes se estará en condiciones de ejecutar el proyecto.

El proceso de producción acuícola está determinado por la interacción de cinco factores que pueden ser manipulados en función del objetivo y la escala. Estos factores son el medio ambiente, las instalaciones, la disponibilidad de insumos, las especies de cultivo y la habilidad de los productores de balancear estos componentes en un proyecto rentable.

**Planificación del proyecto**



**1.9 Elementos necesarios para el éxito del emprendimiento**

De acuerdo a las consideraciones expuestas anteriormente, el productor ha de tener en cuenta la infraestructura necesaria, el lugar donde se pretende llevar a cabo la actividad (idealmente insertada en áreas con aptitud acuícola preestablecidas para la especie objeto de producción), no perdiendo de vista los requisitos de las especies seleccionadas para cultivar.

Los principales elementos para la localización apropiada de los cultivos son:

**La fuente de agua.** La cantidad y calidad del agua son factores limitantes para el éxito del emprendimiento, esto implica el disponer de fuentes de aguas cercanas, superficiales o profundas, de las que previamente se deberán conocer las características físico-químicas, origen y disponibilidad.

Es necesario que la fuente de agua esté libre de pesticidas y tóxicos. El agua de pozo es adecuada para acuicultura por mantener características estables, aunque deberá ser oxigenada previo al ingreso al sistema de cultivo. Puede utilizarse agua de abastecimiento superficial tomada de cursos naturales (ríos, arroyos, cañadas, reservorios, etc.) colocando filtros que minimicen la entrada de organismos no amigables con el cultivo.

Una ventaja de este suministro es que puede ingresar al sistema por gravedad, disminuyendo los costos de operación (perforación y/o bombeo). Es deseable contar con antecedentes históricos de disponibilidad de agua de la cuenca o región.

La cantidad de agua deberá ser bien planificada, incluyendo en el cálculo el abastecimiento inicial, recambio diario y reposición post cosecha. Otro aspecto a tener en cuenta son las pérdidas por evaporación (en los períodos cálidos) y por filtración según la constitución del terreno. El agua deberá ser previamente analizada antes de emprender un cultivo, una buena producción acuícola estará asociada a la calidad de agua empleada.

Existen parámetros generales de calidad del agua para piscicultura, no obstante, cada especie posee rangos óptimos para su desarrollo. Si la calidad del agua se aparta del rango establecido deberán aplicarse medidas que permitan mejorar y ajustar a las condiciones óptimas.

## Parámetros generales de la calidad de agua para cultivo de peces

Item	Límite inferior	Límite superior
Temperatura	depende de la especie	
Oxígeno disuelto (ppm)	4.0	10.0**
Alcalinidad (ppm)	50.0	300.0
Dureza (ppm)	20.0	300.0
pH	7.0	9.5
Amonio total (ppm)	0.0	1.0
Amonio no ionizado (ppm)	0.0	0.1
Nitrito (ppm)	0.0	0.05
Dióxido de C (ppm)	0.0	20.0

\*\* Los estanques pueden exceder los 10 ppm en horas de la tarde. ppm = partes por millón.

**Aspectos biológicos del ambiente de cultivo.** Observar la productividad natural del ecosistema, los posibles depredadores y/o competidores, posibles parásitos, etc., y si su presencia puede afectar al cultivo.

**Actividad de los predios vecinos.** Es importante conocer la actividad de los predios vecinos e informarles acerca de la labor que se está realizando. De esta manera se podrá minimizar o evitar el ingreso de posibles contaminantes o de nutrientes en los cuerpos de agua donde se realizan los cultivos, así como si la fuente de agua se comparte o transcurre por predios ajenos al emprendimiento.

**Disponibilidad de la especie a cultivar.** En el caso de no trabajar a ciclo completo, el sistema de producción será dependiente del abastecimiento de semilla o juveniles (alevines). Para ello se necesitará contar con información de proveedores nacionales o extranjeros, períodos de venta y costos.

**Análisis de mercado y planificación del negocio.** Previo a la planificación del emprendimiento se deberá contar con información sobre posibles mercados en los que el producto pueda ingresar, así como

precios de colocación y formas de presentación. Esta información permitirá estudiar en profundidad aspectos tales como inversión inicial, riesgos, punto de equilibrio y rentabilidad.

**Accesos y seguridad del sitio de cultivo.** Es deseable contar con caminería que permita un fácil acceso al lugar de cultivo, así como el desplazamiento interno dentro del emprendimiento. Deben preverse áreas separadas y ubicadas de manera tal que se minimice el riesgo de contaminación química y/o biológica entre las diferentes instalaciones. Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección para los vehículos y pies en los accesos al emprendimiento.

**Insumos.** El rápido acceso a los insumos facilita la labor del productor. Deberá conocer la disponibilidad a nivel nacional o el requerimiento de importación de maquinaria, productos o insumos.

#### 1.10 Características del suelo

Previo a la construcción de estanques es conveniente conocer la composición del suelo y grado de permeabilidad del terreno (porcentaje de arcilla) ya que se pueden presentar diferencias dentro del mismo predio. Suelos arcillosos son mejores para la retención del agua, el porcentaje adecuado está entre un 30% y 40% de arcilla. En el caso de no poseer las características apropiadas deberán adoptarse medidas para mitigar la merma de agua, como contar con una fuente de agua permanente para reponer la pérdida por filtración, compactar el piso del estanque con una capa de arcilla, cubrir el fondo del mismo con polietileno de alta densidad, etc. La topografía del terreno es importante, si es uniforme es posible construir estanques semi-excavados, de menor costo de construcción. Si presenta irregularidades, se podrán construir estanques tipo embalsado, en cadena, en terrazas, etc.

Un sitio puede considerarse apto para estanques de tierra cuando su suelo garantiza:

Buena retención del agua, como los suelos arcillosos o arcillosos arenosos.

Buena fertilidad del estanque, como los suelos francos arcillosos o los francos arcillosos limosos.

Para que la textura del suelo sea adecuada, está debe ser de grano fino y contener partículas de arcilla y de limo que representen más del 50% del peso en seco total. Los mejores suelos para la acuicultura son los arcillosos arenosos, el franco arcilloso limoso o los francos arcillosos.

¿Cuándo no es apto el sitio para la construcción de estanques de tierra?

Puede considerarse que un sitio no es apto para estanques de tierra cuando contiene:

Afloramientos rocosos o grandes piedras en la superficie.

Lechos gravosos o suelos pedregosos.

Suelos areniscos.

Suelos orgánicos, como los turbosos, que deben evitarse de ser posible por su rápida permeabilidad y su inadecuación como material de construcción de diques. Cuando se construyan estanques en suelos de esa índole, será preciso emplear técnicas especiales de construcción.

### **La curva de frecuencia de partículas según su tamaño**

El análisis mecánico corriente proporciona los porcentajes de las **tres clases de partículas según el tamaño** de arena, limo y arcilla, así como el del franco arcilloso.

Si esto no es suficiente, algunos laboratorios de suelos pueden hacer un análisis mucho más minucioso y un nuevo desglose de las cantidades relativas de partículas de suelo de un mayor número de clases por tamaño. Los resultados de este tipo de análisis pueden brindarse en forma de un cuadro sencillo en que el peso de cada tamaño de partícula se dé como porcentaje del peso en seco total de la tierra fina de la muestra de suelo, como el que se muestra en la tabla I y II.



**Tabla I**  
**Análisis mecánico de**  
**suelo usual**

	Porcentaje
Arena	32
Limo	38
Arcilla	30

**= Franco arcilloso**

**Tabla II**  
**Análisis de suelo más minucioso**

Porcentaje	Tamaño de las partículas (mm)	Porcentaje peso en seco total
Arena 32	1	0.3
	0.2	1.7
	0.075	17
	0.04	13
Limo 38	0.025	17
	0.02	9
	0.01	8
	0.005	3
	0.0035	0.5
	0.002	0.5
Arcilla 30	< 0.002	-
	-	-
	-	-

En el caso de partículas muy pequeñas (menos de 0,1 mm de diámetro), los edafólogos con frecuencia emplean la unidad de medición denominada micron ( $\mu$ ) para evitar demasiadas fracciones decimales.

1 micrón ( $\mu$ ) = 0,001 mm (o una milésima de milímetro)  
mm = 1 000  $\mu$ .

### 1.11 Calidad del agua en acuicultura

Además de la cantidad de agua, también se debe considerar la calidad de la misma, la cual está determinada por los valores de ciertos parámetros físicos y químicos. La calidad del agua de los estanques, es un punto crítico en el proceso de producción y debe ser controlada en los parámetros físicos, químicos y biológicos. Estos deben ser

mantenidos dentro de los rangos aceptables para el buen desarrollo de los organismos. En caso contrario, la población en cultivo podría tener bajo crecimiento, proliferación de patógenos con brotes de enfermedad, eventuales mortalidades y baja calidad del producto final.

Por lo anterior, es necesario llevar a cabo una serie de recomendaciones tomando en cuenta que el diseño de nuestra granja, la procedencia del agua, su calidad, el control y mantenimiento de dicha calidad representan de los aspectos importantes a considerar.

Primeramente, deberemos considerar que la composición química del agua está en función de su origen, como las aguas superficiales que provienen de arroyos, embalses, ríos y lagos, difieren de las subterráneas, como pozos artesianos y se debe evitar que nuestra fuente de agua esté libre de algún tipo de contaminante (materia orgánica, hidrocarburos, metales pesados, entre otros).

Nuestra instalación acuícola debe contar con un plan para el monitoreo de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los estanques, en el cual se definan los procedimientos a seguir con cada uno de ellos.

Es técnicamente imposible pretender manejar una producción acuícola, sin contar con los equipos apropiados para el monitoreo de los parámetros. Estos incluyen por lo menos un multiparamétrico o bien un medidor de oxígeno disuelto (oxímetro) medidor de pH, termómetro, medidor de salinidad (refractómetro), kit colorimétrico para compuestos nitrogenados y en algunos casos microscopio.

Debemos tener una rutina de calibración de los aparatos utilizados con el propósito de garantizar confiabilidad en los datos obtenidos.

El monitoreo de la calidad del agua debe involucrar:

- Medición de parámetros físico-químicos. Para las mediciones de deben establecer horarios y puntos específicos para la medición de los parámetros en cada estanque, con el fin de mantener condiciones similares en el tiempo y que no se afecten los datos obtenidos en los

muestreos.

- Elaborar y mantener los registros con los valores obtenidos.
- Análisis e interpretación frecuente de los datos obtenidos. El registro de datos es un aspecto fundamental dentro del proceso de monitoreo de los estanques, los cuales debidamente ordenados y analizados, permitirán realizar pruebas estadísticas, cuyos resultados apoyen una correcta toma de decisiones.
- Aplicación de las conclusiones en función de una mejora en las prácticas de cultivo.

## 1.12 Características de los parámetros del Agua

A continuación, se describen algunas de las características de ciertos parámetros a considerar en nuestro cultivo.

### **Oxígeno disuelto (OD)**

Corresponde al parámetro más importante en la calidad del agua. Si hay déficit se afecta el crecimiento y la conversión alimenticia de los organismos. El oxígeno es el elemento más importante en el agua para los organismos acuáticos, ya que los animales necesitan adecuadas cantidades de este gas, para realizar los procesos oxidativos que le permiten la obtención de energía a partir del alimento.

El oxígeno disuelto se debe monitorear temprano en la mañana, luego de la aplicación de alimento o fertilizante, después de hacer recambios de agua, y bajo otras circunstancias particulares a la especie y características individuales de cada sistema de producción. Para medir los niveles de oxígeno disuelto es imprescindible el uso de equipos especializados, en buenas condiciones y debidamente calibrados. La concentración de OD en el agua es medida, usualmente en partes por millón (ppm) o en miligramos por litro (mg/l)

### **Temperatura**

Los peces son animales poiquilotermos, es decir su temperatura corporal depende en buena medida de la temperatura del agua, por lo que lógicamente sus funciones vitales se verán afectadas por las variaciones de este parámetro.

La temperatura rige algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, tales como la evaporación y la solubilidad de los gases. Dentro de los biológicos están los procesos metabólicos como la respiración, nutrición, actividad de las bacterias en la descomposición de la materia orgánica, etc. de ahí la necesidad de conocer y evaluar los cambios de temperatura del agua.

## **pH**

Indica la concentración de hidrogeniones y su valor caracteriza la acidez y alcalinidad de las aguas. El intervalo de valores aptos para la mayoría de las especies está comprendido entre 6-9, considerando el valor de pH como neutro. El pH por debajo de 6 tiende a reducir la productividad, además de presentar las aguas consideradas como ácido otros componentes de efectos letales.

A nivel general una acidificación del agua modifica la toxicidad de otros compuestos, por ejemplo, un cambio de pH dentro de un mismo cuerpo de agua está relacionado con la concentración de dióxido de carbono, el cual es fuertemente ácido.

A nivel de los organismos el pH influye en el crecimiento. Según datos existentes, los animales crecen mejor en aguas alcalinas que en aguas ácidas. Un pH de 3.5 a 4 produce efectos letales. Las aguas ácidas irritan las branquias de los peces, las cuales tienden a cubrirse de moco llegando en algunos casos a la destrucción histológica del epitelio.

## **Compuestos nitrogenados**

Estos se originan en los estanques como producto del metabolismo de los organismos bajo cultivo y son liberados durante la descomposición que hacen las bacterias sobre la materia orgánica.

Este proceso se debe a la acción de bacterias aeróbicas, como Nitrosomonas, responsables del paso de amoníaco a nitritos, y la bacteria Nitrobacter es la responsable del paso de

nitrito a nitrato. La desnitrificación de nitratos a nitrógeno y salir del agua como un gas disuelto, puede llevarse a cabo por una variedad de bacterias. Para determinar si hay una intoxicación por nitritos, se recomienda sacrificar un animal y observar su sangre, si la coloración es achocolatada, es debido a la formación de metahemoglobina (Se presenta cuando el hierro que forma parte de la hemoglobina se altera de tal manera que no transporta bien el oxígeno). Además, los peces mueren con la boca abierta y los opérculos cerrados.

El incremento del pH y de la temperatura incrementa el porcentaje de amoníaco no ionizado y por consiguiente su toxicidad. Es necesario conocer los distintos parámetros que se deben tomar en cuenta para mantener una buena calidad del agua en acuicultura, lo cual, es fundamental para el buen funcionamiento y óptimo aprovechamiento de nuestro sistema de cultivo.

Recuerde siempre que el deterioro de la calidad del agua en los estanques, puede afectar severamente la salud de nuestros organismos al punto de poner en riesgo toda nuestra producción. De ahí la necesidad de implementar un sistema de monitoreo diario de los parámetros físicos y químicos de agua, que permita anticipar y corregir el desarrollo de las condiciones adversas de calidad de agua, con el fin de restablecer las condiciones óptimas en nuestro sistema de cultivo.

Es evidente que una buena cosecha va a depender de la existencia de las condiciones ambientales idóneas que permitan el desarrollo o crecimiento de la especie seleccionada para su cultivo.

## UNIDAD II

### 2.- PRODUCCION DE MOLUSCOS Y PRODUCCION DE CRUSTACEOS

#### 2.1.- Definición Moluscos.

Los moluscos son animales invertebrados que conforman el **filo Mollusca**, uno de los más ricos en cantidad de especies del reino animal. Su nombre deriva del latín *mollus* que significa «blando» y hace referencia a su cuerpo. Este generalmente está protegido por una concha calcárea dura, aunque en algunos grupos se ha perdido, como en las babosas y los pulpos, y en otros se ha reducido, como en los calamares.

Los moluscos son grupo de animales que ha logrado mantenerse desde hace mucho tiempo en el planeta, ya que, de acuerdo a los primeros registros fósiles recolectados, datan de la era Paleozoica, específicamente del período Cámbrico.



## 2.2 Características de los moluscos.

Los moluscos se clasifican como organismos eucariotas pluricelulares, ya que están constituidos por células cuyo material genético se encuentra dispuesto dentro del núcleo celular conformando a los cromosomas.

Igualmente, las células que los conforman, durante su proceso de desarrollo embrionario experimentan un proceso de diferenciación, a través del cual se especializan en diversas funciones. Por eso son pluricelulares (muchos tipos de células).

Además, son animales triblásticos, porque presentan las tres capas germinativas: ectodermo, mesodermo y endodermo. También son protostomados.

Presentan una cavidad interna conocida como celoma, gracias a lo cual forman parte de los animales celomados y tienen simetría bilateral, puesto que están conformados por dos mitades iguales, divididas por una línea imaginaria trazada por el eje longitudinal del animal.

Estos son animales ubicuos, es decir, se les puede encontrar prácticamente en todos los ecosistemas del planeta, a excepción de los más áridos como los desiertos.

Desde el punto de vista reproductivo, la mayoría de las especies son dioicas, es decir, tienen sexos separados. Sin embargo, hay algunas excepciones, como ciertos gasterópodos que son hermafroditas.

Se reproducen única y exclusivamente de forma sexual, por fecundación interna o externa, son ovíparos (reproducción mediante huevos) y la mayoría tiene desarrollo indirecto, excepto los cefalópodos que tienen desarrollo directo.

## 2.3.- Anatomía de los moluscos

En general, los moluscos presentan un cuerpo dividido en tres zonas:

- La cabeza.
- El pie.
- La masa visceral.

Su pared dorsal forma un par de repliegues que caen a ambos lados del cuerpo y constituyen el manto, que tiene función protectora y delimita un espacio conocido como cavidad paleal, donde se alojan las branquias o pulmones del molusco.

Existe una serie de elementos funcionales y estructurales comunes a todo el filo, aunque algunos representantes puedan presentarlos más o menos modificados.

Estas son las principales características de los moluscos:

- El pie de los moluscos

Es una estructura muscular que puede servir para la locomoción o encontrarse reducido y servir para el anclaje al sustrato del organismo, como en el caso de los bivalvos.

- Concha

Estructura calcárea secretada por el manto que tiene una función protectora. Puede ser muy variada y presentar torsiones, valvas, numerosas piezas, encontrarse fuera, que es lo más común, pero también en el interior del cuerpo o incluso haber desaparecido, como en los pulpos y las babosas de mar.

- Branquias en los moluscos

Pueden tener función respiratoria y también servir para la nutrición. Normalmente se encuentran dispuestas en hileras en la cavidad del manto, que conecta con el medio externo. Las branquias más típicas son las bipectinadas, que tienen un eje y filamentos dispuestos a ambos lados del mismo, aunque también existen las branquias monopectinadas, que presentan filamentos únicamente a uno de los lados.

- Rádula

Es un órgano raspador que se encuentra en la parte anterior del tubo digestivo, junto a la cavidad bucal. Está compuesta de una membrana con forma de cinta recubierta de pequeños dientes de quitina curvados hacia atrás que está apoyada en una estructura cartilaginosa llamada odontóforo.

Al sacar la rádula, los dientes se deslizan sobre la superficie de los alimentos y, al retraerla hacia dentro, estos se clavan en el alimento y lo llevan hacia la boca.

- Estilo

Es una estructura tubular y alargada de consistencia rígida, situada en un saco de paredes ciliadas. El movimiento de los cilios provoca que el estilo gire contra una parte del estómago



que está recubierta por una placa quitinosa y, de esta manera, funcione como un molino, triturando así los nutrientes.

- Sistema circulatorio de los moluscos

El sistema circulatorio de estos animales es abierto y está constituido por vasos y senos sanguíneos sin recubrimiento propio. La sangre oxigenada de las branquias ingresa en el corazón por 1 o 2 aurículas, pasa a un ventrículo y sale a través de una aorta hacia los senos sanguíneos de las distintas partes del cuerpo. Desde la masa visceral, la sangre desoxigenada pasa por el riñón y vuelve a las branquias.

