

2741

PISCICULTURA RURAL EN ESTANQUES

CONOCIMIENTOS BÁSICOS Y PRÁCTICOS PARA TÉCNICOS
Y PRODUCTORES DE BAJA Y MEDIANA PRODUCCIÓN

Laura Luchini
2007



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



DIRECCIÓN DE ACUICULTURA

Autor: **Laura Luchini**

Directora de Acuicultura de Nación

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SAGPYA)

e-mail: lluchi@mecon.gov.ar - Tel: (5411) 4349 2321

48443

PISCICULTURA RURAL EN ESTANQUES

CONOCIMIENTOS BÁSICOS Y PRÁCTICOS
PARA TÉCNICOS Y PRODUCTORES
DE BAJA Y MEDIANA PRODUCCIÓN

Laura Luchini
2007

INDICE

I - INTRODUCCIÓN	Pág. 8
II - LOS PECES Y EL MEDIO ACUÁTICO. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SU MORFOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA	Pág. 12
II.1. Fisiología de la respiración	Pág. 16
II.2. Fisiología de la circulación	Pág. 18
II.3. Fisiología de la digestión	Pág. 18
II.4. Fisiología de la reproducción	Pág. 20
III - EL ESTANQUE COMO MODELO ECOLÓGICO	Pág. 23
III.1. La productividad acuática y el sistema de cultivo	Pág. 24
III.2. La energía en el ecosistema "estanque"	Pág. 27
III.3. Productividad acuática	Pág. 28
III.3.1. Procesos que influyen en la productividad de las aguas	Pág. 29
IV - INTERRELACIONES ENTRE LOS ORGANISMOS DE UN ESTANQUE	Pág. 35
V - EL CRECIMIENTO EN LOS PECES	Pág. 37
V.1. Factores que inciden en el crecimiento de los peces	Pág. 37
V.2. Reglas que determinarán el crecimiento de los peces bajo cultivo	Pág. 38
VI - CAPACIDAD DE CARGA	Pág. 41
VII - EL CULTIVO DE LOS PECES EN LA PISCICULTURA RURAL	Pág. 43
VII.1. Introducción y sistemas de cultivo en piscicultura	Pág. 43
VII.2. Modalidades o tipos de cultivos conocidos dentro de la actividad de la piscicultura	Pág. 43
VII.3. Requerimientos para producción de peces en modalidad de cultivo rural	Pág. 44
VII.3.1. Agua	Pág. 44
VII.3.2. Caudal	Pág. 46
VII.3.3. La temperatura	Pág. 47
VII.3.4. Turbidez y color	Pág. 49
VII.3.5. pH	Pág. 50
VII.3.6. El suelo	Pág. 50

VIII - INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD NATURAL EN LOS ESTANQUES	Pág. 52
VIII.1. La capacidad de carga	Pág. 52
VIII.2. Tipos de fertilizantes	Pág. 52
VIII.2.1. Abonos orgánicos	Pág. 53
VIII.2.2. Abonos inorgánicos	Pág. 55
IX - ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA	Pág. 57
X - DENSIDAD DE SIEMBRA	Pág. 63
XI - ¿QUÉ PECES SE PUEDEN CULTIVAR?	Pág. 64
XII - CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES EN PISCICULTURA RURAL	Pág. 80
XIII - POLICULTIVOS	Pág. 88
XIV - POSIBLES AGENTES DE ENFERMEDADES, PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO	Pág. 95
XV - MÉTODOS SIMPLES DE CONSERVACIÓN DEL PESCADO UNA VEZ COSECHADO	Pág. 121
XVI - VALOR AGREGADO EN EL PRODUCTO	Pág. 123
XVII - BONDADDES DEL PESCADO PARA LA SALUD HUMANA	Pág. 127
XVIII - APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PESCADO PROVENIENTES DE LAS PISCICULTURAS	Pág. 129
BIBLIOGRAFÍA	Pág. 130
ANEXO GENERAL	Pág. 133
Glosario.	Pág. 133
Productos utilizados en tratamientos contra patógenos en cultivos de peces desarrollados en estanques.	Pág. 141
Consideración sobre inversión y operación en un cultivo rural.	Pág. 146

I - INTRODUCCIÓN

La acuicultura abarca, en general, el cultivo de organismos acuáticos (vegetales y animales), entre los que se ubican los peces. La rama de la acuicultura que se dedica al cultivo de peces, se denomina piscicultura y dentro de ella, se encuentra la “acuicultura rural o agraria”. Definir este último tipo de acuicultura en Latinoamérica, no siempre ha sido posible para la FAO (Organización que ha trabajado extensamente en este tema, desde hace décadas). Hoy en día, la acuicultura se ha convertido, además, en una actividad industrial, pero a pesar de ello siguen existiendo en gran volumen, productos cultivados (peces y crustáceos, especialmente) provenientes de pequeñas o medianas producciones de origen de “campo o rural” que son generadas a escala familiar o mediana (para más información sobre el tema se recomienda consultar www.red-arpe-FAO y Doc.Técnico de Pesca, 407, 2004).