- Sistema nervioso de los moluscos

El sistema nervioso de los moluscos está formado por un anillo nervioso que rodea el esófago, desde el cual parte un par de cordones nerviosos que se dirigen al pie y otro par de cordones nerviosos que van a la masa visceral.

Además de los osfradios, que sirven para controlar las partículas que entran en la cavidad del manto con el agua, presentan otros órganos sensoriales como:

- Tentáculos.
- Ojos.
- Rinóforos.
- Fotorreceptores.
- Estatocistos.
- Reproducción de los moluscos

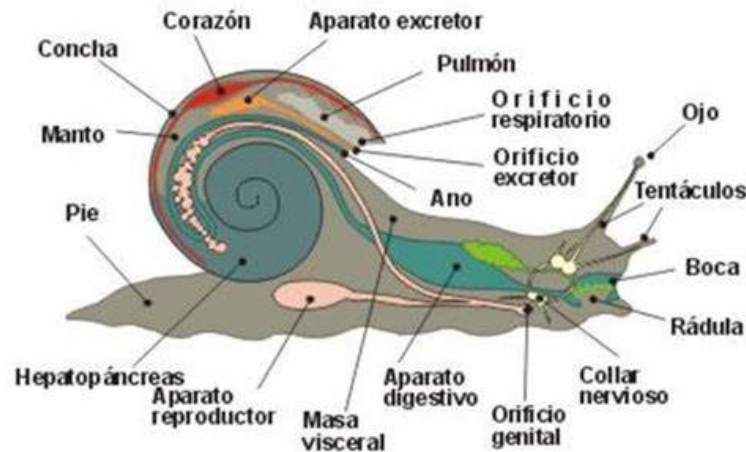
En cuanto a la reproducción, existen especies más primitivas que son dioicas (de sexos separados), aunque, generalmente, los moluscos presentan 2 gónadas junto al celoma en la masa visceral. Cuando el molusco se reproduce, los gametos pasan, a través del conducto nefridial, a la cavidad del manto y, desde ahí, al exterior con la corriente exhalante.

La fecundación es externa y el embrión se convierte en una larva típica llamada “larva trocófora”, que tienen forma de peonza, aunque con la evolución, esta forma larvaria ha sido sustituida por otra llamada “larva velígera”, que tiene un velo que le sirve para nadar.

- Sistema excretor

Los moluscos tienen un sistema excretor metanefridial que recoge 2 filtrados procedentes del metabolismo. Los metanefridios son unos órganos excretores que se encargan de

recoger el filtrado por una parte llamada nefrostoma y conducirlo por el nefroducto hasta la cavidad del manto. A su paso por el túbulo excretor, la orina se va modificando por la reabsorción del material hasta que, finalmente, llega al nefridioporo.



Anatomía de un molusco

## 2. 4 Clasificación de los moluscos

Los moluscos se clasifican en tres clases principales: gastrópodos o gasterópodos, pelecíodos y cefalópodos.

### 2.4.1 Clase Gastrópoda: caracoles y babosas

Los gastrópodos viajan lentamente sobre su pie. Las glándulas del pie secretan moco que ayuda al animal a deslizarse.

Los dos ojos ubicados en los tallos, así como otros sensores químicos y táctiles ubicados en la cabeza, ayudan al gasterópodo a buscar comida.

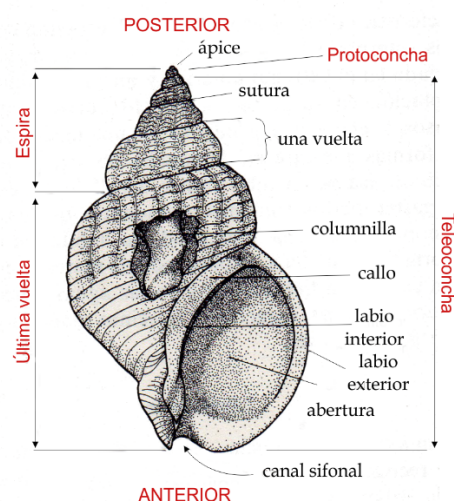
Son acuáticos (marinos y agua dulce) e incluyen los únicos moluscos terrestres. Los caracoles y las babosas.

Tienen hábitos alimenticios variados. Caracoles y babosas comen plantas y causan grandes daños a los cultivos. Algunos son predadores, mientras que otros son detritívoros. Algunos son parásitos.

Los gasterópodos acuáticos respiran mediante branquias. Estas son tejidos delgados y muy plegados que contienen muchos vasos sanguíneos microscópicos con una gran superficie para el intercambio de gases. Absorben oxígeno del agua y liberan dióxido de carbono en ella. Los terrestres han desarrollado un pulmón simple para el intercambio de gases. Estos pulmones son pliegues de la pared del cuerpo con una abertura estrecha hacia el exterior.

Los gastrópodos tienen un sistema circulatorio abierto en el que la sangre no se limita a los vasos después de salir del corazón. Un corazón de dos cámaras bombea sangre alrededor del celoma. La sangre también penetra en los espacios entre los tejidos y órganos de todo el cuerpo.

Muchos gasterópodos acuáticos tienen sexos separados. Algunos liberan huevos y espermatozoides directamente en el agua, donde ocurre la fertilización. En otras especies, la fecundación se produce en el cuerpo de la hembra. Además, en algunas especies, el desarrollo de los huevos fertilizados también tiene lugar dentro de la hembra.



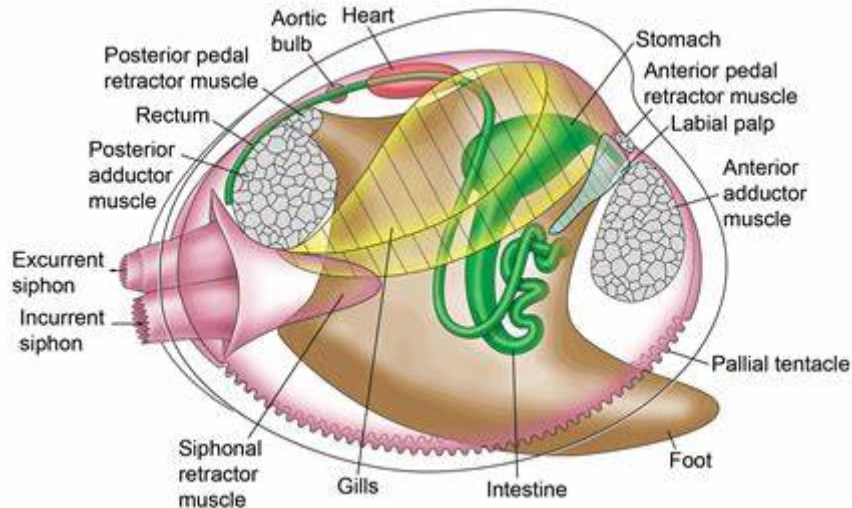
### 2.4.2 Clase Pelecypoda: bivalvos

Los pelecípodos son moluscos con dos conchas o válvulas. Por tanto, los pelecípodos se denominan bivalvos. Las dos válvulas tienen bisagras para que se abran o se cierren mediante la acción de varios músculos grandes. Cuando están cerradas, las válvulas protegen al animal de los depredadores. Las ostras, almejas y mejillones son bivalvos.

Los bivalvos usan sus branquias para alimentarse y para respirar. Un bivalvo generalmente mantiene sus conchas parcialmente abiertas. El agua, que transporta alimentos y oxígeno, fluye hacia la cavidad del manto. Los cilios de las branquias crean corrientes de agua dentro de la cavidad. La mucosidad en las branquias atrapa el plancton del agua. Los cilios barren el moco y las partículas de comida hacia la boca. Además, el oxígeno del agua se difunde en la sangre. El dióxido de carbono se difunde de la sangre al agua. Los bivalvos tienen un sistema circulatorio abierto. Nefridios realizan la excreción, eliminando los desechos nitrogenados y el exceso de agua.

La cefalización no está bien desarrollada en bivalvos. El sistema nervioso es simétrico bilateralmente, con dos pares de cordones nerviosos largos y tres ganglios. El borde del manto contiene órganos de los sentidos que responden a la luz, los productos químicos y el tacto.

Los sexos están separados en la mayoría de los bivalvos. Los espermatozoides y los óvulos se vierten al agua y la fertilización ocurre fuera del cuerpo. La larva del trocóforo de los bivalvos se diferencia del trocóforo del caracol porque nada libremente durante un tiempo alimentándose de plancton. La larva se asienta en el fondo y se convierte en un adulto.



### 2.4.3 Clase Cephalopoda: sepias, nautilus, calamares y Pulpos

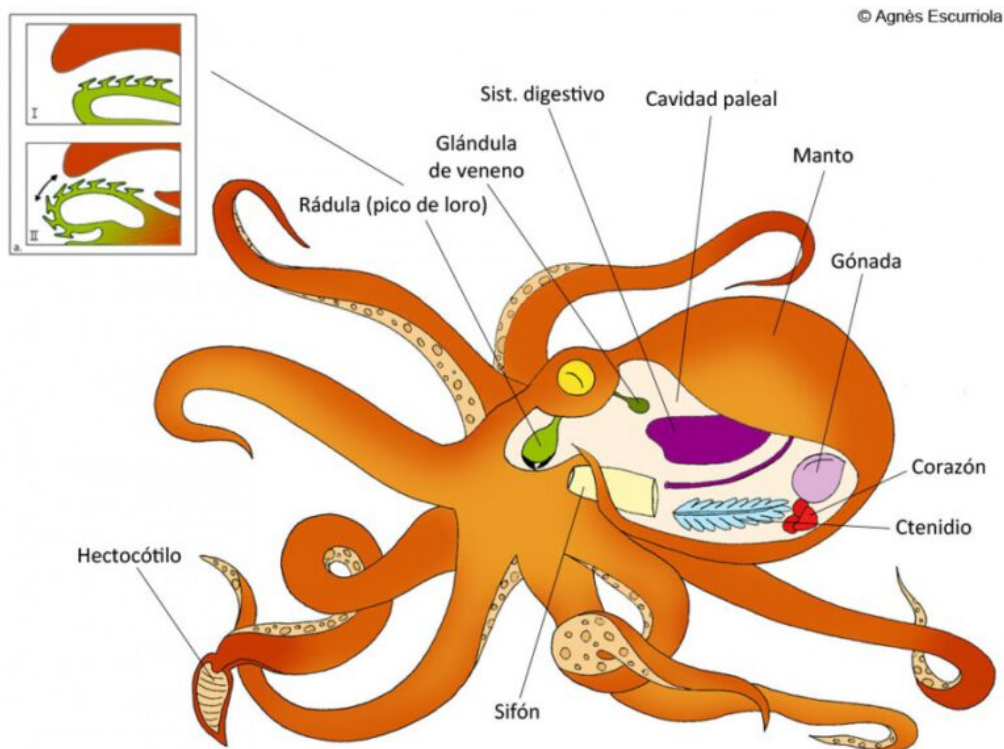
Los cefalópodos son los moluscos más especializados. Por lo tanto, tienen un sistema nervioso bien desarrollado con un cerebro grande y órganos sensoriales complejos.

En los cefalópodos, el pie se ha convertido en brazos largos que se proyectan desde la cabeza. Los brazos están equipados con discos de succión. El cefalópodo usa sus brazos para agarrar presas y llevar la comida hacia su boca. Todos los cefalópodos son carnívoros. La boca de los cefalópodos tiene un par de dientes duros en forma de pico que se utilizan para morder y desgarrar a las presas.

Los cefalópodos tienen un sistema circulatorio cerrado. La circulación cerrada suele ser una adaptación de los animales que se mueven rápidamente. Estos animales tienen mayores necesidades metabólicas porque necesitan energía para nadar rápidamente. Con la circulación cerrada, la sangre que transporta oxígeno y alimentos que se distribuyen de manera eficiente a todas las partes

del cuerpo. La hemocianina es un pigmento de la sangre que contiene cobre y facilita el transporte de oxígeno.

En momentos de peligro, los cefalópodos utilizan un sifón en forma de boquilla en la superficie ventral para moverse más rápidamente. Las contracciones musculares rápidas hacen que el agua salga de la cavidad del manto a través del sifón. Como un chorro, la fuerza del agua que sale del sifón impulsa al animal, ayudándolo a escapar.



#### 2.4.4 Ejemplos de Moluscos

**Pulpo:** Es un molusco y octópodo. Vive en fondos rocosos en las zonas litorales, entre rocas y piedras y a veces en guaridas. Habita a profundidades inferiores a 200 m. La alimentación de los pulpos generalmente es peces o cangrejos pequeños, y carroña.

Es un animal que se mimetiza con su entorno, haciendo difícil verlo, incluso arruga su piel para hacer parecer una roca con algas. Los pulpos tienen un cuerpo musculoso y flexible, y son capaces de esconderse en espacios 10 veces más pequeños que ellos.

Se trata de un animal que se camufla muy bien en su entorno y resulta difícil visualizarlo, además tiene la capacidad de poder arrugar su piel para de esta forma tener más parecido a una roca. Su cuerpo es flexible pero muy musculoso, y son capaces de esconderse en espacios muy reducidos, llegando a entrar en huecos diez veces más pequeños que ellos.

**Mejillón:** Es un molusco bivalvo, vive formando comunidades, y llegan a poseer zonas muy grandes en las rocas, se adhieren a ellas con filamentos que poseen en su pie. Viven a poca profundidad, en las zonas de playas y mareas, preferiblemente en zonas no muy habitadas y con poca materia orgánica.

Se alimentan de fitoplancton y zooplancton, también pueden alimentarse de pequeñas partículas que se encuentren en descomposición, estas partículas las filtra a través de sus branquias, su capacidad de filtración es hasta de ocho litros por hora ¡Increíble!

**Caracol:** Son criaturas con un movimiento muy lento, hibernan en los meses más fríos del año cubriendo su cuerpo con una especie de baba fina que impiden que se sequen, para intentar sobrevivir pueden invernar también en verano por culpa de las sequías o el calor extremo, durante la época de hibernar son capaces de alimentarse de la grasa almacenada durante el año, es por este instinto de supervivencia que los caracoles han sido capaces de vivir por más de 600 millones de años.

Los caracoles tienen órganos reproductivos tanto de machos como de hembras, lo que los clasifica como hermafroditas. Son animales nocturnos, por lo que suelen moverse por las noches.

**Calamar:** Tienen la cabeza grande y un cuerpo oval, posee dos aletas a los lados en forma de rombo y miden aproximadamente dos tercios del tamaño de su cuerpo. Alrededor de su boca podemos apreciar como ojos brazos con ventosas y varios tentáculos. Su mandíbula tiene forma de pico curvado.

En su interior tiene una concha blanca llamada pluma. Su piel tiene células cromatóforas, es por ello que su color puede variar a lo largo de su vida, pudiendo tener un tono transparente o rosáceas obteniendo zonas más oscuras de color lila o morado.

**Babosas:** Se llaman así por la baba que las cubre y que ellas mismas crea, miden alrededor de 1 centímetros pudiendo llegar hasta 15. Su cuerpo es alargado, con una pequeña cabecita situada en los extremos con 4 antenas, dos de estas antenas son sus ojos, además, este curioso animal tiene funciones táctiles y olfativas. Son primos hermanos de los caracoles pero sin concha, y normalmente comen plantas, es por eso por lo que solemos verlas cerca de los jardines.

**Caracolas:** La caracola está considerada un caracol pero marino, poseen una concha más grande que la de los caracoles y de forma cónica en la mayoría de los casos, y suelen obtener un tamaño grande. Respiran a través de branquias o agallas aunque algunas especies de caracolas pueden poseer pulmón que se activa solo cuando la marea está baja saliendo a respirar a la superficie.

Sus conchas hacen la función de protección, la agarran por la columna central utilizando para ello además unas abrazaderas en la punta de su abdomen.

**Ostras:** Estos moluscos presentan una forma redondeada en la mayoría de casos, sus valvas son muy desiguales entre ellas, una es cóncava y les sirve para fijar el sustrato mientras que la otra es plana y le sirve para hacer de tapa. La superficie de su concha es rugosa ya que poseen estrías que se producen por el crecimiento. Su interior es de color blanquecino y brillante.

**Sepia:** Tienen un cuerpo aplanado y ovalado, poseen una concha en su interior llamada sepión. Alrededor de la boca se pueden visualizar 4 brazos con muchas ventosas, estos les



sirven para capturar a sus presas haciendo de tentáculos. A demás poseen unas aletas delgadas alrededor de su cuerpo para poder nadar aunque además, este curioso animal desprende chorros de agua a presión que les facilita avanzar más rápidamente, este chorro también pueden servirles igual que al calamar o al pulpo para escupir una tinta que oscurece el agua facilitándole así escapar de sus enemigos.

**Liebre de mar:** Son babosas de mar, su cabeza va unida a su cuello y el cuello a su vez está directamente unido a todo su cuerpo presentando una forma alargada. En la parte de delante de su cabeza posee dos tentáculos sensoriales muy desarrollados, en su tronco posee una concha y su tamaño puede llegar hasta los 20 centímetros de longitud en su estado adulto.

**Bígaros:** Posee una concha dura en forma de espiral, de color negro azulado, puede poseer tonos más claros de color. Su cuerpo es cilíndrico y posee una nariz que sobresale de su cabeza con dos tentáculos donde se encuentran ubicados sus ojos.

## 2.5 Crianza de Pulpos

En los últimos años y debido a que *Octopus maya* y *Octopus mimus* han alcanzado un alto valor en el mercado, estas especies han sido identificadas como fuertes candidatas para la acuicultura marina en estanques y tanques.

Los juveniles y adultos del pulpo pueden adaptarse fácilmente a cautividad, crecen a temperaturas del agua entre 17 y 22 °C, tienen tasas de crecimiento muy elevadas (6-7% en peso/día) y una vida corta (1-2 años).

### 2.5.1 Incubación de los huevos de pulpo

La mayoría de especies de pulpos eclosionan como paralarvas y son planctónicas durante semanas o meses, dependiendo de la especie y la temperatura del agua.

Presentan el siguiente ciclo:

- Desarrollo embrionario: 20-25 días
- Eclósión (paralarva < 3 mm): 33 – 40 días.
- Asentamiento (juveniles – peso promedio 0.1-0.25 g): 30 – 60 días.

Durante el periodo larvario el estilo de vida del pulpo es planctónico. Por lo que deben tener:

- Tanques de 100-500 litros (interior oscuro)
- Filtración del agua
- Fotoperiodo 12:12, 150-200 lux, 21 °C
- Densidad: 3-5 individuos/L
- Aireación: moderada

### 2.5.2 Engorde del pulpo

El proceso de engorde del pulpo tiene una duración de 3 o 4 meses, con un tamaño final de 2,5 a 3 kg. La alimentación diaria se encuentra entre el 5-10% del peso total de los pulpos.

La densidad máxima sostenible para el engorde de pulpo en tanques no debe exceder los 20 kg/m<sup>3</sup> para un periodo máximo de dos meses.

### 2.6.- Crustáceos.

Los crustáceos pertenecen al diverso grupo de los artrópodos, caracterizándose así, por tener el cuerpo segmentado y por contar con numerosos apéndices articulados. En general, los crustáceos marinos son los más abundantes, aunque también existen algunas especies de crustáceos de agua dulce o dulceacuícolas, así como terrestres, aunque no llegan a presentar ningún tipo de adaptación especial a este medio.

Los animales crustáceos son, además, uno de los grupos más característicos dentro de los animales con caparazón, siendo el caparazón de los crustáceos de tipo calcáreo. Les recubre la cabeza y parte del tronco, proporcionándoles protección y es común que lleven

a cabo el proceso de muda durante las etapas de desarrollo y crecimiento. En algunas especies de crustáceos, dicho caparazón es bivalvo, protege todo el cuerpo del organismo y se denomina concha.