En la acuicultura rural, especialmente al tratarse de una escala “familiar”, predominan las estrategias de cultivo con alimentación a bajo costo, desarrollando producciones en sistemas de modalidad extensiva (a muy baja densidad) o semi-intensiva (a mediana densidad). En ambas modalidades se emplean fertilizantes para aumentar la productividad del agua de los estanques donde son colocados los peces con obtención de una mayor producción debido entonces, al agregado de nutrientes. De esta forma, se trabaja agregando desechos agrícolas (abonos) o bien, aportando alimentos producidos por los propios productores; con utilización de subproductos de origen agrícola (vegetales y animales) principalmente o con agregado de fertilizantes inorgánicos adquiridos en comercio. Los sistemas de cultivo de nivel “extensivo y semi intensivo” constituyen hasta ahora el 70 a 80% de los cultivos de peces a nivel mundial, que son desarrollados en estanques excavados en tierra. Los cultivos de alto precio, como el de camarón, salmón y varios peces de mar, son los que utilizan en general especies de hábitos carnívoros (agua dulce y marina), que requieren otras estrategias de cultivo que implican la utilización de mayores densidades y mayor uso de energía (niveles intensivos), con ofrecimiento de alimentos externos de tipo completo y por lo tanto, en sistemas que implican mayores costos tanto en infraestructura como en producción, pero que aportan altas rentabilidades.

El productor que explote una “acuicultura rural” se beneficiará a sí mismo

y a la comunidad que lo rodea en tres formas: a) por obtención de alimento altamente proteico para su familia; b) por generación de empleo para otros miembros de la comunidad y c) por generación de mayores ingresos debido a la venta de sus productos. Otros beneficios acumulados, pero no menos importantes, se refieren al aprovechamiento de cuerpos de agua, del tipo de los "tajamares" (retenidos de agua para riego, ganando, etc.) donde pueden realizarse también cultivos de peces directamente o en jaulas suspendidas en sus superficies. Estos cerramientos pueden ser de "bajo volumen y alta densidad" (1,0 m³, dependiendo de la especie seleccionada) donde puede llevarse a cabo una producción rentable o también (como sucede en muchos países), el uso de los canales de riego o de campos de arroz para cultivo de peces autóctonos y que, en el caso de este último favorecen, asimismo, el control de conocidas plagas de insectos (Luchini & Wicki, 2004).

La producción de peces en estanques se practica desde muy antiguo y las referencias existentes acerca de estos cultivos datan de aproximadamente 4000 años en China y 3500 en la Mesopotamia (FAO, 2000). Estas prácticas sirven a varios propósitos y los más frecuentes son: a) producción de alimentos de alto valor nutritivo para consumo en diferentes mercados; b) contribución al ingreso y creación de empleo rural; c) mejoramiento de la pesca de captura y deportiva; d) obtención de especies ornamentales; e) control de malezas acuáticas, plagas, etc.; f) recuperación de suelos agrícolas (por aumento de los nutrientes).

China, es a nivel mundial el país de mayor producción de organismos acuáticos de todo tipo y si bien desde la década pasada se está "industrializando", sigue sosteniendo firmemente los cultivos provenientes de pequeñas granjas (familiares), grupos comunales y empresas estatales, con técnicas extensivas y semi intensivas de bajo costo, apropiadas a los recursos de que se dispone en el campo; por lo que bien puede considerarse aún, como una acuicultura rural tradicional (con tradición de más de 2.000 años AC). Solamente la producción conjunta de "varias especies de carpas" en la década del 2000 en este país, representó el 73,8% del total de la producción acuícola de agua dulce. Por su parte, la India se evidencia como el segundo productor mundial en acuicultura y durante muchos años y hasta la actualidad basó sus cultivos también en la acuicultura rural, manejando especialmente varias especies y variedades de carpas. Últimamente, este

país también está transformando su acuicultura hacia la de tipo industrial, pero sigue manteniendo numerosos cultivos de carpas indias y otras exóticas (cabezona, plateada, amur, común, etc.) cultivadas en general, bajo el régimen de "policultivo". En ambos países existe un amplio mercado demandante para estos productos, lo que permite a los acuicultores colocar bien sus producciones.

En América Latina existieron una serie de problemas (determinados y discutidos ampliamente en numerosas reuniones de la FAO), que impidieron a través de varias décadas el desarrollo de la acuicultura rural y especialmente de la piscicultura. En gran parte se coincide en afirmar que los mayores impedimentos para este desarrollo fueron debido a la ausencia de conocimientos adecuados por los productores, falta de programas de extensión bien articulados o, asimismo, ineficiencia de los sistemas gubernamentales para transferir las tecnologías destinadas a la actividad en el mismo sitio donde se asientan los productores. En resumen, las trabas se han referido a una "debilidad institucional" o sea, a una escasa capacidad de las instituciones del sector estatal de los países en desarrollo para proveer servicios a los pequeños o medianos acuicultores.

En nuestro país, existe un bajo nivel de desarrollo en acuicultura (2.556 tn/2006) aunque la actividad se ha ido desarrollando lenta y continuamente (en los anteriores 4 años creció un 17,5 %), marcándose una disminución notoria de ventas a mercado externo en la década de 1990 (por el tipo de cambio existente) que se agudizó aun más en los últimos años (2000-2001) junto a la crisis económica sufrida (tanto en el comercio interno como externo). Actualmente, el sector está creciendo bien y las perspectivas a futuro son de un mayor crecimiento, especialmente en "truchicultura" (20% para el período del 2006/07, en la producción del norte patagónico), augurándose así un aumento en el volumen destinado a ambos mercados. Dentro de este crecimiento, se observa también un significativo aumento en el número de productores acuícolas rurales o de mediana producción, que contribuyen en forma importante a la estadística productiva del país, especialmente en el nordeste. Las producciones rurales, sean o no familiares, se encuentran en general implantadas en campos dedicados a otras actividades agrícolas (ganadería, granjas, etc.), con excepción del cultivo intensivo de trucha arco iris que se realiza fundamentalmente y en mayor volumen en los embalses construidos en la cuenca del río Limay, comparti-

da por las provincias de Río Negro y del Neuquén. Asimismo, existen también pequeñas producciones intensivas de trucha en estructuras implantadas en tierra en estas dos provincias, cuyos productores concurren con sus productos al mercado regional y muy especialmente en la actualidad, al de turismo.

En un país con tan bajo desarrollo acuícola como es la Argentina, es difícil a veces convertirse en pionero de una actividad donde faltan insumos de todo tipo (especialmente a nivel de alimentos) y donde muchos de los gobiernos provinciales están ausentes de la temática, o carecen de conocimientos y de personal que conozca la actividad; sucede que los productores no son atendidos como deberían serlo por falta de extensión y de comprensión sobre sus prioridades. Esto hace que algunos deserten de los cultivos iniciados, obtengan bajas producciones por mala elección del sitio o malas prácticas, pobre elección de especie y en resumen, falta de asesoramiento para llevar adelante los cultivos y resolver problemas que se plantean durante la operación, así como falta de un cumplimiento de normas externas de los países compradores (para el caso de alto volumen y exportación de producto), hecho que está comenzando a solucionarse con el inicio de un Plan Sanitario en el ámbito territorial. Sin embargo, poco a poco, a medida que se avanza en la investigación y la capacitación de profesionales y técnicos, se espera alcanzar una adecuada solución.

II - LOS PECES Y EL MEDIO ACUÁTICO. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SU MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

Los peces conforman un grupo dominante dentro de los animales conocidos como "vertebrados" en lo referido al número de especies existentes y a la variedad de hábitat alimentarios que se detectan. Dentro de ellos, se pueden distinguir los piscívoros, insectívoros, herbívoros de plantas acuáticas superiores, fito o zooplanctófagos, detritívoros, limpiadores, y en algunos casos especiales, existen especies que pueden actuar como parásitos de otros peces. Algunas especies están muy especializadas en cuanto a su hábitat alimentario (por ejemplo, los carnívoros), mientras otras son "omnívoras" por abarcar un amplio espectro alimentario (carpa común y variedades, pacú, amur, etc.).

La principal característica que presentan los peces, al igual que el resto de los organismos acuáticos, es la de no poder regular su temperatura corporal. Se los denomina por ello organismos "poiquilotermos" y vulgarmente, se los conoce como animales "de sangre fría". Esta característica hace que su temperatura corporal sea similar a la del medio externo en donde transcurre su vida. Dichos organismos viven dentro de un "rango" de temperaturas, aunque mantienen un óptimo en donde su crecimiento es más importante (lo que redundaría en rentabilidad para el productor), mientras presentan también una temperatura mínima de vida, por debajo de la cual, mueren. Tanto peces como crustáceos pueden desarrollarse en cultivos rurales, pero seleccionaremos los peces para desarrollar todos los temas del conocimiento más destacado, con la intención de que un acuicultor o un piscicultor y los técnicos puedan manejar los sistemas referidos a los cultivos; aunque prácticamente las nociones básicas pueden ser también aplicadas en principio, a los cultivos de crustáceos de agua dulce.

Los peces son los mayores organismos acuáticos que están sometidos a nivel mundial a la práctica de cultivo (actividad de acuicultura) y dentro de su grupo, las especies más numerosas elegidas para cultivo son las de agua dulce, aunque en las últimas décadas han prosperado ampliamente las de piscicultura marina con proyectos de carácter industrial, basadas en su importante rentabilidad y debido especialmente, a la disminución de los productos provenientes del mar y de los ríos (pesca extractiva).