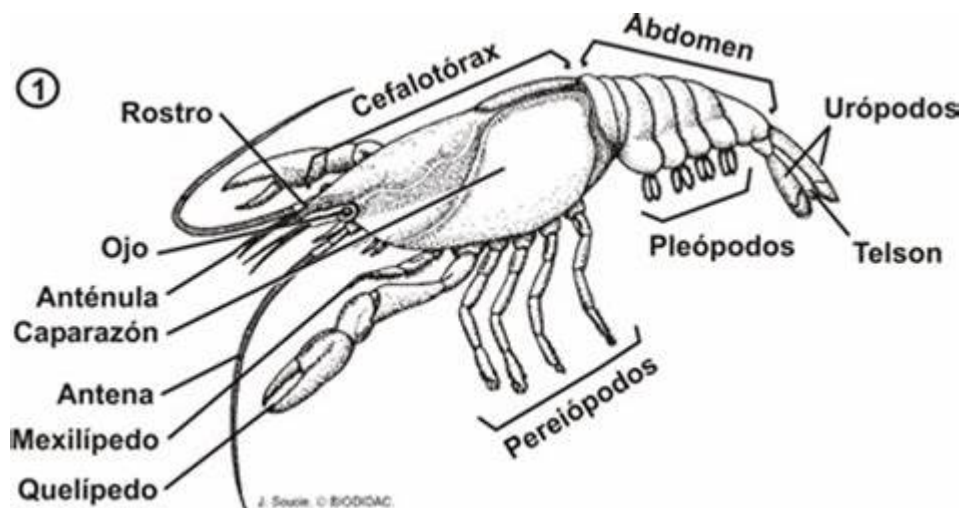


## 2.7.- Características de los crustáceos

Las **principales características de los animales crustáceos** son las siguientes:

- El cuerpo de los crustáceos está dividido en segmentos (entre 16 y 20), contando con 3 partes bien diferenciadas: cabeza (cefalón), tórax (pereión) y abdomen (pleón).
- En la cabeza tienen 5 pares de apéndices, entre los que se incluyen 2 pares de antenas, un par de mandíbulas y otros 2 pares de maxilas). Los ojos de los crustáceos pueden ser simples o compuestos.
- En el tórax se incluyen los diferentes segmentos destinados a la locomoción, respiración, alimentación y defensa.
- En cuanto al abdomen, éste presenta un número variable de apéndices, normalmente con forma de pala, empleados para nadar.

- El corazón de los crustáceos suele ser largo y tubular, contando con un sistema circulatorio arterial.
- Respiran mediante branquias o bien, a través de la pared del cuerpo.
- Cuentan con diversos y sorprendentes órganos sensoriales que les permiten detectar variaciones de presión, corrientes de agua, captar sonidos, así como órganos quimiorreceptores y termorreceptores.
- En cuanto a su dieta, los crustáceos pueden ser depredadores, filtradores, o incluso carroñeros.
- Destaca la sorprendente capacidad de regeneración que presentan muchos crustáceos.



#### ANATOMIA DE UN CRUSTACEO

## 2.8 Clasificación de crustáceos

La **clasificación de los crustáceos** (incluyéndose tanto a los crustáceos marinos, como a los dulceacuícolas y terrestres), se basa en la agrupación de esta gran diversidad de crustáceos en 6 tipos o clases fundamentales:

1. Branquiópodos (especies de pequeño tamaño cuya cabeza tiene forma laminar).
2. Remipedios (organismos que carecen de visión, habitan en cuevas profundas de agua salada).
3. Cefalocáridos (tan solo incluye 10 especies de crustáceos que habitan exclusivamente en zonas bentónicas).
4. Maxilópodos (son de pequeño tamaño, con apéndices y abdomen reducidos. Muchos forman parte del zooplancton).
5. Ostrácodos (presentan un caparazón bivalvo que los protege. Son de muy pequeño tamaño, microscópico a veces).
6. Malacostráceos (es el grupo más numeroso, incluye a casi todos los crustáceos más conocidos, como el grupo de los decápodos y los comúnmente conocidos como kril).

## 2.9 Reproducción

La mayoría de los crustáceos tienen sexos separados y reproducción sexual. Un pequeño número son hermafroditas, incluyendo percebes, remipedios, y Cephalocarida. Algunos incluso pueden cambiar de sexo durante el curso de su vida. La partenogénesis también está muy extendida entre los crustáceos, donde se producen huevos viables por una hembra sin necesidad de fertilización por un macho. Esto ocurre en muchos branquiópodos, algunos ostrácodos, algunos isópodos y ciertos crustáceos "superiores", como el cangrejos.

### Huevo

En muchos grupos de crustáceos, los huevos fertilizados simplemente se liberan en la columna de agua, mientras que otros han desarrollado una serie de mecanismos para retener los huevos hasta que estén listos para eclosionar. La mayoría de

los decápodos llevan los huevos unidos a los pleópodos, mientras que los peracáridos, notostracanos, anostracanos y muchos isópodos forman una bolsa de cría (Peracarida) a partir del caparazón y las extremidades torácicas.<sup>10</sup> Las hembras Branchiura no llevan huevos en ovisacos externos sino que los colocan en filas en rocas y otros objetos. La mayoría de leptostracanos y kril llevan los huevos entre sus extremidades torácicas; algunos copépodos llevan sus huevos en sacos especiales de paredes delgadas, mientras que otros los tienen unidos en cuerdas largas y enredadas.<sup>10</sup>

### Larva

Los crustáceos exhiben una serie de formas larvarias, de las cuales la más antigua y característica es el nauplio. Este tiene tres pares de apéndices, todos saliendo de la cabeza del animal joven, y un solo ojo naupliar. En la mayoría de los grupos, hay más etapas larvarias, incluidas las zoea (pl. zoeæ o zoeas<sup>14</sup>). Se le dio este nombre cuando los naturalistas creyeron que era una especie separada.<sup>15</sup> Sigue a la etapa nauplio y precede a la post-larva. Las larvas en forma de Zoea nadan con sus apéndices torácicos, a diferencia de los nauplios, que utilizan apéndices cefálicos, y la megalopa, que utilizan apéndices abdominales para nadar. A menudo tiene púas en su caparazón, lo que puede ayudar a estos pequeños organismos a mantener la dirección de la natación.

## 2.10 Cultivo del camarón

La cría de camarones y langostinos en ambientes naturales o seminaturales tiene tres fases principales:

- Maduración y reproducción
- Desove y cría desde huevo a postlarva
- Engorde desde postlarva a tamaño comercial

Esta actividad puede encararse de diversas maneras de acuerdo con el nivel de inversión que se quiera realizar y al conocimiento que se tenga de la especie a cultivar en cuanto a su biología, ecología, migraciones, hábitos, etc. Es posible completar el ciclo en cautividad;

traer hembras ovadas del mar, criar las larvas y realizar engorde hasta talla comercial; capturar postlarvas y/o juveniles que se acercan a la costa y engordarlas.

#### 2.10.1 Engorde de postlarvas y/o juveniles obtenidos en la naturaleza,

Consiste en capturar pequeños ejemplares que arriban a zonas costeras como lagunas o esteros, llevándolos a estanques o brazos de agua, de hasta 100 hectáreas de superficie para su engorde.

Una forma rudimentaria que todavía se utiliza en Asia, consiste en dejar entrar con las mareas las postlarvas o juveniles a estanques previamente fertilizados con abonos orgánicos o inorgánicos, para luego cerrar las compuertas. Esta forma de trabajar tiene la desventaja que junto con los camarones entran otras especies que son predadores o competidores del organismo en cultivo.

Una desventaja de este tipo de cultivo son; el problema de la obtención de semillas; baja producción debido a que la cantidad de alimento natural en los estanques es limitada; la baja concentración de oxígeno disuelto en el agua. Es por todo esto, que la cantidad de animales por metro cuadrado nunca es mayor de 4, aunque se suplemente la alimentación con dietas preparadas.

#### 2.10.2 Cría de postlarvas a partir de huevos y su posterior engorde

Para realizarla es necesario obtener hembras maduras e impregnadas de la naturaleza, las cuales desovan entre 18 y 48 hs. después de su captura. Los huevos así obtenidos se colocan en tanques de diversas formas. Las larvas se alimentan primero con fitoplancton, principalmente diatomeas) y posteriormente en zooplancton (preferentemente estadios naupliares de Artemia salina); los estadios de postlarva avanzados pueden ser alimentados con algún alimento preparado y molido.

Una vez alcanzados los estadios de postlarva éstos son trasladados a pequeños estanques denominados precriaderos, “nurserys” o versarios, colocándolos en densidades de hasta 150 animales/m<sup>2</sup>. Cuando pesan entre 1 y 3g los camarones son transferidos a tanques de

engorde, de mayores dimensiones (entre 3 y 16 Ha.), donde quedan hasta alcanzar la talla comercial (entre 18 y 25g).

Tanto en los precriaderos como en los estanques se engorde se realiza fertilización con distintos tipos de abono, se alimenta con comidas preparadas, se realizan cambios de agua mediante bombas, y se lleva control de todas las variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, etc).

### 2.10.3 Ciclo completo en cautividad

Por ese método, es necesario obtener la maduración de machos y hembras en cautividad, copulación y desoves viables. El ciclo completo en cautividad se llevó a cabo en distintas especies, por lo menos a nivel experimental, utilizando por lo general ablación unilateral y comidas especiales.

Se debe tener en cuenta que el método de cría de larvas puede resultar costoso para inversores pequeños o medianos, por lo que es conveniente iniciar una granja camaronera comprando las postlarvas y juveniles a laboratorios ya instalados para realizar engorde y luego una vez obtenido un cierto rédito, iniciar las operaciones de cría de larvas.

### 2.10.4 Condiciones para la cría de camarón

Es necesario disponer de agua dulce y salada, no contaminadas, el lugar debe ser de fácil acceso, estar cercano a áreas donde se puedan obtener hembras grávidas y, en el caso de realizarse solo tareas de engorde, cerca de la zona donde se puedan obtener postlarvas o juveniles.

La temperatura ambiente y del agua de mar debe ser adecuada para el crecimiento de la especie con la que se trabaje. En el caso de especies tropicales, la temperatura no debe descender de los 20°C, mientras que para especies de aguas templadas, el rango de temperatura del agua podrá variar entre los 7 y 24°C.

El suelo deberá ser apto para la construcción de estanques y preferiblemente no ácido.



La cantidad de lluvia y evaporación son datos a tener en cuenta, ya que las dos variables, en casos extremos son importantes. Una excesiva evaporación producirá un aumento de salinidad que en valores superiores a 40‰ es en general perjudicial y obviamente una gran cantidad de lluvia crea no solo problemas de baja salinidad.

La permeabilidad de un suelo se puede tener tomando un puñado de suelo húmedo y hacer una pequeña pelota amasándola, si la pelota queda intacta y no se cuartea el suelo es en principio lo suficientemente impermeable para la construcción de un estanque.

## 2.11 Estanques para camarón

En la actualidad se utilizan 2 tipos de estanques para engorde y cría de camarones:

- Precriadero, versario, nursery: En general son tanques de 1 ó 2 hectáreas con una profundidad de 0,6 a 0,8 m; en ellos se colocan los camarones desde los estadios de postlarvas o juveniles hasta alcanzar de acuerdo con la especie un peso entre 0,5 y 4g.
- Estanque de engorde o criadero: En ellos se colocan los camarones desde que salen de los precriaderos hasta alcanzar la talla comercial. Si bien en las primeras camaroneras estos estanques llegaban a tener dimensiones superiores a 100 Ha, en la actualidad se los construye con superficies que varían entre 5 y 20 hectáreas lo que permite un mayor control de los mismos.

### Jaulas para crianza de camarones



Se debe tomar en cuenta

- a) El sistema de estanques debe estar construido en una zona donde la posibilidad de inundación sea remota.

- b) El acceso a los estanques no debe ser impedido por las condiciones climáticas. En este sentido se conocen casos de granjas en Ecuador en las cuales no se puede llegar a los mismos debido a las lluvias, lo que ocasiona problemas de mantenimiento.
- c) Los estanques deben ser de forma rectangular con una compuerta de entrada y otra de salida de agua, Si los estanques tienen forma irregular se reducirá la eficiencia de la operación de cosecha y se producirá un estancamiento del agua con la consiguiente deplección en la concentración de oxígeno disuelto.
- d) El fondo de los estanques deberá ser liso, libre de malezas, con una inclinación de 0,3 a 1% desde la boca de entrada hacia la de salida y de los bordes laterales al centro, para favorecer el vaciado. Las paredes deben estar construídas con una inclinación entre 1:1,3 y 1:3, para evitar desmoronamientos por erosión de la base de los muros, la altura de los mismos será por lo menos 50 cm mayor que la altura máxima de la columna de agua prevista.

El fondo de los estanques podrá tener pequeños canales que converjan hacia la exclusiva de salida con el fin de facilitar la cosecha de camarones.

- e) Las compuertas o cajas podrán ser de madera o cemento, las de salida deben ser más profundas que el fondo del estanque. En general las cajas llevan hasta media docena de ranuras de unos 5 cm de ancho con una separación aproximada de 10 a 20 cm; en estas ranuras pueden colocarse tablonces, compuertas de chapa, acero o marcos con distinto tipo de malla para evitar la salida de los camarones y entrada de organismos indeseables.

Las compuertas de entrada también tendrán distinto tipo de malla para evitar la entrada de especies predatoras o competidoras. El número de compuertas de entrada y salida de agua será una función del volumen del estanque y de la velocidad de llenado y vaciado que se desee.

## UNIDAD III Diseño y construcción de estanques.

### 3.1. Diseño y construcción de estanques de tierra.

Es de importancia considerar el diseño de los estanques (Figura 1) al momento de definir su ubicación y posterior construcción ya que se deberá tener en cuenta las características del terreno para la mejor organización de las futuras operaciones de cultivo, producción y cosecha. El tamaño dependerá del objetivo del cultivo. Sus dimensiones podrán oscilar desde pocos metros cuadrados (100 a 300) cuando aspecto a todo el ciclo de producción y servirán para las etapas iniciales (larvicultura y alevinaje), hasta estanques de 0,5 a 1 hectárea destinados a engorde final. Los mejores estanques son de forma rectangular, orientados con su eje mayor hacia los vientos predominantes de la zona, permitiendo un mayor intercambio de oxígeno en la interfase aire-agua.

**Un estanque para piscicultura (Foto 1) consiste en un recinto cerrado por diques que debe reunir algunas condiciones básicas:**

- Una entrada de agua regulable ubicada en el extremo longitudinal menos profundo y colocada a una altura de más de 50 cm sobre el nivel de agua del estanque, de modo que el agua al caer se mezcle con el aire y se oxigene. Para impedir la entrada de depredadores deberá colocarse una rejilla en el tubo.
- Una salida de agua por rebosamiento situada en el extremo opuesto a la entrada (Figuras 2 y 3) que puede transformarse en salida desde el fondo, permitiendo así un vaciado total del estanque. El declive del fondo debe orientarse en sentido del tubo de drenaje. Para poder vaciarlo completamente, se recomienda el uso de un tubo de PVC cuyo diámetro estará en función del tamaño del estanque. Dicho tubo se ubicará en la parte más profunda con una pendiente del 5% atravesando el dique principal. Contará además con un codo con rosca unido a un tubo vertical que permitirá manejar el nivel de agua.
- Existen otras alternativas para vaciar un estanque, por medio de una compuerta de descarga, consiste en una abertura en el dique del estanque que se puede cerrar con tabloncillos de madera para regular el nivel del agua. Se protege la salida con una malla para evitar el escape de los peces.
- La profundidad mínima más adecuada debe oscilar entre 0.7 a 1 metro para evitar el desarrollo de

plantas acuáticas y algas filamentosas que perjudican la cosecha y ocasionan problemas de calidad de agua.

- La profundidad máxima recomendada es de 2 metros, ya que profundidades mayores imponen el uso de tecnologías mayores para el manejo y cosecha, así como trabajar con mayores profundidades favorece la estratificación térmica promoviendo la formación de zonas anaerobias (sin oxígeno) en el fondo.

Estas características facilitan que el sistema pueda ser vaciado para la cosecha y posterior limpieza y mantenimiento. Asimismo, puede ser llenado en pocos días, sembrado con peces pequeños y permitir la cosecha de la totalidad de los peces. En este tipo de recintos se pueden aplicar sistemas de cultivo extensivo, semi-intensivos e intensivos.

Figura 1. Esquema de la construcción de un estanque tipo.

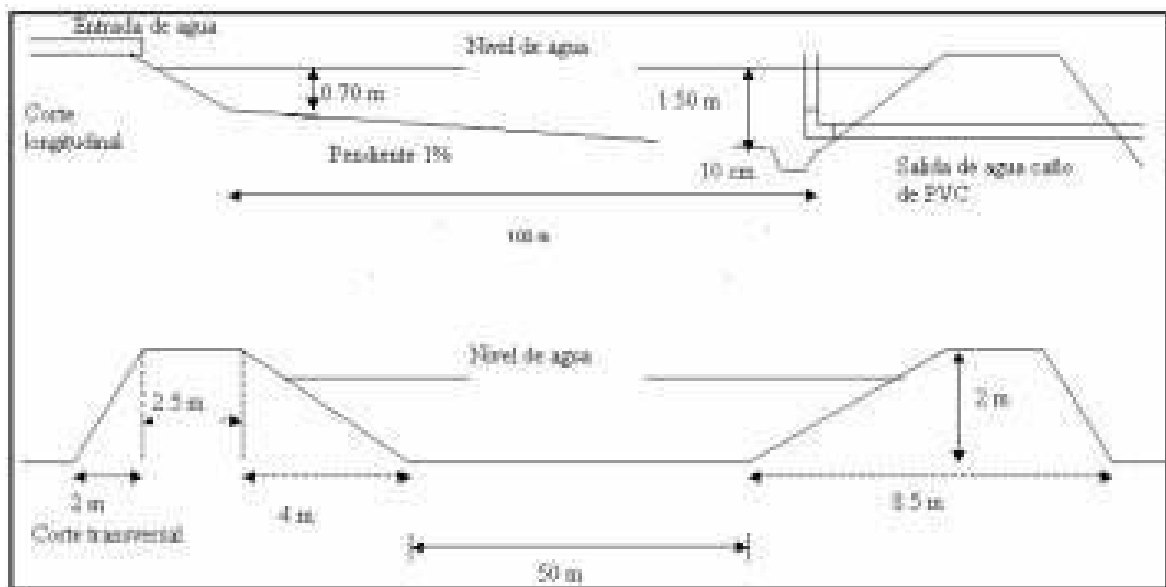


Figura 2. Salida del agua por rebosamiento desde dentro del estanque

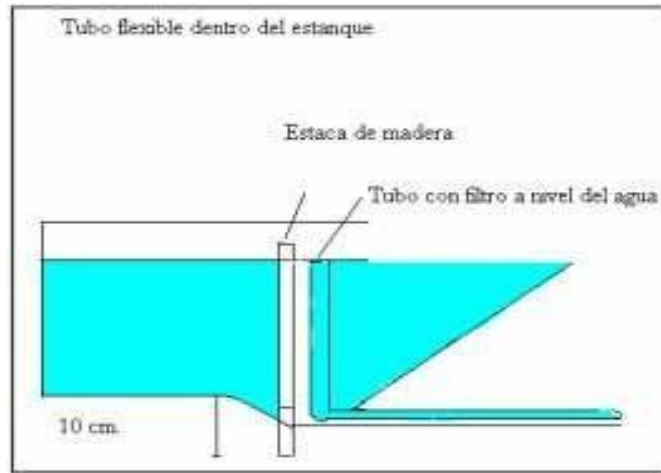


Figura 3. Salida del agua por rebosamiento por fuera del estanque

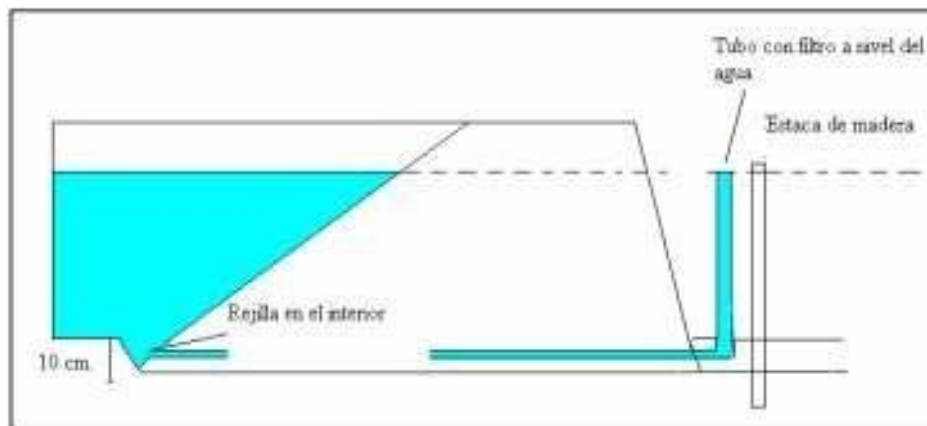


Foto de un estanque de tierra



### 3.2 Estanques rústicos

Un estanque rústico es un depósito cerrado de agua, sin corrientes, de un tamaño tal que puede ser utilizado para el cultivo controlado de peces. Los peces producidos en estanques son una fuente de proteína y pueden proveer ganancias para los productores. Este tipo de tecnología corresponde al sistema de producción semi-intensivo.