La morfología, o caracteres externos que presentan los peces, será diferente según las distintas especies tratadas, así como también lo es su fisiología y por lo tanto, sus respuestas frente a diferentes estímulos y variables ambientales. El metabolismo general, la reproducción, el crecimiento y otros aspectos fisiológicos, están ligados principalmente a las temperaturas externas existentes en los ambientes donde habitan los individuos y a otras variables físicas y químicas del medio que inciden en forma importante en su ciclo de vida (pH del agua, oxígeno disuelto disponible, nutrientes, etc.). Al generalizar sus características externas e internas, nos vemos obligados a asumir un "esquema básico" eligiendo cualquier especie de pez que nos permita identificar las principales, correspondientes a este grupo de animales acuáticos. Se podría emplear para dicha identificación a una trucha, un pacú, un randiá o un surubí, es decir cualquier pez actualmente en cultivo en el país o en el mundo.

Los peces presentan mayormente, una forma "hidrodinámica" (de hidro=agua y dinámica=mecánica de las fuerzas), similar a la que debe presentar una lancha construida para su desplazamiento en el agua dulce. Es decir, esta forma hará que el pez pueda lograr su mayor desplazamiento en el líquido elemento sin por ello realizar un gran esfuerzo y perder demasiada energía. Si se observa el cuerpo de un pez, se verá que no muestra ninguna saliente importante que ofrezca resistencia a su desplazamiento en el agua y éste podrá ser veloz o lento, según el nicho o el hábitat que ocupe la especie.

Externamente, los peces están recubiertos por una piel que contiene glándulas de mucus para su protección y que la mantiene bien lubricada. Las escamas (en aquellos que las presentan) están insertadas de tal forma que tampoco oponen resistencia alguna al agua. La longitud de estos animales es mayor que su circunferencia, especialmente en aquellos cuya vida transcurre en cursos fluviales o para aquellos que son cazadores natos de sus presas o bien, huyen rápidamente en ocasión de enfrentarse a sus depredadores. Un dorado, de hábitat alimentario carnívoro, tendrá una forma de cuerpo adaptada a sus necesidades de caza en plena agua, mientras un lenguado de río (también carnívoro), pero que vive habitualmente asentado sobre los fondos del lecho y se desplaza poco, presenta una forma achata y desarrolla otra estrategia para la caza de sus presas; manteniendo además, otras respuestas en cuanto a crecimiento y gasto de energía.

La piel está compuesta de dos capas, la externa y la interna. En esta última es donde se generan las escamas. Sobre la piel se encuentran ubicados también los órganos de los sentidos y las células pigmentarias (controladas por la glándula "hipófisis", ubicada en el cerebro) que confieren el color a los peces. A favor del control de estas glándulas, dichas células pueden contraerse o bien expandirse, haciendo que los animales se tornen de color claro u oscuro, frente a determinados estímulos. Las escamas poseen diferentes formas según las especies pero, en general, las más comunes suelen ser las circulares (o cicloides) en la mayoría de las especies de peces de agua dulce. Algunas especies, como el "armado" o las "viejas de agua", presentan placas óseas en lugar de escamas y a los peces que carecen de escamas o placas (desnudos) como los bagres (surubíes, amarillo, negro, blanco) se los denomina comúnmente "peces de cuero". Otras especies, pueden presentar unas pocas escamas de tamaño diferente, alternando con piel desnuda, como en la variedad de carpa común denominada "carpa espejo". La utilidad de las escamas reside en que ellas constituyen una "barrera" frente a la entrada de gérmenes, por lo que los "peces de cuero" suelen ser más susceptibles al ataque de parásitos externos (Lernaea, punto blanco, otros).

A medida que el crecimiento aumenta o disminuye (según las temperaturas y época del año), en las escamas cicloides se producen marcas, generadas a partir de un núcleo central inicial y por medio de las cuales, los especialistas, pueden determinar la edad de los animales que analizan. Los círculos concéntricos o anillos que se vayan formando indicarán los años que posee el pez. En el caso de bajas temperaturas, el crecimiento disminuye o se detiene, formándose un anillo de marcación. En cambio en los "peces de cuero" la lectura de edades debe hacerse a través de otras estructuras aptas existentes. El número de escamas se mantiene constante a través de la vida del animal y las que se pierden, se regeneran, identificándose a través de su diferente estructura. La "línea lateral" que se observa y se sitúa a ambos lados del pez, está formada por una serie de poros conectados a un conducto interno por debajo de las escamas. Esta línea contiene órganos sensitivos especiales y se encuentra ampliamente inervada, detectando así las vibraciones y movimientos que se producen en el agua y aportando al pez información sobre su posición respecto de otros peces u objetos (también las barbillas de los bagres u otros peces, cumplen la función de órganos táctiles). En algunos peces, no existe línea lateral y los órganos sensitivos se encuentran dispersos en el cuerpo.

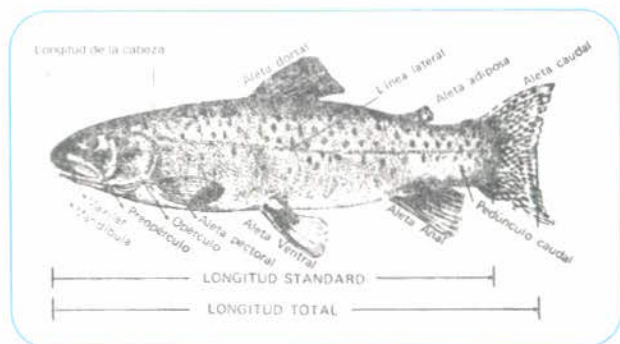


Figura 1: partes externas de un pez Fuente: Ramos Henao, 1979

La cabeza abarca desde el extremo del hocico hasta el borde posterior del opérculo (cubierta ósea que protege las branquias o agallas). La boca suele ser terminal en la mayoría, o bien colocada en posición inferior en varias especies (esturiones, por ejemplo). Los órganos olfatorios o "narinas" no se comunican con la boca y sirven para el olfato. Las aletas son pares o impares. La dorsal, caudal y anal son impares y las pectorales y las ventrales o pélvicas, son pares. Algunas especies presentan una pequeña aleta adiposa, detrás de la dorsal (como en el randià, trucha y otros). Las aletas poseen radios blandos como en la trucha, o radios duros como en algunos bagres y en otros casos, puede existir una combinación de ambos. En algunas especies de bagres se observan también espinas gruesas o "chuzas" que pueden situarse en las aletas pectorales (randià) y también en la dorsal (amarillo). La aleta caudal, por su parte, puede ser de corte homogéneo en su terminación (homocerca), como se observa en la mayoría de los peces óseos de agua dulce (Figura 1), donde la fusión de las últimas vértebras de la columna sostiene los radios.

Las aletas sirven al pez para el mantenimiento de su equilibrio en el agua o bien, lo ayudan a maniobrar en el medio líquido y le sirven para su ascenso y descenso en la columna de agua, así como para el frenado y el cambio de dirección durante la natación. Por su parte, el pedúnculo caudal consiste en una masa musculosa integrada a la cola del pez. Como "tronco", se entiende la región comprendida entre el extremo posterior de la cabeza (borde del opérculo) y la parte anterior de la cola (pedúnculo caudal). Para

desplazarse en el agua, los peces emplean los músculos y las aletas, junto a la acción de chorros de agua que emiten por sus branquias. Los músculos de estos animales están organizados en segmentos o paquetes transversales, separados por medio de tejido. Existen además, músculos especializados que accionan las mandíbulas, aletas, opérculos, arcos branquiales, etc. (Ramos Henao, 1979).

Las dos medidas más usuales tomadas cuando se realiza una biometría de control sobre los peces para el caso de los cultivos son: el Largo Total (LT- desde el inicio de la cabeza hasta el final de la aleta caudal) y el Largo Standard (LS- desde el inicio de la cabeza, pero con terminación en el extremo de la última vértebra, en el pedúnculo caudal); indicados ambos en la Figura 1; mientras en cultivo, lo más importante a registrar junto al LT, es el peso que presentan los ejemplares tomados de submuestreos mensuales necesarios y que se relaciona a su vez, con un peso determinado, según la especie y su crecimiento.

II.1. FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN

El aparato respiratorio abarca: faringe, cámara branquial y branquias. Estas últimas están formadas por una serie de "arcos branquiales". Al iniciar la respiración (fase de inspiración) los arcos branquiales se expanden, se ensancha la cavidad de la faringe y la boca se abre un poco, dejando entrar así el agua a la faringe mientras se mantiene el opérculo cerrado herméticamente. En la fase de expiración, la boca se cierra y la faringe se contrae, mientras el agua pasa a través de las branquias hacia el opérculo abierto. Todos los vasos sanguíneos irrigan los filamentos branquiales, permitiendo un intercambio fácil de los gases disueltos en el agua y la sangre. De esta forma el oxígeno que se encuentra disponible en disolución en el agua, entra a la sangre (por diferencia de presión) y el anhídrido carbónico (originado en los tejidos y órganos del animal), se exhala al exterior. El transporte del oxígeno por la sangre se produce por medio de una sustancia denominada hemoglobina, que está contenida en los glóbulos rojos, que son los transportadores de este gas a todo el organismo (Ramos Henao, 1979).

Cada arco branquial posee branquiespinas internas, que forman en su con-

junto un filtro que impide el paso de partículas arrastradas por el agua hacia los filamentos branquiales. En algunos peces, estas branquiespinas pueden ser muy numerosas y estar muy juntas, lo que permite inclusive la filtración de algas y de los elementos del zooplancton muy efectivamente, como en el caso de especies como la tilapia y las carpas cabezona y plateada. Las algas y los microanimales del zooplancton son pasados luego hacia el esófago e introducidos finalmente como alimento. Los peces que habitan cuerpos de agua que pueden llegar a secarse totalmente durante la época del verano, poseen otros elementos auxiliares para la respiración, que les permite aspirar el aire de la atmósfera. Este aire es tragado, siguiendo un camino diferente en el cuerpo (algunas viejas de agua, por ejemplo). En el caso de la "lola", se trata de un pez "pulmonado" que posee en la vejiga natatoria unos pliegues, a la manera de los alvéolos pulmonares de los mamíferos, que le permite aprovechar también el aire externo y utilizarlo en la respiración a través de un sistema más complejo. Este sistema le permite residir en cuerpos de agua que sufren desecación temporal (refugiados en oquedades húmedas) durante determinada estación del año, generalmente la más calurosa o durante sequías prolongadas.