Los estanques rústicos están diseñados para la contención segura de agua suficiente (3500m<sup>3</sup>), para la construcción es importante considerar un estudio de suelo que garantice su impermeabilidad, recomendando suelos arcillosos. Es necesario garantizar el suministro de agua, con una fuente segura de abastecimiento ya sean: pozo profundo, manantial, río etc., y distribuirla por bombeo o por gravedad (fuentes de agua que estén sobre el nivel de los estanques). Garantizando un aforo suficiente para lograr un recambio diario de por lo menos el 10% del volumen total del estanque con el fin de eliminar excesos de amoníaco y materia orgánica evitando la demanda de oxígeno disuelto por reducción bacteriana.

Otros aspectos considerados para el funcionamiento del estanque, además de la cantidad y calidad del agua son la resistencia y durabilidad, por lo que se tomará en cuenta además de los materiales utilizados en su construcción en este caso material de arcilla, la ubicación de los mismos, evitando su afectación por inundación, deslaves y corrientes torrenciales.





### 3.3 Ubicación del Estanque

El lugar seleccionado para la construcción del estanque tiene que estar libre de inundaciones y puede quedar lo suficientemente cerca de otras actividades de la granja, de tal forma que el agua del estanque pueda ser utilizada en bebederos de animales, en irrigación suplementaria de huertos o para diversas actividades.

Los valles de pequeño tamaño, con pendientes graduales a los lados y con áreas planas en los llanos o laderas, son sitios comunes para estanques.

Algunos aspectos prioritarios a tener en cuenta para la selección del área son los siguientes:

· Suelo

a) suelos de base o fundación

b) suelos para la construcción

· Agua

a) Fuentes de agua: Aguas superficiales y Aguas subterráneas

b) Indicadores de la calidad del agua

c) Cantidad: Medición del caudal y Métodos de medición

### 3.4 Topografía

Si la tierra es plana, se pueden construir estanques con taludes simples y semi-excavados en el terreno, debido al menor costo de construcción. Si el terreno tiene elevaciones, se deben construir estanques tipo embalsado, con caño de descarte para el agua. Si se construye este tipo de estanque, deberá ponerse atención porque difícilmente puedan vaciarse para obtención de todo lo sembrado.

Los mejores estanques son los construidos en forma rectangular, colocados con su eje mayor hacia los vientos más potentes de la región (por su mejor aireación natural).

Es fundamental hacer un levantamiento del perfil donde será asentado el dique principal del reservorio. A partir de una línea que debe ser ubicada en el centro del futuro dique, marcamos los puntos topográficos y señalamos con estacas.

Con respecto a la inclinación de los taludes debemos tomar una relación de 3:1 en la cara interna y 2:1 en la cara externa. El ancho de la cresta debe ser lo suficiente como para que

transiten las máquinas o vehículos. La altura del dique va a depender de los estudios hidrológicos y del volumen de agua necesario que requiera el proyecto en épocas de sequía.

La cota topográfica, la distancia entre estos puntos y la altura del dique, permite calcular el volumen de relleno.

Calculados todos los volúmenes, o sea, el volumen de relleno, volumen de suelo de la base a sustituir y el volumen de la trinchera, por la sumatoria obtendremos el volumen geométrico que es considerado como volumen de tierra compactada que compone el dique.

Una vez seleccionado el tipo de suelo, es recomendable considerar para la ubicación del estanque la parte alta del terreno, para reutilizar el agua, a fin de aprovechar al máximo el agua.

### 3.5 Fuentes de agua

La cantidad de agua necesaria varía de acuerdo al número de peces por metro cuadrado que se siembre en el estanque, a mayor densidad de siembra, mayor cantidad de agua o mayor porcentaje de recambio de agua, con el fin de que se suplan las pérdidas de oxígeno disuelto y se descontamine el sistema de productos de excreción como el amonio.

El agua, en lo posible, debe proceder de un lugar ubicado más alto que el estanque, de tal forma que pueda llegar a él por gravedad. El abastecimiento de agua debe estar ubicado lo más cercano posible, tener disponibilidad de agua todo el tiempo y que no esté contaminada. El agua debe ser conducida por acequia, manguera o tubería plástica desde la fuente de agua más próxima.

Las fuentes de agua más comunes para abastecer a los estanques son la lluvia, manantiales, arroyos quebrados, ríos, nacimientos y reservorios. Es necesario que durante todo el año el agua esté disponible en buena cantidad y calidad. El agua debe estar libre de pesticidas y otros químicos que pueden causar la muerte a los peces e intoxicar al hombre y al ganado. Las fuentes de agua recomendadas son pozos artesanos (aguas subterráneas), ríos, presas, sistemas de riego agrícolas (canales) y manantiales.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones por cada tipo de afluente:

- Pozos de agua. Hacer una pequeña prueba si los peces sobreviven en el agua de nuestro pozo, dado que algunas veces los mantos friáticos arrastran minerales (plomo, azufre, etc.) que en un momento dado pueden ser tóxicos para nuestro cultivo.
- Ríos. No utilizar este tipo de afluentes en caso de tener turbidez. Al momento de introducir agua al estanque hay que proteger la entrada de peces no deseados.
- Sistemas de riego agrícolas. Detectar si canal arriba desvían este afluente para el cultivo de huertos, hortalizas y aplican químicos que pudieran ser tóxicos para nuestro cultivo de peces ya que estos pueden provocar la intoxicación y muerte de los mismos.

Desde el reservorio el agua es transportada hacia los estanques por canales de abastecimientos.

Para el desarrollo del cultivo de peces se necesita una buena cantidad de agua, esto en función de las dimensiones de los estanques.

Para esto es importante realiza el cálculo de los desagües:

- Desagües de fondo: normalmente hechos con tubos de cemento armado, cuyo diámetro va a ser calculado en función del pico máximo de la descarga de la cuenca.
- Desagües de emergencia: son canales generalmente en forma trapezoidal, revestidos con piedras y vegetación. Estos desagües son necesarios para evitar desbordes del reservorio y con la consiguiente destrucción del dique, en épocas de grandes lluvias.

### 3.6 Cantidad de agua

Al evaluar el potencial de una fuente de agua, debemos medir el caudal, preferentemente en el pico de la estación seca, pues de esa manera podemos tener la estimación del tamaño de reservorio que debemos construir, con la capacidad suficiente para proveer de agua en los periodos más críticos de sequía.

Información como la evaporación potencial, infiltración, precipitaciones, son importantes y hay que recabarlas en cada localidad donde se establezca el proyecto.

Un parámetro de referencia sería un caudal mínimo de 25 m<sup>3</sup> por hora, por hectárea de espejo de agua. Obviamente, existen alternativas como la utilización de aireadores en los periodos donde la circulación del agua en los estanques está comprometida. En términos generales, se puede renovar diariamente entre el 5 % al 20 %, según el sistema de cultivo, especie y densidad.

En relación a la cantidad de agua, se debe observar la posibilidad de que ocurran inundaciones, principalmente en áreas muy próximas a los arroyos, donde estaría comprometida la construcción de estanques.

- Medición del caudal

Sirve para medir la disponibilidad de agua de una fuente, siendo esta información fundamental para que pueda desarrollarse el proyecto con éxito. Existen varios métodos para medir el caudal. El método depende del volumen de agua a ser medido y de las condiciones y precisión deseada.

- Métodos de medición

- Cubo: para caudales pequeños. Es el más exacto de todos los métodos y más rápido.
- Flotador: caudales pequeños a grande. Exactitud mediana.
- Presa triangular: caudales de pequeño a grande. Se utiliza para registrar el caudal durante un periodo.

### 3.7 Pasos para la construcción.

**Desmalezar y limpiar el área.** Es necesario limpiar completamente el área de trabajo. Remover los árboles con sus troncos y raíces y la capa superficial del suelo (20 cm). Está cubierta

vegetal puede ser utilizada sobre la corona del dique una vez finalizada la construcción a efectos de asentar y afirmar la superficie.

**Estudio topográfico.** Una vez preparado el terreno se establecen los desniveles, calculandola altura de relleno que llevará cada dique.

**Fijar área de construcción.** Mediante el uso de estacas se indica la altura de cada dique, el ancho de su corona y base.

**Instalación de la tubería de drenaje.** Antes de formar el dique, es necesario instalar la tubería del drenaje. Estos tubos atravesarán todo el ancho de la base del dique. Lo importante es usar un tubo resistente y fuerte, que sea de un diámetro proporcional al volumen de agua a mover.

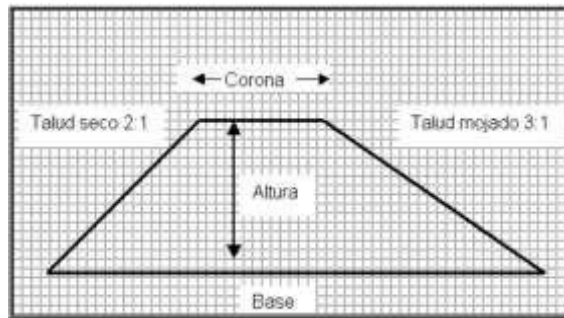
**Construcción de los diques.** Por medio de cálculos de geometría básica, se puede estimar el volumen total de tierra necesaria para formar los diques. Se debe agregar un 10% adicional al volumen calculado, por el efecto de la compactación.

**Inclinación de los taludes.** El lado mojado del dique (talud interior) debe tener una inclinación de 3:1 con respecto a su altura (por cada metro de altura se proyecta 3 m en la base), esto facilita la cosecha, evita el desmoronamiento y la erosión por efecto del oleaje. El lado seco (talud exterior) puede tener una inclinación de 2:1. (Figura 4).

El ancho de la corona (o cresta) será de 2.5 metros como mínimo.

Al formar los diques, hay que compactar cada capa de 20 cm de suelo con un tractor de oruga manualmente. Es recomendable construir los estanques durante la época seca del año, e ir aplicando agua durante la formación de los diques y la compactación del suelo, según ésta seanecesaria.

Figura 4. Anatomía de la sección de un dique



**Siembra de césped sobre la corona y talud seco.** Es conveniente sembrar césped sobre la corona y el lado seco del dique (talud exterior). La vegetación ayudará a evitar la erosión del suelo.

### 3.8.- Recomendaciones generales sobre la construcción de estanques.

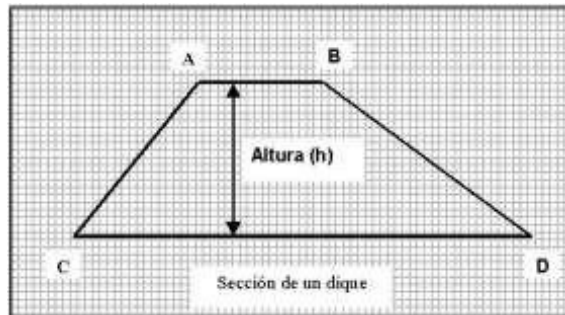
- Se recomiendan profundidades de entre 0.70 y 1.50 m en un estanque destinado para la piscicultura.
- Respecto al diseño y ubicación se sugiere, si el terreno lo permite, que todos presenten una alineación y dimensiones similares a efectos de lograr un mejor aprovechamiento de los canales y sistemas de ingreso y evacuación del agua.
- Mantener controlado el crecimiento de la vegetación alrededor de cada estanque facilitará los trabajos rutinarios en el manejo del cultivo.

### 3.9.- Cálculos de utilidad en la construcción de estanques.

Para calcular el área seccional de un dique, como se muestra en la Figura 5, se aplicará la fórmula del trapecio:

$$(AB + CD)/2 (h) = m^2 \text{ de área}$$

Figura 5. Cálculo del área seccional de un dique



Para estimar el volumen de relleno necesario para formar un dique, se multiplica su largo por su área seccional.

Volumen de relleno = (área seccional) x largo = m<sup>3</sup> de relleno.

Se recomienda agregar un 10% adicional al cálculo del relleno por el efecto de la compactación del suelo al formar los diques.

### 3.10.- Acondicionamiento del sitio elegido para sembrar.

Previo a la siembra se debe acondicionar el sitio de cultivo. Si se trata de estanques en uso, se procederá al vaciado completo para posibilitar la exposición del fondo a los rayos solares asegurando el secado total y la eliminación de posibles agentes patógenos.

Aplicación de cal, la adición de cal permite mejorar la productividad y desinfección del sistema de cultivo. Tanto en recintos nuevos como en usados se realizará el encalado, eliminando la posibilidad de aparición de hongos, bacterias, etc. Este procedimiento además permite corregir los niveles de pH del suelo en caso de terrenos ácidos. La cantidad de cal dependerá del pH del fondo del estanque debiendo adicionar lo necesario a efectos de aproximarse a un valor de pH cercano al neutro (pH entre 7 y 8).



Las dosis iniciales se aplican sobre el fondo del estanque y en seco. De ser necesaria una dosis correctiva durante el cultivo, se efectuará otra aplicación (a excepción de la cal viva), la que se colocará esparcida en varios sectores del estanque o puede también sumergirse dentro debolsas de arpillera para su gradual dilución.

Cantidad de cal a suministrar a un estanque de acuerdo a su tipo; se enumeran los compuestos más usados y sus proporciones de acuerdo a la superficie a tratar.

pH	cal agrícola	cal apagada	cal viva
5-7	300kg/1000m <sup>2</sup>	75-200 kg/1000m <sup>2</sup>	55 -180 kg/1000m <sup>2</sup>

#### **Pueden utilizarse tres variantes de cal:**

**Cal agrícola (caliza).** Compuesta por carbonato de calcio y/o carbonato de magnesio. Produce un leve incremento del pH (tornando al medio alcalino).

**Cal apagada (hidróxido de calcio).** Es la más utilizada y tiene un efecto rápido en el aumento del pH.

**Cal viva (óxido de calcio).** Se restringe su uso para eliminar parásitos, peces predadores u otros organismos indeseables. Debe utilizarse con mucha precaución.

#### **Aplicación de cal viva:**

- Esparcir sobre el fondo y las paredes la cal viva en polvo a razón de 500 kg/ha y esperar una semana.
- Llenar el estanque con agua muy lentamente de manera que cubra la cal (10 cm) y mantenerla por un período de dos días.
- Retirar el agua con la cal y enjuagar, esta agua es muy cáustica por lo que hay que tener cuidado en su manejo y desecho.

Cantidad de cal apagada a suministrar a un estanque de 1 ha de acuerdo al pH del suelo

pH del suelo	Tipo de suelo	Dosis de cal (Kg/Ha)
4.0-5.0	Acidez elevada	2000
5.0-6.0	Acidez moderada	1200
6.0-6.5	Ligeramente ácido	1000
6.5-7.5	Neutro	400

### 3.1.1.- Llenado y fertilización.

En un ambiente carente de comunidades de peces, previo a la siembra se recomienda que el cuerpo de agua sea fertilizado. La cantidad y tipo de fertilizante a utilizar dependerá de la cantidad de nutrientes (productividad) de la fuente de agua que abastece al cultivo, y de la composición del suelo del estanque.

La fertilización podrá realizarse de preferencia con abonos orgánicos (estiércol de ganado y/o aves) a razón de 2000 kg/ha, o bien inorgánicos (NP 15:15) en una proporción de 100 kg/ha. La aplicación inicial de fertilizante se hace directamente, distribuyéndolo en toda el área, se inundan unos 40 cm. Se deja durante 15 días, momento en que se completa el llenado.

Al cabo de una semana el agua deberá presentar una coloración marrón-verdosa, indicando la presencia de microalgas. Las mismas serán las productoras del oxígeno necesario para mantener el ecosistema en equilibrio. Una prueba sencilla para comprobar si la fertilización es suficiente, es introducir el brazo hasta el codo y no lograr ver la punta de los dedos, o bien mediante el Disco de Secchi. En caso de ser necesario incorporar mayor cantidad, el fertilizante se coloca en bolsas de plastillera sumergidas en el agua, las que se removerán diariamente a fin de promover la suspensión del contenido.

Dado que la fertilización permite el enriquecimiento del agua con nutrientes, será deseable mantener el medio de cultivo con la concentración adecuada de éstos.

En caso de observar la presencia de insectos, una semana previa a la siembra podrá aplicarse el insecticida Dipterex 500 SL (nombre comercial). El compuesto activo es un organofosforado, Triclorfón, el que será administrado a razón de  $1 \text{ g/m}^3$ .

### 3.12.- Estanques sumergidos, estanque de presa y estanques de derivación.

#### Estanques sumergidos.

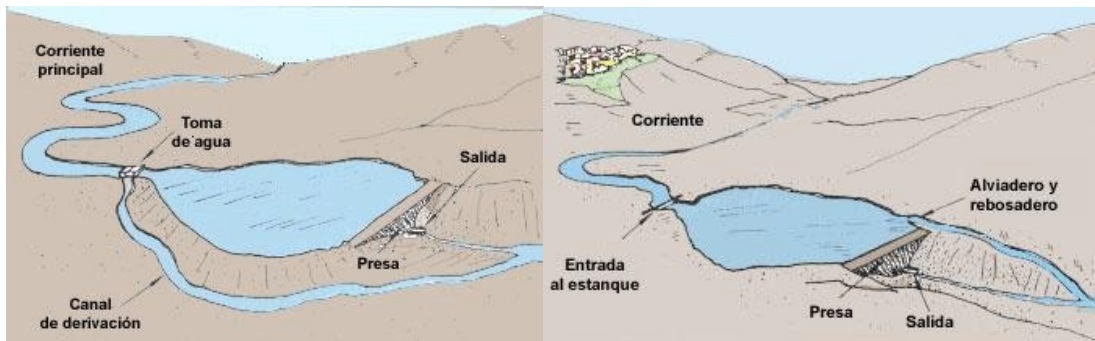
- El fondo del estanque está generalmente por debajo del nivel de la tierra que lo circunda.
- El estanque se alimenta directamente de agua subterránea, precipitaciones y/o escorrentía superficial. A veces se instala también una bomba, pero no es lo normal.
- El estanque sumergido no es drenable, ya que o bien se ha excavado o se ha construido aprovechando una depresión, hondonada existente en el terreno, algunas veces con terraplenes adicionales para conseguir una mayor profundidad.