Los peces del trópico (y del subtropico como en nuestro país), habitan aguas cálidas y no son exigentes en cuanto a cantidad de oxígeno para su vida si se los compara con los Salmónidos, de aguas templado-frías, por ejemplo. Los de aguas cálidas necesitan, en general y durante su cultivo, cerca de 3-4 mg/l (pacú, randiá, tilapia), mientras los de clima templado-frío, como la trucha o el salmón, dependen para su vida y buen crecimiento, de aguas ricas en oxígeno con concentraciones de entre 5 a 7 mg/l.

La vejiga natatoria en los peces cumple funciones importantes, tratándose de un órgano ubicado por debajo de la columna vertebral y el riñón, de forma y tamaño variable que, en algunas especies, se encuentra ausente. Este órgano, contiene gases cuya composición varía con respecto a los gases de la sangre. En algunos peces está comunicado al esófago. Aquellos peces que carecen de vejiga deben vivir en continuo movimiento para evitar asentarse sobre los fondos. Por sus características, la vejiga natatoria sirve como órgano hidrostático, sensación y producción de sonido, detecta cambios en la presión externa y alerta al pez sobre presencia de otros animales y objetos. Los peces que poseen este órgano, perciben y discriminan mejor los sonidos, al ser comparados con otros que carecen de este órgano.

II.2. FISOLOGÍA DE LA CIRCULACIÓN

En los peces óseos de agua dulce, el corazón consta de 3 compartimientos y un bulbo arterioso (Figura 2). Este último es de carácter elástico y se contrae y expande según los cambios en la presión sanguínea y de acuerdo a los movimientos de contracción y descanso del ventrículo. La sangre venosa que proviene de los tejidos corporales ingresa al corazón por el seno venoso, pasando a la aurícula y al ventrículo y prosiguiendo por el bulbo arterioso; saliendo a través de la aorta ventral y luego hacia las branquias (lugar donde se oxigena). Mientras, por su lado, la sangre arterial deja las branquias por la aorta dorsal, distribuyéndose por el organismo y llevando el oxígeno a todos los órganos, tejidos y células del cuerpo. Esta circulación se denomina "simple." La composición de la sangre en la generalidad de los peces es similar a la de los mamíferos, con una parte líquida denominada plasma que transporta las células sanguíneas (glóbulos rojos y blancos). La hemoglobina de los glóbulos rojos es la que capta el oxígeno y actúa como transportadora de este gas vital desde las branquias, donde ingresa desde el agua, hacia el resto del organismo.

II.3. FISOLOGÍA DE LA DIGESTIÓN

El sistema digestivo está compuesto por la boca, faringe, esófago, estómago, intestino y glándulas anexas (páncreas e hígado) (Figura 2). La boca puede portar dientes o bien carecer de ellos según el hábitat alimentario presente en cada especie. Los dientes pueden ser molariformes (para trituración) como en el pacú y pirapitai, o de otro tipo en los peces totalmente carnívoros y son elementos de renovación constante. Pueden existir dientes en el paladar y la faringe. La lengua es inmóvil y solamente cumple funciones gustativas. El mucus de la boca y del intestino lubrica el alimento introducido y reemplaza la función de las glándulas salivales existentes en los mamíferos y que no están presentes en los peces de agua dulce. La pared faríngea presenta perforaciones como aberturas que comunican con las branquias.

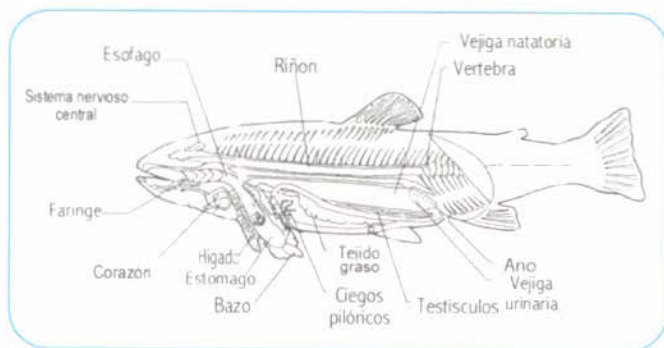


Figura 2: sistema digestivo de los peces. Fuente: modificado de Bromage y Shepherd, 1998.