### Estanques de presa.

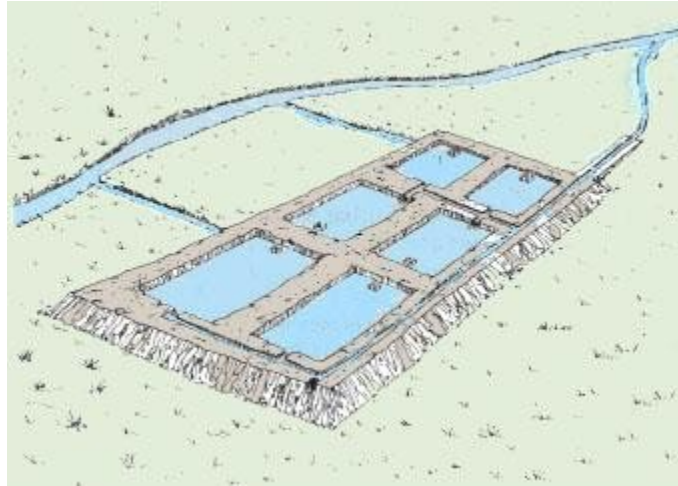
- Los estanques de presas se construyen en el fondo de un valle levantando una **presa** que cierra el extremo inferior del mismo. A veces se construyen en serie a lo largo del valle.
- El estanque de presa se puede vaciar aprovechando el cauce del antiguo río.
- Si se producen grandes inundaciones, el agua excedente se desvía por lo general por uno de los lados del estanque para mantener constante el nivel del mismo. Con este fin se construye un:
  - canal de derivación**; en ese caso, el abastecimiento de agua del estanque se controla mediante una estructura denominada **toma de agua**.
- El agua, que procede directamente de un manantial, corriente o presa cercana, penetra en el estanque en un punto denominado **entrada** y lo abandona en otro denominado **salida**.
- Para proteger el dique de las inundaciones se debe construir un **aliviadero**.



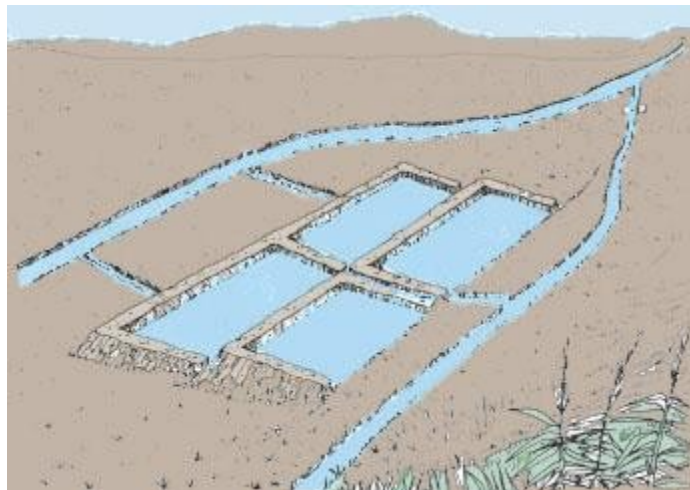
### Estanques de derivación.

- El estanque de derivación se alimenta indirectamente por la fuerza de la gravedad o mediante bombeo a través de un canal de derivación (que se convierte en **canal de alimentación principal**), procedente de un manantial, corriente, lago o embalse. El caudal se regula a través de la toma de agua. Cada estanque tiene una entrada y una salida.
- El estanque de derivación se puede construir de dos maneras:
  - en un **terreno inclinado**, en cuyo caso se trataría de un estanque de desmonte y relleno;
  - en un **terreno llano**, por ejemplo, un estanque de terraplén con cuatro diques, algunas veces conocido con el nombre de **estanque arrocero**.
- Normalmente estos estanques pueden vaciarse a través de un canal construido para ese fin.

**Estanques de derivación o arroceros construidos en un terreno llano (terraplén con cuatro diques):**



**Estanques de derivación de desmonte y relleno construidos en un terreno inclinado:**



### **Ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de estanques:**

*Es importante no olvidar los siguientes puntos:*

- Una mejor regulación del abastecimiento de agua significa una mayor facilidad de aprovechamiento del estanque, por ejemplo, para fertilizar el agua y dar de comer a los peces.
- Un mejor sistema de vaciado significa también una mayor facilidad de aprovechamiento del estanque, por ejemplo, para la explotación completa de los peces cultivados y para preparar y secar el fondo

del estanque.

- Si la forma y las dimensiones son las adecuadas es más fácil explotar el estanque y adaptarlo para fines particulares.
- La elección de un determinado tipo de estanque dependerá en gran parte del abastecimiento de agua disponible y de la topografía del emplazamiento seleccionado.
- Cuando pueda elegir entre diversos tipos de estanque deberá:
  - preferir los **estanques de derivación** alimentados por la fuerza de la gravedad;
  - evitar los **estanques de presa** en las zonas de inundación que requieren grandes canales de derivación.
- Un estanque de presa** sin canal de derivación debería construirse en principio únicamente en los siguientes casos:
  - cuando es alimentado por la escorrentía superficial local y/o manantiales;
  - en una corriente con un caudal de agua pequeño y regular;
  - debajo de un embalse donde se alimentare de un caudal de agua regulado.
- A no ser que el bombeo sea muy barato, no conviene utilizarlo para llenar o vaciar los estanques. Tampoco se debe utilizar cuando la filtración, tanto de entrada como de salida del estanque, sea muy elevada.



Tipo	Ventajas	Desventajas
Estanque sumergido	<ul style="list-style-type: none"> <li>No necesita dique, a no ser para evitar las inundaciones</li> <li>No hace falta una masa de agua para el abastecimiento</li> <li>Se requiere poca preparación para la construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El nivel del agua puede variar enormemente de una estación a otra</li> <li>Se requiere mayor trabajo de excavación</li> <li>No es drenable; abastecimiento de agua no regulado, si no es mediante bombeo; el bombeo puede resultar caro</li> <li>Baja productividad natural del agua subterránea</li> <li>Dificultad de gestión del estanque</li> </ul>
Estanque de presa <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño sencillo cuando se trata de pequeñas corrientes</li> <li>Costos de construcción relativamente bajos, a no ser que haya problemas para evitar las inundaciones</li> <li>La productividad natural puede ser elevada, según la calidad del abastecimiento de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El dique debe anclarse firmemente</li> <li>Se requiere un aliviadero con su canal de desagüe</li> <li>No hay regulación del abastecimiento de agua de entrada (cantidad, calidad, peces no cultivados)</li> <li>No se puede vaciar completamente a no ser que se seque el abastecimiento de agua de entrada</li> <li>Dificultades de explotación del estanque (fertilización, alimentación), ya que el abastecimiento de agua es variable</li> <li>Forma y dimensiones irregulares</li> </ul>
Estanque de derivación <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Facilidad de control del abastecimiento de agua</li> <li>Se puede conseguir una explotación satisfactoria del estanque</li> <li>Los costos de construcción son más elevados en terreno llano</li> <li>Se puede vaciar por completo</li> <li>Es posible conseguir formas y dimensiones regulares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los costos de construcción son más elevados que los de los estanques de presa.</li> <li>Productividad natural más baja, especialmente si se construye en suelo poco fértil</li> <li>Para la construcción se requieren levantamientos topográficos de calidad y una detallada demarcación con estacas</li> </ul>

<sup>1</sup> Si el estanque de presa se construye con un canal de derivación, se pueden corregir algunas de las desventajas (abastecimiento de agua regulado, no se necesita aliviadero, vaciado completo, mayor facilidad de explotación), pero los costos de construcción pueden aumentar considerablemente si hay que planificar la derivación de un gran volumen de agua.

<sup>2</sup> Las ventajas relativas variarán de acuerdo con la disposición de los estanques (Sección 16), que puede ser en serie (en cuyo caso la explotación de los estanques es más difícil) o en paralelo (tanto el abastecimiento de agua como el vaciado son independientes, lo que simplifica la explotación).



### 3.13- Estanques de geomembrana.

Uno de los usos más socorridos de la geomembrana es la fabricación de estanques parapiscicultura y acuicultura de especies tales como tilapia, camarón, trucha, bagre, etc.







Los principales puntos a tomar en cuenta al decidir instalar o no una granja con **estanques de geomembrana** para la cría de Tilapia, por ejemplo, son las siguientes:

**Clima:** la tilapia, o la especie en cuestión, se desarrolla mejor en condiciones cuya temperatura promedio ambiente sea entre 22° a 30°C, según sea.

**Calidad y cantidad de agua disponible:** es importante que el agua no contenga contaminantes organofosforados, fertilizantes o agroquímicos, así como evitar aguacontaminada con aguas negras. Se requiere un mínimo de 3.5 ppm (partes x millón) de oxígeno disuelto y la mayoría de las aguas disponibles lo tienen.

**Capital para la instalación y capital de trabajo:** El mayor costo de producción es alimento, prevean sus consumos para que su proveedor tenga en tiempo el alimento, si compran por tonelada es más barato.

**Mercado:** ¿a quién le vendo?, ¿quiénes son mis probables clientes?, por lo anterior, se requiere un elemental estudio de su mercado, donde tenga en cuenta el mercado local depescado fresco, a mayoristas ya limpio (eviscerado), etc.

**Programación de ciclos de siembra/cosecha:** planear adecuadamente estos ciclos permitirá mantener producción continua, que les ayude a mantener un mercado atendido, en vez de entrar solo esporádicamente en el mercado.

¿Cómo dispongo de mis aguas residuales? Es importante contar con un área adecuada para sedimentar sólidos, y si así lo dispone el diseño, se recircula el agua previa oxidación, ahorrando de esta forma consumo de agua limpia, o definitivamente se incorpora al flujo de agua para riego agrícola. Si deseo trabajar mis **estanques de geomembrana** de forma intensiva, se producirá el doble o más que solo con recambios de agua, por lo que se requiere energía eléctrica, invertir en equipo, etc. mismos que se pagan con el aumento de producción-venta.

Para **estanques de geomembrana** producción intensiva es recomendable tener un área de recibo de alevines y se realiza una pre-engorda (la densidad es alta hasta 40 alevines x m<sup>3</sup> si tienen aireación), es decir mantenerlos alrededor de 35 a 40 días ahí, y se realiza el entalle y desdoble; es decir, partimos hacia tinas más amplias y menos densidad que la inicial pero con los animales en tamaños o tallas iguales en cada tina.

El tamaño adecuado del estanque para engorda va desde 9 mts. x 1.20 mts. hasta 16 mts. de diámetro, aunque por manejo los estanques de 12 mts. de diámetro son ideales.

Densidades de población recomendadas			
	Baja	Media	Alta
Con recambio de agua una vez por semana	8		
Con recambio de agua diario		12	
Con recambio de agua y aeración			25

Diámetro De tina	M <sup>3</sup>	Población baja	Población media	Población alta
6	33.93	271	407	678
9	76.34	610	916	1526
12	135.71	1085	1628	2714

**Sistema de drenaje:** contar con un buen sistema de drenaje, registros y tratamiento de aguas.

**Contar con redes para alevines:** redes para peces más grandes o atarrayas, báscula paraklear, (sirve para medir dosis de alimentación, medicamentos etc.) Báscula para venta mínimode 40 kg.

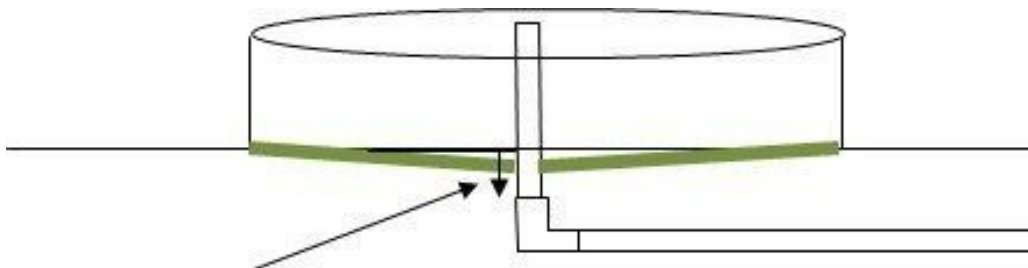
**Oxímetro:** (monitoreo de oxígeno y de nitritos) y termómetro.

**Sistema de llenado y limpieza:** bombas para llenado, y bomba para limpieza de pisos (es conveniente una de 1 hp que sirve para que si trabajamos una alta densidad retiremos una o dos veces por semana los deshechos que no se van a la hora de recambiar.

**Sistema de aireación:** si trabajan alta densidad se recomienda aireadores tipo paleta o también de inyección. Para una tina pequeña, un blower de ½ hp y su manguera difusora es suficiente.

Con las dimensiones del terreno se distribuyen, preferentemente en baterías de cuatro encuatro, los **estanques de geomembrana circulares; esto facilita la instalación tanto del llenado como el diseño de drenajes.**

Los estanques o tinas circulares deberán ser montados sobre un terraplén cónico, así se facilita su desagüe y limpieza. Si el terreno es propicio se puede rascar el cono con máquina y colocar una pequeña capa de agregados tales como polvillo o arenilla de grava triturada, tapete piedras punzantes. Se coloca tubería de drenaje de 6", codo de 6" a 90°, y se cierra lacepa para detallar el cono.



Rascado del área terraplén, afine a mano del cono, se aprecian las líneas de desnivel.



Hechura de terraplenes con agregados de arenilla



Montaje de tinas de 12 mts, se aprecian los registros.



Líneas de llenado y sistema de sedimentación /recirculación aquí se sedimenta y se oxigena el agua retornando al sistema a un tanque elevado para rellenar por gravedad.



Tanque de oxigenación( foto abajo) y retorno con bombeo al tanque elevado





Aireador de paletas, blower e inyector de oxígeno.

### 3.14.- Características de estanques de geomembrana circulares.

Geomembrana de Alta densidad con 1 mm de espesor, color negro, garantía de vida útil expuesta a los rayos solares de un mínimo de 10 años,

Estructura metálica en electro malla de cal. 66 / 44 (con aplicación de primer y pintura alquídica)

Poste de 1 1/2 cal 20 galvanizado

Cincho de cable acerado y galvanizado de 1/8 ó 1/4, construcción 7 x 7, dependiendo el diámetro del estanque.

CARACTERÍSTICAS DE ESTANQUES CIRCULARES					
DIÁM	ALTURA mts	Vol. Máximo m <sup>3</sup>	Vol. Real m <sup>3</sup>	SUP. M <sup>2</sup>	TUBERIA Y CODO HCO PARA DREN
1.50 mts	0.9	1.59	1.33	1.77	2"
2.50 mts	0.9	4.4	3.68	4.9	2"
3.00 mts	1.05	7.42	6.36	7.07	2"
3.00 mts	1.2	8.48	7.42	7.1	2"
4.00 mts	1.2	15.08	13.19	12.56	4"
5.00 mts	1.2	23.56	20.52	19.64	4"
6.00 mts	1.2	33.93	29.69	28.28	6"
7.00 mts	1.2	46.18	40.41	38.48	6"
8.00 mts	1.2	60.32	52.78	50.26	6"
9.00 mts	1.2	76.34	66.8	63.61	6"
10.00 mts	1.2	94.25	82.47	78.54	6"
12.00 mts	1.2	135.71	118.75	113.09	6"
16.00 mts	1.2	241.27	211.12	201.06	6"
20.00 mts	1.2	376.99	329.87	314.16	6"

En resumen, los **estanques de geomembrana** son un excelente equipo durable y resistente para su negocio de acuicultura y con Soluciones Ambientales integrales, una alternativa para producir peces en áreas pequeñas (traspatio) con la única condición de contar con agua suficiente para una buena producción.

### 3.15 Jaula Flotante

El cultivo de peces en jaulas es un método alternativo que permite aprovechar los ríos, lagos, embalses y en general cualquier cuerpo de agua natural.

Este sistema de cultivo es empleado con mucha frecuencia en otros países, donde se cuenta con numerosos cuerpos de agua como lagos, embalses y represas.



Las jaulas flotantes están diseñadas para un confinamiento seguro de los peces con agua suficiente (3m<sup>3</sup>) y con los parámetros fisicoquímicos requeridos en su calidad para el desarrollo de los peces.

Es necesario garantizar que su ubicación cuente con las condiciones ambientales apropiadas pues su establecimiento se realiza en cuerpos de agua naturales como son ríos, lagunas y embalses donde el control es prácticamente imposible si se consideran las corrientes, las fluctuaciones del nivel de agua y su calidad en cuanto a sustancias y materiales en suspensión. Otros aspectos considerados para el funcionamiento de las

jaulas además de la cantidad y calidad del agua son la resistencia y durabilidad, por lo que se tomarán en cuenta los materiales utilizados en su construcción en este caso mallas



plásticas extruídas (rígidas), resistentes a los rayos UV, y ataques de predadores como serían aves y nutrias.

Se deben considerar las siguientes condiciones para el establecimiento y funcionamiento de las jaulas flotantes:

- Contención.
- Calidad fisicoquímica del agua
- Ubicación
- Resistencia y durabilidad.



Entre sus ventajas están las siguientes:

- Sistema que permite desarrollar cultivos intensivos (100 a 200 peces por metro cúbico).
- Facilidad de manejo (Alimentación, limpieza, selección).
- Rápido crecimiento de los peces.



Vista en la Profundidad de las jaulas



## UNIDAD IV

### 4.- Principales enfermedades los peces.

#### 4.1.- Como surgen las enfermedades.

Las enfermedades pueden ser generadas en la producción de peces, por las siguientes causas que son:

##### **Biológicas:**

Virus, bacterias, hongos y parásitos.

##### **Físico-químicas:**

Intervalos inadecuados de los parámetros ambientales como la Temperatura, el nivel de oxígeno disuelto; el pH, la concentración de sólidos suspendidos, la concentración de compuestos nitrogenados, etc.

##### **Nutricionales:**

Sub-alimentación por cantidad o calidad; toxicidad generada por manejo inadecuado de alimentos, etc.

##### **Denso-dependientes:**

Densidades de cultivo inadecuadas

En las granjas piscícolas, las enfermedades se presentan por la interacción de variables ambientales o de manejo, presencia de agentes patógenos y condiciones sub-óptimas tanto nutricionales como inmunológicas de los organismos en cultivo. En dicho ambiente, los peces cohabitan o están infectados de numerosos agentes patógenos sin generarle la enfermedad, esta situación se establece por un equilibrio entre la resistencia del huésped (pez) y la virulencia del agente patógeno (nocivo). Dicha condición se rompe, cuando existen factores de estrés suficientemente importante, para que el animal enferme.

El piscicultor debe mantener la condición de equilibrio de dichas variables en el sistema, para reducir significativamente la probabilidad de aparición de padecimientos, realizando un manejo correcto y manteniendo la calidad del agua en óptimas condiciones.

#### 4.2 Identificación de la presencia de enfermedades en peces.

El conocimiento de la conducta y la anatomía externa normal del pez, permiten identificar la presencia de enfermedades en los recintos acuáticos, cuando se presentan anomalías (Tabla 1).

En la producción de peces la rápida identificación en los estanques de la presencia de enfermedades permitirá al piscicultor tomar medidas apropiadas para prevenir la propagación del agente patógeno en las instalaciones, como así también realizar ajustes en el manejo en caso de enfermedades de origen no infeccioso.

**Tabla 1. Diferencias en el comportamiento y la apariencia física externa de un pez sano y de un enfermo**

Aspecto a considerar	Pez sano	Pez enfermo
1. Natación	Normal (característico de cada especie)	Irregular, errático, puede ser dando zancos con hundimiento de costado en la natación.
2. Coloración	Coloración característica de cada especie, brillante y homogénea en toda la superficie.	Colores opacos, amarillentos, blancos o rojizos.
3. Piel	Suave, sin descamación ni hematomas, con secreción de mucus.	Descamaciones evidentes; úlceras o hematomas con hiper-secreción mucus.
4. Coloración	Pigmentación definida de acuerdo con la especie	Colores claros en caso de anemias, falta de oxígeno y oscurecimiento en algunas enfermedades infecciosas. Petequias (puntos hemáticos)
5. Piel	Suave, sin descamación ni hematomas, con secreción de mucus.	Descamaciones evidentes; úlceras o hematomas con hiper-secreción mucus.
6. Ojos	Brillantes con cornea transparente	Opacos



Algunas apariencias de un pez sano y uno enfermo.

### 4.3.- ¿Qué hacer en caso de aparición de enfermedades?

EL piscicultor debe realizar, durante sus actividades rutinarias, observaciones del comportamiento de los peces, de tal forma que pueda identificar posibles problemas de salud y tomar las medidas oportunas para controlar o disminuir los efectos producidos.

En general los técnicos son escasos y se encuentran alejados de la finca de producción, por lo que el productor debe conocer las acciones básicas a realizar para que el técnico interviniente disponga de las herramientas para una identificación correcta de la causa de enfermedad.

A continuación, se describe una secuencia sencilla de procedimientos para la obtención de informaciones básicas y toma de muestras para envío al laboratorio, que puede ser utilizado por el productor o el profesional técnico interviniente. Así también se elaboraron unas planillas que facilitarán

la recopilación de datos en el campo.

En la recopilación de informaciones es importante elaborar un historial lo más completo posible de la finca y de la producción, por lo que el encargado o propietario de la granja debería contar con una bitácora o libro de registro donde anote todas las actividades fuera de rutina, situaciones anómalas (descensos bruscos de temperatura, lluvias prolongadas, floraciones de algas anormales, datos del clima, ingreso de nuevos organismos a la granja, comportamiento anormal de los organismos, etc.). Esto permitirá, en conjunto con la descripción de las actividades de manejo, contar con un panorama claro de eventos ambientales o de rutina, que pudiesen estar relacionados con la aparición de una enfermedad.

Se requiere información general de apoyo, esto, se refieren a los datos básicos de la unidad de producción y la evolución que ha tenido desde su inicio. En este sentido es importante conocer los siguientes puntos:

- El ciclo de producción a que se dedica la finca (reproducción, pre engorde o engorde).
- El sistema de producción utilizado para la explotación (intensiva, semi-intensiva, extensiva).
- Densidad de siembra de los peces (por metro cuadrado de espejo de agua o por metro cúbico si se trata de jaulas flotantes).

- Lugar de adquisición de los alevines en caso de dedicarse al pre-engorde o engorde y si cuentan con un certificado sanitario.
- Existencia de pediluvio para el control de visitas en la finca u otro tipo de infraestructura preventiva y observaciones sobre su uso adecuado.
- Lugar de adquisición y tipos de alimento balanceado utilizados en la producción; así como lugar de almacenamiento y tiempo desde su compra.

### **Manejo.**

La recopilación de datos de los trabajos rutinarios que se efectúan normalmente en la finca, es de suma importancia para poder orientar las exploraciones hacia el posible origen de la enfermedad. Al respecto presentamos los puntos fundamentales a tener en cuenta:

- En las incorporaciones de peces en la UP, determinar los procesos que se siguen para el transporte y siembra en los estanques, e indicar si existieron nuevas adquisiciones.
- Frecuencias de manejo de peces y su objetivo (transferencia entre estanques, biometrías, etc.).
- Frecuencia de suministro de alimentos y percepción del consumo por los animales de la misma.
- Sistema de suministro de agua utilizada y manejos recientes realizados en el estanque con problema.
- Niveles de sólidos en suspensión (turbidez del agua) y presencia de algas en exceso en el estanque.

### **Higiene.**

Los cuidados higiénicos que se realicen en el manejo de los estanques y durante la manipulación de los animales son primordiales para considerar un probable origen de los problemas de salud del pez, en este sentido los datos colectados deben considerar los siguientes aspectos:

- ¿Los peces adquiridos para la UP cuentan con certificación sanitaria?
- ¿En la UP se practica la cuarentena para la introducción de nuevos ejemplares?
- ¿Cuáles son los procedimientos que se realizan en la UP en caso de aparición de animales muertos o con comportamiento anormal?
- ¿Cuáles son los procedimientos de limpieza del área de los estanques y la granja piscícola?
- Método utilizado para el control de posible entrada de organismos patógenos a la UP (pediluvios,

cercos sanitarios, etc.).

### **Ambiente del pez.**

Los datos obtenidos sobre el manejo de los factores ambientales son fundamentales, teniendo en cuenta la importancia que representan como detonante de la aparición de enfermedades en los estanques de producción, por lo que el control y seguimiento de los parámetros físico

– químicos que el piscicultor realice en los estanques dará la pauta de la influencia de este factor en la aparición de las enfermedades en la UP.

#### **4.4.- Obtención y envío de muestras al laboratorio.**

El éxito de un examen clínico, dependerá exclusivamente de la selección apropiada del material enviado, como así también del correcto procedimiento durante la toma de muestra y la adecuada conservación del espécimen hasta llegar al laboratorio ictiopatólogico.

El envío de muestras frescas de peces al laboratorio de ictiopatología, se realiza de la siguiente forma:

#### **Aspectos a considerar en la toma de muestra.**

- Elegir peces que manifiestan la enfermedad y que aun estén vivos (moribundos).
- Enviar cuatro a seis peces representativos del problema evidenciado.
- En caso de no conseguir animales vivos que desarrollen la enfermedad, enviar muestras de peces, con muerte lo más recientemente posible.
- Remitir el material lo más rápidamente posible.
- La muestra debe ir acompañada de los datos del establecimiento y las informaciones recopiladas en el historial clínico y la evaluación *in situ*.
- Colocar las muestras frescas en bolsas plásticas limpias (no usadas para el mismo propósito anteriormente) y en un recipiente con hielo, evitando el contacto directo de unas bolsas con

otras.

- En lo posible realizar disecciones para obtener muestra de órganos internos especialmente hígado, bazo, riñón, intestinos y músculos.



### Envío de muestras.

- Seleccionar animales vivos con síntomas de enfermedad.
- Enviar sólo animales frescos conservados en hielo (sacrificados para el envío).
- Muestras de partes del animal como branquias, corazón, hígado, páncreas, tracto gastrointestinal, riñón y bazo, deberán colocarse en bolsas separadas y etiquetadas con información básica (ejemplo: hígado, pez adulto, macho, estanque No.-; colectado por--; fecha de colecta).
- De acuerdo con la solicitud del laboratorio, pueden enviarse muestras específicas, como de piel, branquias u otros órganos internos, así como muestras de sangre. Deberán obtenerse indicaciones específicas por parte del laboratorio.



Proceso de toma de muestra de las branquias con un hisopo (hisopado)





Ejemplar con nivel avanzado de deterioro post-mortem inservibles para los estudios de laboratorio (clínicos)



Muestras en bolsas plásticas con hielo recepcionada en el laboratorio para su análisis

**Fijadores utilizados para la conservación de la muestra.**

Los conservantes más frecuentemente utilizados son: Hielo, formol, alcohol, etanol y alcohol glicerina. Dichos productos son utilizados para la fijación de la muestra según el tipo de examen esperado, cabe mencionar que para los exámenes histopatológicos se utiliza formol al 10 %, mientras que, para los exámenes parasitarios se emplea alcohol al 70 % o alcohol glicerina.

### **Procedimiento para la toma de muestra de órganos internos.**

Procedimientos sencillos para obtener y enviar órganos internos al laboratorio. Para el efecto debe realizar un corte al costado del vientre del pez y extraer algunos órganos fácilmente reconocibles como el hígado, el intestino y el estómago. Posteriormente debe ubicarlos en recipientes limpios de cristal o plástico y agregarles los fijadores.

Delimitación para el corte de la pared abdominal, para acceder a órganos internos



Muestras de diferentes órganos internos obtenidos de un ejemplar para la fijación y envío de materiales biológicos al laboratorio.



#### 4.5 Muestra de agua.

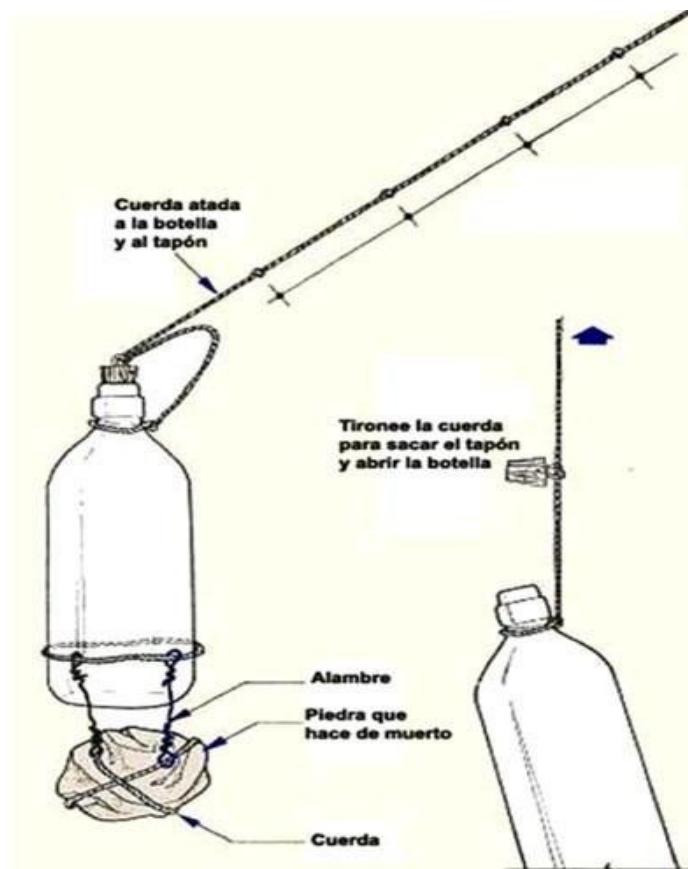
Junto con el examen clínico de los peces, se recomienda realizar levantamientos de datos de los parámetros de calidad de agua en el recinto, lo cual será importante para descartar en el momento del diagnóstico, probables enfermedades ocasionadas por agentes no infecciosos.

Los procedimientos a seguir para la toma de muestras de agua para laboratorio son los siguientes:

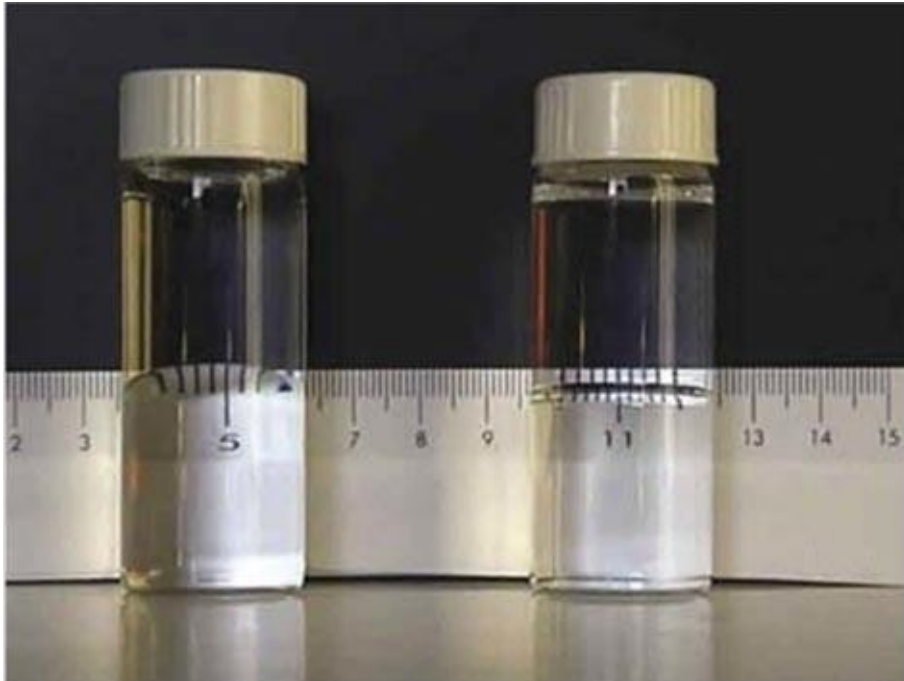
- Contar con un colector de agua hecho con una botella de 750 ml, un tapón bien apretado y un peso que cuelga del fondo de la botella.
- Disponer de un frasco limpio (de preferencia haberlo limpiado con agua caliente) y contapa.
- Recoger el agua de por lo menos 30 cm por debajo de la superficie.
- Colectar un promedio de 500 ml de agua.
- Mantener la muestra entre 20 y 22 °C colocándola en un recipiente a la sombra y con un poco de hielo.
- Remitir la muestra lo antes posible al laboratorio, con una etiqueta que contengan los datos de

identificación.

Sencillo recolector de agua hecho con una botella de 750 ml, un tapón bien apretado y un peso que cuelga del fondo de la botella.



Frascos esterilizados para trasportar el agua al laboratorio para su análisis

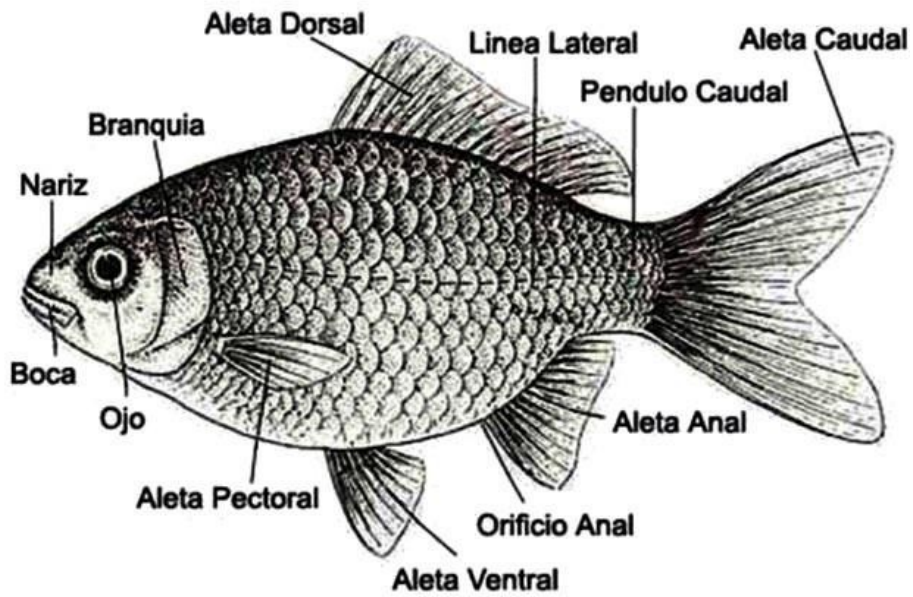


#### 4.6.- Anatomía del pez.

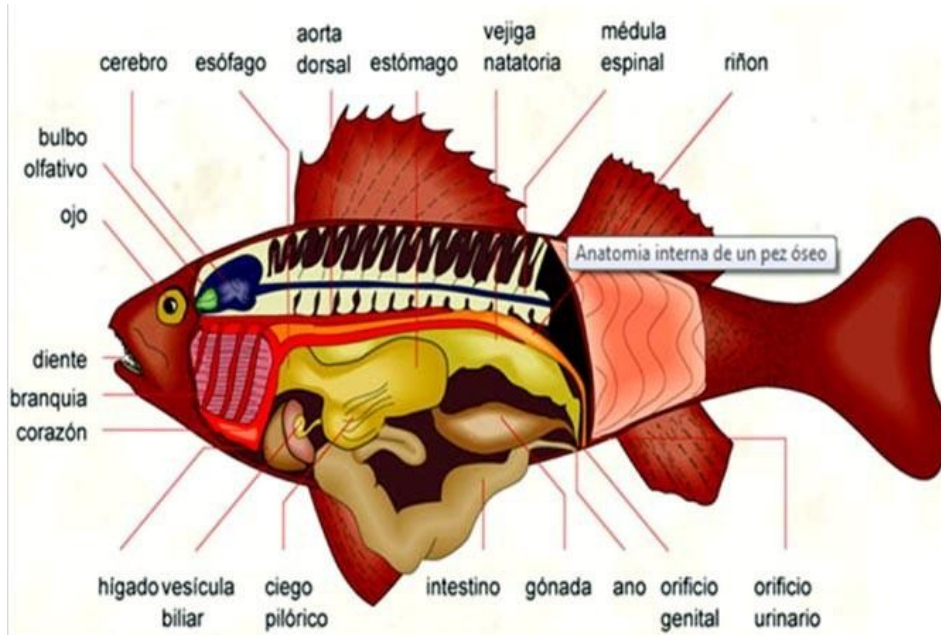
El conocimiento de la anatomía del pez por parte del productor, proporcionara las condiciones básicas para un diagnóstico presuntivo de la enfermedad que aqueja a su producción. En dicho sentido la presencia de lesiones en ciertas partes del cuerpo u órganopuede encaminar al productor a realizar ciertos cambios en el manejo de sus peces o proceder arealizar tratamientos preventivos que se describen en el manual.



Anatomía externa de un pez



Anatomía interna de un pez



#### 4.7.- Enfermedades comunes en piscicultura.

##### 4.7.1.- Enfermedades de origen no infeccioso.

### **Temperatura.**

Los peces son poiquiloterms, variando su temperatura de acuerdo a la temperatura del medio en que viven, adaptándose a las variaciones moderadas de temperatura, en un intervalo de tolerancia dependiente de cada especie en particular. Dichos niveles de adaptación corresponden a entre 18 y 30 °C, para las especies explotadas comercialmente en nuestro país. Las variaciones bruscas de temperatura (agudas) o temperaturas extremas por períodos prolongados (crónicas), generan estrés, disminución en las defensas, disminuyen el apetito de los peces y pueden causar la muerte. La disminución en las defensas de los peces y la condición de estrés provocan enfermedades causadas por los agentes patógenos presentes, ya que éstos se adaptan con mayor rapidez a los cambios de temperatura.

### **Potencial de hidrogeno (pH).**

Durante un día, el pH, el oxígeno y la temperatura fluctúan de acuerdo con la hora, al amanecer, los niveles de oxígeno disuelto en el agua son más bajos, al igual que el pH. A medida que transcurre el día, con la presencia de la luz del sol, la temperatura sube y el fitoplancton (plantas microscópicas del estanque) producen oxígeno, por lo que esta variable se eleva, al igual que el pH. Por la noche ocurre lo contrario, una disminución del pH y el oxígeno, por lo que es importante estar atento a estas variaciones.

La composición química de los cuerpos de agua está vinculada con la estructura química presente en los suelos sobre los cuales reposan. Los suelos de la región oriental de nuestro territorio presentan un suelo ácido, lo cual genera que el pH del agua sea bajo (ácido).

Las especies de peces producidas en nuestro medio generan resultados satisfactorios en un intervalo de pH 6 a 8, fuera de dicho intervalo podrían presentarse dificultades. Los peces pueden sobrevivir a niveles altos de pH, pero no toleran las variaciones bruscas, dichas situaciones ocurren durante lluvias intensas en donde los estanques no disponen de sistema de control de entrada de agua.

Cuando los peces están expuestos de forma crónica a bajo pH los síntomas se evidencian en las branquias produciendo una lesión aguda con disfunción respiratoria y muerte, además en ocasiones se visualizan daños sobre la piel, aletas y cornea. Así también se observan efecto a largo plazo en la fisiología y bajo crecimiento de los peces sobrevivientes.