El estómago es alargado en el caso de los carnívoros y en los omnívoros, que poseen una alimentación amplia y variada, posee por el contrario la forma de una bolsa; mientras que el intestino es corto en los primeros y alargado en los segundos, siendo de este último tipo en los herbívoros, pero presentando numerosas vueltas. Existen peces que carecen de estómago (como el pejerrey) o peces que tienen su estómago convertido en una verdadera "molleja" para trituración o extracción del alimento del barro (como el sábalo). Dentro de los predadores (grandes carnívoros como el dorado y surubi) el estómago segrega ácido clorhídrico y pepsina y su pH es siempre inferior a 5,0. El estómago se continúa en el intestino, luego de la válvula pilórica. Cercano a la salida de este órgano se encuentran situados los ciegos pilóricos, estructuras en forma de gusano, muy abundantes que portan sustancias con enzimas que cumplen un importante papel en la digestión o que en algunos casos, absorben las grasas.

La longitud del intestino estará de acuerdo al régimen alimentario. Así, los carnívoros (surubi) lo poseen corto, los omnívoros (pacú) de mediana longitud y los herbívoros (amur) o los detritívoros que aprovechan materia orgánica del barro como el sábalo, muestran un intestino muy largo (existe una relación entre el largo del pez y el largo de su intestino, referido a la distinción entre especies herbívoras y omnívoras). En los peces más voraces, los alimentos pasan del estómago al intestino, recién cuando la digestión ya está avanzada. En el resto, ingresan grandes cantidades de alimento, que llenan el intestino. Existen una serie de enzimas que colaboran en la

digestión y la digestibilidad de los alimentos.

II. 4. FISIOLÓGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

No siempre es posible diferenciar fácilmente y a simple vista, los sexos de los peces. En algunos casos es factible su diferencia pero, en la mayoría de ellos, se los identifica solamente durante la época de la reproducción, cuando los caracteres secundarios externos son evidentes (los machos generalmente presentan estos caracteres, como la aleta en serrucho para el dorado, protuberancias o jorobas y colores vivos, para el San Pedro u otros); mientras que en las hembras, en el estado de maduración sexual avanzada, se nota el abdomen hinchado por efecto de la expansión de los ovarios. Cuando se trata de seleccionar las hembras para una reproducción controlada en laboratorio, se mantiene a los peces en ayunas el día previo al análisis.

Los órganos reproductivos (testículos en los machos y ovarios en las hembras) se denominan "gónadas" (masculinas y femeninas) (Figura 2). Salvo raras excepciones, estas gónadas son pares y se ubican en la parte superior de la cavidad abdominal. Se comunican al exterior por el poro genital (detrás del ano), mediante conductos llamados oviductos en la hembra y canales deferentes en el macho. Los óvulos que expulsan las hembras de los peces al reproducirse son fecundados por los espermatozoides contenidos en el semen del macho. Los óvulos se producen y maduran dentro del ovario, mientras los espermatozoides se producen dentro de los testículos. Cada óvulo producido en los ovarios será fertilizado por un espermatozoide presente en el semen (leche) del macho.

Las modalidades de reproducción son varias: a) externa, que es la forma más común encontrada en la naturaleza. En este modo, una vez maduros los óvulos dentro de los ovarios, los mismos son emitidos al exterior al ambiente acuático, donde se produce la fertilización por los espermatozoides que el macho también ha expelido al exterior por los canales deferentes (en muchas especies existe un cortejo sexual previo a la expulsión de los productos sexuales). Una vez fertilizados, los huevos inician su evolución embrionaria hasta alcanzar su eclosión al finalizar de formarse le embrión, produciéndose entonces el nacimiento de las larvas. En el caso de la fecun-

dación interna (observada en pocas especies de peces) existe un órgano de cópula en el macho, por medio del cual, éste deposita el semen en el oviducto de la hembra; pero igualmente, una vez que los óvulos han sido fecundados, también son expulsados al exterior y el desarrollo embrionario se continúa en el medio acuoso. Existen también peces "vivíparos", cuyo embrión nace directamente de la hembra, puesto que la fecundación y en este caso la incubación es interna (se produce en el oviducto o en el propio ovario).

En algunas especies, los óvulos maduran todos a un mismo tiempo (en una sola reproducción anual como en las truchas, los sábalos y otros peces), o bien, en tandas (varias reproducciones parciales en la temporada, como en la tilapia nilótica o el pejerrey). Si bien algunos peces construyen nidos donde depositan los huevos (trucha, tilapia), otros seleccionan sustratos donde colocarlos (pejerrey, carpa común, sobre la vegetación sumergida); pero la gran mayoría simplemente arrojan sus productos sexuales al medio y los subsiguientes procesos se producen al azar. La tilapia y la tararira, por ejemplo, construyen nidos e inclusive cuidan de su prole al nacer. La tilapia aloja las larvas nacidas en su boca. El número de óvulos producidos por cada hembra (parámetro denominado "fecundidad") varía según diferentes factores y entre ellos se puede mencionar: la especie, el estado general del pez, su tamaño, genética y edad. La fecundidad puede ser determinada por personal especializado en laboratorio al investigar las características de la especie en cuestión.