### **Enfermedad de las burbujas.**

La exposición de los peces a sobresaturación de gases atmosféricos (especialmente oxígeno) genera lesiones que se observan en el interior de los tejidos como pequeñas burbujas, especialmente bajo la piel, en los ojos o en las aletas. Dependiendo del nivel de sobresaturación puede producirse mortandad masiva debido a embolias producidas por las burbujas.



### **Sólidos en suspensión.**

Las partículas de materias presentes en el agua de los estanques en producción, pueden generar lesiones en las branquias produciendo serios trastornos respiratorios. La gravedad de las patologías está directamente relacionada a la cantidad de partículas presentes y la naturaleza de las mismas. Las más dañinas son las partículas duras, angulosas o con punta fina, dichas partículas pueden incorporarse al



agua de los estanques posterior a una lluvia o añadirse del fondo del estanque durante los trabajos rutinarios.

### **Toxinas endógenas.**

Los desechos del metabolismo de los peces (amoníaco y nitrito) pueden producir efecto tóxico sobre su salud si se acumulan en niveles elevados, conduciendo al animal a la muerte o una patología branquial crónica. Dicha situación se presenta en estanques cuya calidad del agua no sea controlada con densidades altas de peces, como así también en una sobre alimentación y poco recambio de agua.

Así también con niveles altos de bióxido de carbono en agua se produce nefrocalcinosis, que consiste en una deposición en el riñón de sales de calcio insolubles produciendo una extensa lesión renal y la consecuente disfunción renal.

### **Toxinas exógenas.**

En las explotaciones piscícolas son innumerables los compuestos que pueden ser tóxicos a los peces y que son introducidos a los estanques del exterior. En general cuando se presentan estos tipos de acontecimientos ocurre una mortandad aguda por acción directa o por la disminución del oxígeno disuelto producido por la toxina. Los síntomas que aparecen con más frecuencia son lesiones en branquias, piel, como así también fuertes lesiones hepáticas y en menor proporción en el riñón.

En estos casos la forma más eficaz de evitar el problema es con la profilaxis, es decir, asegurando que estas toxinas no lleguen al área de explotación, controlando los canales de abastecimiento de agua y de desagüe, conociendo el perímetro de la granja, plantaciones aledañas que requieran tratamiento con agroquímicos que bajo algunas circunstancias pudieran ser arrastradas a los estanques, etc., en el caso de presentarse estos inconvenientes, el método más rápido sería el recambio de agua y traslado de los peces a otros estanques libres de contaminación.

### **Lesiones mecánicas.**

Las actividades rutinarias que se realiza en los estanques suelen ocasionar lesiones, en especial durante el manipuleo o recogida con redes, que generan pérdidas de escamas, lesiones de la epidermis, con las consiguientes infecciones con microorganismos de zonas desprotegidas expuestas por la lesión.

En ocasiones dichas zonas lesionadas pueden derivar a complicaciones más severas como ulceraciones profundas y fallos en el control osmoregulador del pez. Por dicho motivo es importante minimizar la manipulación y aplicar medidas profilácticas durante los principales procedimientos de manejo.

### **Enfermedades nutricionales.**

En el mercado existen una amplia variedad de balanceados que pueden ser utilizados por el productor para la alimentación de sus peces. La baja calidad del alimento suministrado al pez está determinada por la escasa disponibilidad de nutrientes adecuado en la ración, formulación y procesado inadecuado del producto, carencia de conocimiento y comprensión de las necesidades nutricionales del pez y almacenamiento inapropiado del producto.

Los síntomas característicos que se presentan en la deficiente calidad del alimento están relacionados con la desnutrición.

La desnutrición es muy fácil de identificar en un pez, en las observaciones del animal se presentan con pérdida de condición corporal y peso, malformaciones del esqueleto, crecimiento lento. Además, en algunas ocasiones se tornan agresivos, presenta un aumento del canibalismo, que puede ir de unos simples mordiscos hasta intentos de engullir peces enteros.

#### 4.8.- Enfermedades de origen infeccioso.

Las patologías de origen infecciosas son las enfermedades que se producen por acción de microorganismos que se introducen en el cuerpo o tejido del pez y crean una infección o infestación (parásitos). Entre dichos agentes patógenos se encuentran los virus, bacterias, protozoos y hongos.

Dichos microorganismos se diferencian por el modo de producir las enfermedades, clasificándose en dos categorías: específicos y no específicos. La primera se caracteriza por que dichos organismos generan siempre enfermedad cuando están en contacto con el huésped; mientras que los segundos solo desencadenan la enfermedad cuando las condiciones les son propicias, en el caso del deterioro de la calidad de agua o por la debilidad del pez.

#### 4.9.- Principales enfermedades parasitarias.

##### **Ichthyophthiriosis.**

Es responsable de la enfermedad denominada punto blanco en la mayoría de las especies de peces de agua dulce.

##### Cuadro clínico (Síntomas)

Los peces afectados se frotan contra el fondo u otros objetos, saltan o se deslizan sobre la superficie del agua. Dicha conducta es debida a la irritación que produce los trofozoitos maduros al digerir los tejidos cutáneos para salir al exterior y cumplir su ciclo de vida. En una parasitosis masiva se producirán grandes lesiones que puede exponer al animal a infecciones como así también a alteraciones en la osmorregulación.

La enfermedad se inicia cuando el parasito se pone en contacto con el pez y atraviesa la membrana mucoso protectora que recubre la piel, en dicha etapa no se visualiza los puntos blancos, pero se observan cambios en el comportamiento como saltos, deslizamiento sobre la superficie y frotamientos contra sustratos que se encuentran en el estanque. Con posterioridad aparecen los puntos blancos patognómicos de medio milímetro de diámetro en todo el cuerpo, que pueden confluir para formar lesiones más grandes.

Los peces con severa afección branquial suelen tener dificultades respiratorias, signo que puede manifestarse porque nadan en la superficie o porque respiran por una sola agalla, aunque esto último es muy infrecuente de observar, porque generalmente la muerte sobreviene mucho antes.

Otro signo que puede ser tenido en cuenta es la “exoftalmia”, es decir, la protrusión del globo ocular por fuera de la órbita. Esto parece ser debido a la afección de los tejidos periorbitarios y de la musculatura ocular.

## Tratamiento

En general la prioridad debe ser la prevención de enfermedades, más que pensar en su tratamiento. Las buenas prácticas acuícolas, el seguimiento rutinario y la bioseguridad, son los mejores determinantes de la salud de los peces en cultivo; sin embargo, cuando alguno de estos factores falla, puede pensarse en tratamientos.

Una vez instalada la enfermedad en los estanques de producción, se torna muy difícil su eliminación, obligando al productor a tomar medidas extremas para su logro.

Las medidas básicas de prevención para el punto blanco son:

Cuidar la calidad del agua en que viven los peces, intentando mantener rangos de pH y temperatura óptimos para las especies que mantenemos.

Evitar comprar peces de UP sin certificación sanitaria

Observar rutinariamente los peces, para identificar puntos blancos en la piel de forma circular. En caso de descubrir no introducir peces de origen incierto o sin haber sido verificado su estado de salud.

Cuando se tenga la necesidad de introducir peces de procedencia o condición de salud dudosas, es importante cumplir con un período de cuarentena de al menos 2 semanas en un estanque aislado y con seguimiento clínico.

Los pasos a seguir para la eliminación de la enfermedad de un estanque, evitando así contagios en otros y en la UP.

Sacrificio de todo el plantel infectado. Usar incineración en áreas alejadas de la zona de producción.

Drenado total del estanque.

Exposición del fondo del estanque al sol, aplicando cal viva a razón de al menos 500kg/ha por menos 2 semanas.

Introducir agua cubriendo el fondo y drenar nuevamente para desalojar los residuos de cal.

Llenar nuevamente el estanque con agua nueva y sembrar sólo si no se ha detectado la enfermedad en otros estanques de la granja. Realizar un seguimiento de la siguiente producción en dicho estanque para identificar posibles rebrotes.



### **Chilodonellasis.**

Es causante de la enfermedad denominada opacidad de la piel.

#### **Etiología**

El agente causal es la *Chilodonella sp.*, que es un protozoo ciliado.

#### **Ciclo de vida**

La enfermedad comúnmente comienza sobre la cabeza y la aleta dorsal para luego extenderse sobre todo el cuerpo. Este parásito raramente produce problemas en lotes de peces bien nutridos (sanos), siendo clásicamente un problema de animales que salen de la hibernación y que están débiles y con bajas defensas.

El parásito es de forma ovoide aplanada con cilios, sobre la piel del pez se desliza alimentándose de las células epiteliales aspirando su contenido, son muy resistentes a las temperaturas bajas y aparecen en dicha temporada.

### Cuadro Clínico

El cuerpo del animal afectado puede presentar una purulencia que asemeja papel de lija, pero que con el transcurso del tiempo comienza la piel a desprenderse. También suele atacar las branquias, presentando en dicho caso cuadros bastantes críticos, pues además de frotarse contra el fondo y superficie duros, se presentan problemas respiratorios “boqueo en superficie”. Los peces presentan movimientos lentos, y se separan de los cardúmenes.

### Tratamiento

Se puede realizar con baños (inmersiones) en agua con sal común en una proporción de 1%(1g por cada litro de agua) durante 10 minutos, con repeticiones durante las siguientes semanas hasta que se observe una mejoría.

Para la eliminación total de la enfermedad, se debe seguir los mismos pasos descritos como medidas básicas de prevención para el punto blanco.

### **Trichodinasis.**

La enfermedad es de distribución mundial afectando peces de agua dulce y salada, estos parásitos colonizan la superficie de las branquias y piel, en tilapia constituye un problema severo, debido a que invaden la boca y se trasmite a las larvas que se incuban en la boca.

### Etiología

El agente agresor son parásitos del grupo *Trichodina*, formado por tres géneros: *Trichodina*, *Trichodonella* y *Tripartiella*.

### Cuadro clínico

Los síntomas muestran características típicas de infestación con parásitos externos, secreción excesiva de mucus en el cuerpo y branquias, desprendimiento de escamas, enrojecimiento de la zona infectada y opacidad en la piel.

## Diagnóstico

El parásito se identifica por medio de preparaciones en fresco de las branquias observando al microscopio, donde se observa el parásito con forma de plato con un borde ciliado alrededor de todo el perímetro.

## Tratamiento

En caso de considerar conveniente el tratamiento, este se realiza con inmersiones en agua con sal común en una proporción de 1% (1g por cada litro de agua) durante 10 minutos, con repeticiones durante las siguientes semanas hasta que se observe una mejoría.

Además, el agua oxigenada se puede utilizar en forma tópica, el proceso consiste en mojar un hisopo y humedecer la parte de las branquias o parte afectada con el producto.

## **Ichthyobodo (Costiasis).**

Es un padecimiento que afecta a todas las especies de peces de agua dulce en el mundo, se ubican sobre la piel o branquias del huésped, alimentándose de las células epiteliales. Estos parásitos pueden estar fijos a los peces, presentando una forma piriforme o en estado libre en el agua adquiriendo una forma arriñonada.

## Etiología

Los agentes causales son ectoparásitos protozoos flagelados, *Ichthyobodo sp*, conocido también comúnmente como *Costia*.

## Cuadro clínico

Los síntomas típicos de la infección por ectoparásitos son abundante producción de mucus, edemas epidérmicos, hiperplasia en los lugares de ubicación y hasta ulceraciones. El animal presenta signos de irritación, disfunción respiratoria y las aletas deshilachadas.

## Tratamiento

Los parásitos presentan una buena respuesta a los antiparasitarios habituales, se puede usar inmersiones de 30 a 45 minutos en una solución de agua con formol 15 a 25 ml/l.

### **Argulosis.**

Esta enfermedad es denominada comúnmente piojo de los peces de agua dulce, infestando a peces nativos y cultivados en acuicultura.

#### Etiología

El agente causal es el ectoparásito *Argulus* sp, un crustáceo de cuerpo, aplanado dorso-ventralmente, de hasta 1 cm de longitud. En los peces frecuentemente se lo observa en la cabeza o en zonas protegidas tras las aletas.

#### Ciclo de vida

Estos parásitos son muy móviles y se trasladan con facilidad de un pez a otro y sobreviven durante largo periodo fuera del hospedador. Son organismos dioicos, es decir son de ambos sexos y el apareamiento se realiza sobre el hospedero. Las hembras una vez fecundado el huevo abandonan al pez para depositar sus huevos en la vegetación acuática, Las larvas al nacer buscan activamente un pez para asentarse y crecer parasitándolo, produciendo úlceras hemorrágicas que son propensas a infectarse por patógenos oportunistas.

#### Cuadro clínico

Los peces afectados al inicio de la infestación se frotan contra sustratos duros por la irritación cutánea, presentan aletas caídas y presentan nado violento en la superficie del estanque. Con posterioridad aparecen puntos enrojecidos y se evidencian los parásitos. Esta enfermedad puede producir una mayor mortalidad en alevines.

#### Diagnóstico

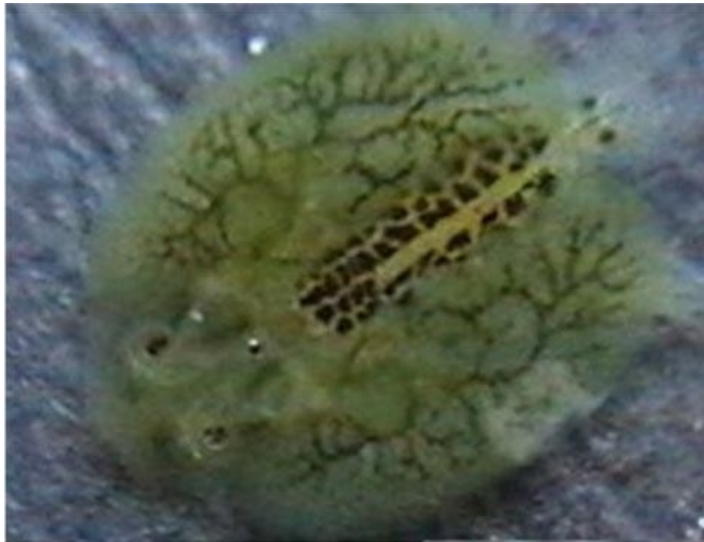
Se realiza por observación directa del agente agresor.



## Tratamiento

Los tratamientos con permanganato de potasio a razón de 2 a 3 mg x litro de agua generan buenos efectos, pero para un control más seguro, se debe realizar prácticas de drenaje, secado y desinfección con cal viva de los estanques, destruyendo todas las fases del ciclo de vida del parásito. Así también el control de la vegetación en los estanques ayudará a disminuir la carga parasitaria, debido a las restricciones de las zonas propicias (sustrato) para su reproducción.

### Piojo del pez de agua dulce (Argulosis)



### **Ergasilosis.**

Es una enfermedad de las branquias, donde el parásito se ancla por medio de ganchos al huésped, presentan un característico pigmento de color azul.

#### Etiología

El agente causal es un copépodo crustáceo, el *Ergasilus sp.* que mide 1,5 mm de largo y 0,5mm de ancho, que parasita las branquias causando problemas respiratorios y anemia.

#### Ciclo de vida

Las larvas de este copépodo son de formas libres y nadan en el agua. Las formas adultas se fijan por dos ganchos fuertes (antenas modificadas), sobre las branquias, dificultando al pez en el intercambio gaseoso.

El parásito adulto es de gran tamaño pudiendo ser observado a simple vista llegando a medir en algunos casos hasta 5mm de diámetro, es por dicho motivo que casi nunca se encuentran alevines. Son de ciclo anual, se reproducen en meses cálidos, por lo que atacan con más frecuencias a los peces de clima tropical.

Este parásito causa con sus ganchos numerosos micro heridas, que pueden infectarse o ser atacadas por hongos.

### Diagnóstico

Observación directa del crustáceo en las branquias del pez, a simple vista o con la ayuda de una lupa, se observan como pequeñísimos gusanos con dos saquitos en su terminación de color blanquecino.

### Tratamiento.

Baños con permanganato de potasio en concentración de 1 gr en 10 litros de agua durante 5 a 10 minutos, pero para un control apropiado y seguro, se recomienda realizar prácticas de drenaje, secado y desinfección con cal viva de los estanques.

### Lerneasis.

En los peces aparecen sobre la superficie del cuerpo en esta enfermedad, como una varilla anclada que corresponde a una parte del cuerpo del ectoparásito, no es raro que a ambos lados de la misma se presenten masas globulosas que corresponden a los sacos ovígeros.

### Etiología

El agente causal es *Lerne* sp., que son crustáceos parásitos cuya talla máxima es de 2 cm de longitud, presentan la particularidad de que solo las hembras parasitan, mientras que el macho solo participa en la fecundación y se cobijan en las branquias de los peces para la espera, sin producir ningún parasitismo y luego mueren.

### Ciclo de vida

Los huevos son liberados en el medio acuático, de los cuales nacen unas larvas de vida libre que se les denominan nauplios, estos llegan al estado de adulto sin llegar a asentarse en ningún pez, es en este momento cuando el macho, más pequeño de aproximadamente tres veces menos que la hembra, la

fecunda y muere, inmediatamente la hembra sufre una transformación eliminando todos los apéndices que no utilizará en su etapa de ectoparásito y se ancla en su huésped generando la enfermedad y liberando de nuevo huevos en el ambiente.

### Cuadro clínico

El pez se ve desnutrido y enflaquece, presentando, con movimientos natatorios rápidos, se frota sobre las superficies de sustrato que se encuentran en los estanques, tratando de desprenderse del parásito.



### Diagnóstico

Se realiza por medio de la observación directa del parásito en el cuerpo del animal enfermo.

### Tratamiento

Los tratamientos repetidos con sulfato de cobre son moderadamente eficaces, pero no erradicar el problema. Lo mejor es el drenaje, secado y la desinfección con cal viva eliminar todas las fases, hasta inclusive los huevos.

## **Dactylogyrus.**

Estos parásitos son pequeños gusanos que se localizan en las branquias, aunque no exclusivamente. Se les denomina comúnmente como gusanos de las branquias.

### **Etiología**

El agente causal es el *Dactylogyrus sp.*, miden 0,4 a 0,8 cm de longitud, y pueden ser observados a simple vista o con la ayuda de lupa.

### **Ciclo de vida**

Estos parásitos son ovíparos con ciclo de vida directo (sin necesidad de un hospedero intermediario) Los adultos son hermafroditas (presentan los dos sexos en el mismo organismo) y se observan al microscopio con un cuerpo vitelino marrón dorado (huevos en formación). Los adultos producen huevos que diseminan en el entorno y que una vez que maduran estos huevos producen un oncomiracidio capaz de buscar un hospedero.

### **Cuadro clínico**

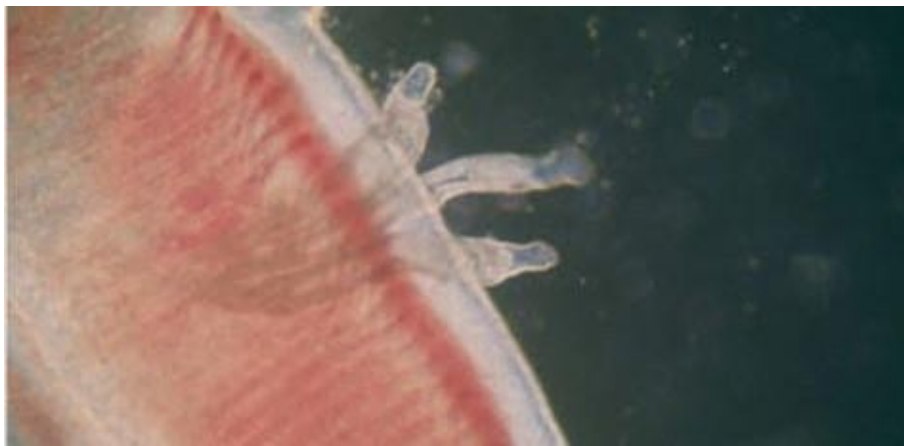
El parásito se localiza en las branquias produciendo lesiones debido a la acción de los ganchos de anclaje y la actividad alimentaria del gusano. En infestaciones masivas interfieren en la función de las branquias produciendo una agitación e ineficiencia respiratoria. En algunas ocasiones se produce pérdidas importantes por mortandad si no se toman medidas apropiadas.

### **Diagnóstico**

Se realiza con la confirmación de la presencia del gusano sobre las branquias del pez, esto se realiza normalmente con lupas.

### **Tratamiento**

Para la eliminación del parásito del medio acuático se debe realizar con tratamientos repetitivos empleando baños en agua con sal común en una proporción de 1% (1g por cada litro de agua) durante 10 minutos, dicha acción se recomienda para matar gusanos que se producen por cadaincubación del huevo; sin embargo, la limpieza y esterilización de las instalaciones, donde seaposible en especial los estanques, serán las medidas aplicables para la eliminación de los huevos, como la utilización de la cal viva.



Parasitosis de *Dactylogyrus* spp en branquias

#### 4.10- Enfermedades producidas por hongos.

En los peces son pocos el número de especies de hongos que son patógenos y frecuentemente son saprofitos que actúan como patógenos oportunistas, aprovechándose de lesiones en los tejidos.

## **Saprolegniasis.**

Es el más importante de los agentes fúngicos que ataca a los peces de agua dulce, normalmente actúa como un patógeno secundario de los peces enfermos o que estén inmunodeprimidos por la presencia de otras afecciones o por desnutrición.

Los factores que determinan la aparición y el mantenimiento de alta carga fúngica en el agua son: La presencia de una gran cantidad de materia orgánica en el agua, densidades altas de peces, animales muertos o huevos de peces en descomposición. Además, a temperaturas bajas suele ser más frecuente su aparición, debido a que la capacidad de respuestas inmunológica de los peces a las infecciones es disminuida.

Las infecciones de huevos de peces en periodo de incubación son muy frecuentes invadiendo los huevos muertos y extendiéndose hasta asfixiar y matar a los huevos adyacentes.

### **Etiología**

Dermatomicosis “Saprolegnia”.

### **Cuadro clínico**

Presenta síntomas externos visibles, sean placas o copos algodonosos de hongos. El pez infectado se aparta y nada aislado por los rincones del estanque o cerca de la superficie respirando lentamente, se frota contra sustratos duros. Su apetito está muy disminuido.

Esta enfermedad puede invadir cualquier pequeña herida en los peces y ocurren con facilidad después de la manipulación en trabajos de rutina. También en algunas ocasiones se observan laceraciones y desgarramiento de aletas, infectan las zonas ulceradas producidas por la presencia de otras enfermedades como la furunculosis (lesiones cutáneas causadas por bacterias).

### **Diagnóstico**

Se realiza por medio de la observación directa del hongo en la superficie corporal o por raspados de la piel y con lupas o microscopios.

### **Tratamiento**

En peces enfermos se puede utilizar fungicidas como el permanganato de potasio al 1% (10g/l de agua) o el yoduro de potasio (0.5g/10 litros de agua). Existen diversos antimicóticos comerciales que

pueden ser empleados; sin embargo, lo ideal es la prevención con buenacalidad del agua y la observación rutinaria de los peces en cultivo, para identificar oportunamente esta u otras enfermedades.



### **Branquiomicosis.**

En los cultivos de peces de agua dulce es un padecimiento considerado de importancia económica por la mortandad que generan, alcanzando el 95% a las 24 horas de infección, alcanzando el 100% de mortalidad en 48 Horas, El nombre común con el que se conoce esta enfermedad es de la putrefacción de las agallas.

#### Etiología

*Branchiomyces sp.*

#### Cuadro clínico

La enfermedad se presenta como cualquier otro padecimiento que ataca las branquias, pero rápidamente se convierte en un problema generalizado, con efectos devastadores. Las esporas atacan las branquias, extendiéndose rápidamente sobre el tejido, produciendo un doble efecto de intoxicación, por la necrotización del órgano, produciéndose rápidamente la muerte.

#### Diagnóstico

Las observaciones de los síntomas previos, como las disfunciones respiratorias, los peces se vuelven letárgicos, las branquias de los peces que presentan los síntomas adoptan una apariencia marmórea y deshilachada.

En la observación al microscopio las hifas comienzan a ser visibles a las 24 horas de iniciada la necrotización de las branquias. El proceso es muy rápido causando la muerte masiva en menos de 48 horas.

### Tratamiento

El tratamiento se torna imposible en los estanques de producción por lo fulminante de la enfermedad, mientras que el control de los estanques infectados se realiza con secado al sol y desinfección con cal viva, además de control de la calidad de agua y siembra con densidad apropiada de peces sin infección por la enfermedad.

#### 4.1.1.- Enfermedades producidas por bacterias.

En la producción de peces las bacterias junto con los virus son los grupos de organismos patógenos de mayor importancia. Estos microorganismos son pequeños de unos 0.5 a 100 micras y se requieren para su identificación la utilización de microscopios.

Las bacterias más comunes y con probabilidad de ser identificadas por el productor por sus síntomas son:

#### Gram negativa

*Flexibacter columnaris*, *Aeromonias* y *Pseudomonas*.

#### Gram positivas

*Streptococos*.



## **Pseudomonas.**

La enfermedad septicémica por *Pseudomonas*, se presenta a escala mundial y son susceptibles a la enfermedad todas las especies de peces que viven en aguas dulces y salobres. Esta infección se presenta con más frecuencia en cultivos en estanques cuando los peces están estresados por una pobre condición medioambiental.

### **Etiología**

El responsable de la enfermedad es la bacteria *Pseudomonas sp*, Gram negativo. Son bacterias oportunistas, se encuentra en forma natural en todos los ambientes (acuáticos, terrestres y en atmósfera); así como formando parte de la flora del intestino de los peces saludables, se generan los brotes cuando las condiciones ambientales normales se alteran.

### **Cuadro Clínico**

La enfermedad se manifiesta con un curso agudo o crónico, con lesiones hemorrágicas sobre la piel y tejidos internos, siendo esto último lo más frecuente. Además, se presenta oscurecimiento de la piel, descamación, ascitis abdominal y exoftalmia.

### **Profilaxis**

En caso de la aparición de enfermedad se recomienda disminuir la densidad de los peces en los estanques, realizar manejos apropiados para mantener una calidad de agua a niveles apropiados.

### **Tratamiento**

Existen alimentos medicados con antibióticos de amplio espectro como la terramicina o la oxitetraciclina; sin embargo, nuevamente es importante considerar que es mejor prevenir que curar. En los acuarios también se utilizan antibióticos en solución al agua como la Aureomicina

## Estreptococosis

Estas bacterias viven en la flora intestinal normal de los peces, donde algunas especies pueden causar enfermedades en su huésped, bajo condiciones de estrés.

La enfermedad es transmitida horizontalmente de un pez a otro y desde el ambiente al pez.

### Etiología

*Streptococcus sp.*

### Cuadro clínico

Los peces nadan lentamente y se agrupan en los bordes de los estanques, inapetentes, se presenta abultamiento del abdomen y prolapso del ano, además de un cuadro meningoencefálico. La enfermedad puede ser aguda, con mortalidad que dura entre 2 a 3 semanas en la época en que la temperatura del agua es alta. Sin embargo, cuando la temperatura del agua es baja se caracteriza por ser crónica, causando un nivel de mortalidad bajo pero persistente.

### Profilaxis y tratamiento

En caso de aparición de la enfermedad se recomienda disminuir la alimentación para reducir la mortalidad, la disminución de alimento debe hacerse porque los peces presentan anorexia (falta de apetito) y la acumulación de partículas no consumidas deterioran la calidad del agua. Otras de las acciones a tomar es la disminución de la densidad de cultivo, ayudando a disminuir tanto el nivel de estrés como la carga del patógeno en la población, como así también el mantenimiento de niveles de oxígeno óptimos y temperaturas bajas.

## Columnaris

### Etiología

La enfermedad es causada por bacterias filamentosas, entre las cuales destacan *Flavobacterium columnare* y *Flexibacter columnaris*, pero hasta el presente la taxonomía del grupo está en constante revisión, en dicho aspecto es importante mencionar que algunos autores piensan que está provocado por varias especies de bacterias y no un único microorganismo.

## Cuadro clínico

En el pez se aprecia sobre la piel manchas blanquecinas que dan lugar a un rápido deterioro del lugar afectado con ulceraciones en un laxo de 24 horas, al mismo tiempo las aletas pueden mostrarse lechosos y erosionadas. El comportamiento del animal es típico en esta enfermedad, visualizándose boqueos de los peces en la superficie. Pese a recibir el nombre de hongo bucal, este microorganismo infecta todo el cuerpo, piel, branquias, órgano interno, dependiendo de la virulencia del patógeno y a menudo se confunde con una infección micótica, diferenciando de esta última por no presentar la estructura algodonosa.

## Diagnóstico

Por los síntomas característicos.

## Tratamiento

En los estanques de producción, una vez instalada la enfermedad, se torna muy difícil el control, debido a la extensión y volumen de los cuerpos de agua, obligando al productor a tomar medidas drásticas como la eliminación del lote y secado y desinfección para su eliminación.



## **Aeromoniasis (Asitis)**

### **Etiología**

Producida por bacterias, siendo las especies más comunes en peces *Aeromonas hydrophila* y *Aeromonas salmonicida*, son gram negativas, aerobias y anaerobias facultativas.

El periodo de incubación es de 4 a 8 días. Es muy probable que los peces curados se conviertan en portadores sanos. Se transmite por vía cutánea, digestiva o respiratoria.

### **Cuadro clínico**

Se produce en la afección con dos síntomas diferentes, una denominada maculosa con manchascutáneas rojas con diferentes formas y tamaño y la otra ascítica más grave con lesiones, pérdida de tejido. Los portadores sanos desde luego no presentan síntomas clínicos, pero transmite la enfermedad.

### **Lesiones**

La forma ulcerosa: Se observan máculas (motas) y úlceras en la piel.

La forma ascítica. Exoftalmia, notable hinchazón del vientre, ano inflamado y prolapso del mismo, descamación y aletas enrojecidas, congestionadas. Cavidad visceral con líquido gelatinoso, sanguinolento, ocasionalmente maloliente, hígado pálido amarillo con manchas blanquecinas característico e hiperemias. Riñón inflamado de consistencia pastosa. Bazo hipertrofiado, hemorrágico.

La forma con úlceras y necrosis. Hígado hiperemico, hemorragia generalizada.

### **Diagnóstico**

La observación de manchas rojas en la piel, enrojecimiento y úlceras.

### **Tratamiento**

Antibiótico: Estreptomicina, sulfamidas por vía oral en alimento (500 mg/kg de pez). Es poco efectivo cuando la enfermedad ha avanzado e infestado a un porcentaje importante (>10% de los organismos del estanque); es preferible eliminar el lote, para evitar la propagación.

## Glosario de palabras claves en acuicultura.

El desarrollo exitoso de la Acuicultura depende de la implementación de tecnologías apropiadas, así como de una constructiva interacción entre los acuicultores, las autoridades gubernamentales y las instituciones de investigación, empleando un lenguaje común y una adecuada terminología técnica.

**Abiótico:** Factor físico que influye en el desarrollo y/o la sobrevivencia de un organismo vivo.

**Aclimatar:** Ajuste de un organismo a nuevas condiciones ambientales.

**Ácido:** Sustancias capaces de reaccionar con bases en agua para formar sales. Se caracteriza por la liberación de iones hidrógenos en agua y su pH se localiza por debajo de 7.

**Adulto:** Cualquier animal que sea sexualmente maduro y haya alcanzado su crecimiento máximo.

**Aireador:** Equipo usado para introducir aire en el agua. Los aireadores pueden ser sistemas mecánicos, gravitacionales y de difusión.

**Aeróbico:** Condición o proceso donde está presente el oxígeno gaseoso.

**Alcalino:** Que tiene un pH mayor a 7.

**Alevín:** Estadío de desarrollo que comprende entre 3 y 5 cm de longitud total.

**Anaeróbico:** Condición o proceso donde no está presente el oxígeno gaseoso.

**Artemia salina:** Organismo del zooplancton ampliamente utilizado como alimento de alevines por sus amplias cualidades nutritivas.

**Autóctono:** Una especie nativa, especie indígena o autóctona es una especie que pertenece a una región o ecosistema determinados. Su presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin intervención humana.

**Biomasa:** Suma total de la materia de los seres que viven en un ecosistema determinado, expresada habitualmente en peso estimado por unidad de área o devolumen.

**Bioseguridad:** La bioseguridad pretende asegurar que el mantenimiento ecológico de tanto plantas como animales sea preservado. Esto engloba hábitats naturales, actividades empresariales (en especial la agricultura).

**Biótico:** Los factores bióticos de un ecosistema son aquellos que representan a los seres vivos del mismo, y se dividen en flora y fauna.

**Bivalvos:** Nombre para clase de moluscos acuáticos caracterizados por dos valvas calcáreas unidas por un ligamento flexible, incluye varias especies comestibles y cultivadas en acuicultura como mejillones, ostras, almejas, etc.

**Bomba aireadora:** Motor eléctrico sumergible cuyo eje se conecta con un propulsor el cual toma agua que es lanzada a manera de chorros, permitiendo el ingreso de aire.

**Conversión de alimento:** La conversión del alimento es el parámetro técnico que más se usa en la crianza de engorde para evaluar sus resultados. La sigla utilizada es CA (Conversión del alimento), es la relación entre la cantidad de alimento en kilos, que se necesita para producir un kilo de carne, es convertir o transformar el alimento en carne.

**Cultivo:** Producción de animales o plantas.

**Cultivos continentales:** Cultivos que se desarrollan en ríos, lagos, embalses o cualquier cuerpo de agua dulce.

**Cultivos marinos:** Se desarrollan en el mar o en zonas en comunicación directa con éste (bahías, lagunas, rías, bocas de ríos), en agua salada o salobre.

**Depredador:** Se dice de un animal que caza otro para su alimentación.

**Detritos:** Residuos, generalmente sólidos, que provienen de la descomposición de fuentes orgánicas y minerales. Es materia orgánica putrefacta

de la que seres vivos se alimentan. Generalmente viven en agua estancada, pantanos y se denominan saprófagos o saprófitos.

**Disco de Secchi:** Disco dividido en cuatro partes, blanco y negro, alternadas, que se utiliza para medir la claridad del agua midiendo la profundidad a la que ya no es visible desde la superficie.

**Dormante / Latencia:** Cualquier período/estadio durante el cual un organismo o algunos de sus órganos permanecen inactivos o su actividad se ve fuertemente reducida.

**Eclosión:** Acto o acción de abrirse un huevo en el que está integrado un nuevo ser vivo.

**Ecosistema:** Es una unidad donde se producen interacciones complejas entre sus componentes: biotopo (sustrato más características físicas y químicas) y biocenosis (todos los organismos).

**Engorde:** Cebado para lograr un peso determinado.

**Especie exótica:** Especie que no pertenece a la zona donde se pretende cultivar.

**Especie invasora:** Especie que logró asentarse y prosperar en un lugar que no es su hábitat original.

**Eutrofización:** Enriquecimiento natural o artificialmente acelerado de nutrientes en un cuerpo de agua, que conlleva a la reducción de oxígeno disuelto.

**Fertilización:** Preparación mediante el añadido de las sustancias apropiadas para que sea fértil el medio.

**Fitoplancton:** Pequeños organismos (microalgas) con capacidad de realizar fotosíntesis (productores primarios) con poca o nula capacidad de controlar su posición en la columna de agua.

**Gameto:** Célula sexual madura (óvulo o espermatozoide) haploide que se une con otro gameto del sexo opuesto para formar un cigoto diploide, esta unión es esencial para la reproducción sexual.

**Gónadas:** Órganos sexuales primarios, testículos y ovarios.

**Hábitat:** Lugar específico ocupado por un organismo con condiciones ambientales determinadas que satisfacen los requerimientos de ese organismo, una población o una comunidad.

**Heces:** Residuos de comida no digeridos, junto con residuos de secreciones, bacterias etc., que se expulsan del canal alimentario a través de la cloaca o ano.

**Ictiófago:** Que se alimenta de peces.

**Jaula:** Estructura utilizada para la cría, cerrada en el fondo y a los costados por un entramado de madera, malla o red. Permite el intercambio natural de agua a través de las paredes laterales y por el fondo de la jaula.

**Larva:** Estado de peces desde la eclosión hasta el final de la dependencia de vitelo como fuente nutricional.

**Nutrientes:** Que proveen aquello necesario para el desarrollo, de origen orgánico como inorgánico.

**Parásito:** Que vive a costa de otro organismo de distinta especie.

**Patógeno:** Cualquier organismo que viviendo sobre o dentro de otro organismo le cause enfermedad.

**Piscicultura:** Cultivo de peces.

**Plancton:** Organismos de tamaños muy reducidos cuyo movimiento es errante en la columna de agua, su desplazamiento viene dado por los propios movimientos de esta.

**Poiquiloterma:** Individuo incapaz de regular la temperatura del cuerpo independientemente de la temperatura ambiental.

**Productividad:** Capacidad de producción por unidad de trabajo.

**Productividad primaria:** Cantidad total de materia orgánica que está formada en cierto tiempo por la actividad fotosintética de las plantas.

**Ración extrusada:** Tipo de ración elaborada mediante un proceso llamado de “extrusión” en el que las materias primas son sometidas a altas temperaturas, humedad y presión.

**Reproductores:** Organismos adultos maduros sexualmente, con capacidad de reproducirse. **Saco vitelino:** Anexo embrionario que produce, transporta nutrientes y oxígeno hacia el embrión.

**Semilla:** Plantel de individuos a sembrar, generalmente se refiere a alevines.

**Siembra:** Liberación de los organismos (larvas o alevines) al medio de cultivo para su crecimiento y engorde.

**Stripping:** Técnica que consiste en realizar un masaje abdominal sobre individuos maduros sexualmente con la finalidad de extraer los gametos.

**Stock de reproducción:** Cantidad de peces maduros sexualmente, con capacidad de reproducirse en un determinado plantel.

**Vaso de Chasse:** Vasija de vidrio o acrílico utilizada para la incubación de huevos libres.



## Bibliografía básica y complementaria.

- Dr. Edgar Daniel Balbuena Rivarola, 2010. MANUAL BÁSICO DE SANIDAD PISCÍCOLA. *Oficial Principal de Acuicultura y Pesca para América Latina y el Caribe, FAO.*
- CARNEVIA, D., Perretta, A. Letamendía, M., Delgado, G. 2009. “Manual de prevención de enfermedades en organismos acuáticos de cultivo”. Facultad de Veterinaria (UDELAR)-DINARA- Proyecto FAO UTF/URU/025/URU. v. 200, p. 62.
- SAGARPA, PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE TILAPIA EN MEXICO, Programa Rector Nacional de Pesca y Acuicultura. 2019-2030.
- FAO, 2008. “El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008”. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. ISBN 978-92-5-306029-0.
- MEYER, Daniel. 2003. “Construcción de estanques”. Manual Técnico. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.
- [http://www.acuicultura.org/production/estanques\\_mas\\_info.htm](http://www.acuicultura.org/production/estanques_mas_info.htm).
- LUCHINI, L. y GUSTAVO WICKI. 1992. Experiencias de Engorde de Producción de Catfish Sudamericano *Rhamdia sapo*, con Variación de Fórmula Alimentaria. II Encuentro Venezolano Sobre Acuicultura. Pág. 173 180.