La sobrevivencia de los huevos y las larvas, dependerá de los cuidados que ofrezcan los progenitores en el medio natural, de las condiciones del medio acuático y de las ofrecidas en laboratorio cuando se trata de un cultivo. Como compensación de la naturaleza a la falta de cuidado de los huevos o de la prole por parte de los reproductores (como sucede en la mayoría de las especies), los peces son más fecundos que otros animales (comparados con aves y mamíferos); depositando enormes cantidades de huevos. Por ejemplo, el sábalo (que no cuida los huevos, ni la prole) desova más de 100.000, la trucha (que los deposita en nidos, pero no los cuida posteriormente) unos 3.000 y la tilapia (que los deposita en nidos, pero además cuida y protege a su prole) unos 300. Cada una de estas posibilidades presentan mayor sobrevivencia, respectivamente. Los huevos pueden ser adherentes como los de pejerrey o carpa, o libres como los del dorado o el sábalo y

otros peces, o bien, temporalmente adherentes (como en el caso de la trucha). Algunas especies poseen huevos más densos que el agua y se hunden, mientras que otros son livianos y flotan.

Las larvas de la mayoría de los peces portan al nacer una "vesícula vitelina" (que contiene proteína de calidad) de la que se nutren inicialmente, sirviéndoles de alimento durante varios días y en algunos casos hasta por algunas semanas. La vesícula se reabsorbe a medida que pasan los días y llegado un determinado momento (según la especie de que se trate), la pequeña larva necesitará imperiosamente captar alimentación externa (convirtiéndose entonces en una post-larva); de lo contrario, muere. Al continuar su crecimiento y adquirir externamente caracteres similares al de los peces adultos (pero en pequeña talla) se los denomina "alevinos". La mayoría de las especies de peces de nuestras cuencas fluviales, se caracterizan por ser "migradoras" y no pueden reproducirse en ambientes cerrados como son los estanques de poca o nula circulación de agua; ya que lo hacen solamente y en general, en aguas con corriente. Sin embargo, para la mayoría de estos peces, existen hoy en día, técnicas que permiten inducir su reproducción mediante tratamiento hormonal (aplicaciones que utilizan extractos de glándula hipófisis o de hormonas muy específicas), que se emplean en todo el mundo y cuyas aplicaciones se efectúan en laboratorio o hatchery. No todos los peces sometidos a cultivo actualmente, tienen resueltas las tecnologías de reproducción asistida. Existen peces que, aún a nivel mundial no han podido ser reproducidos comercialmente (como por ejemplo, la anguila verdadera o la lisa) ya que no responden a la inducción artificial o los métodos obtenidos no son aún comerciales debido a sus costos. En el caso de nuestros peces, tampoco se ha obtenido experimentalmente reproducción inducida en el caso de la "anguila criolla" o de las "morenas". En otras especies nativas, aún no se ha experimentado.

III - EL ESTANQUE COMO MODELO ECOLÓGICO

Un estanque se comporta como un "ecosistema" (similar a un lago, laguna, embalse) siendo la "ecología" la ciencia que estudia las interacciones entre los seres vivos entre sí y el ambiente donde éstos se desarrollan. De esta forma, un "ecosistema" contendrá un número de organismos de una misma especie o de varias formando poblaciones, así como el conjunto de varias poblaciones animales y vegetales, que viven en un determinado lugar o habitat, forman lo que se conoce como "comunidad o biocenosis".

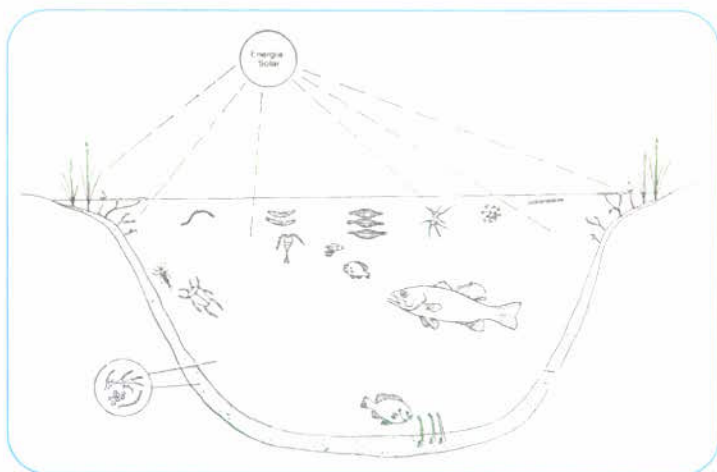


Figura 3: el estanque como ecosistema. Fuente: Odum, 1959

El modelo ecológico encuadra a los estanques de cultivo como un "ecosistema complejo", donde sobreviven y crecen los organismos acuáticos, sean bacterias, protozoos, fitoplancton, zooplancton, organismos del fondo como los crustáceos, anélidos, insectos, etc. (bentos en general), plantas acuáticas y peces Figura 3). Los factores que influyen la calidad del agua de este ecosistema al ser manejado por el productor, son (según Boyd y Lichtkoppler, 1982): la temperatura, salinidad, pH, turbidez y coloración del agua, los gases como el oxígeno y el dióxido de carbono (o anhídrido carbónico) disueltos en el agua, el nitrógeno y sus derivados (nitritos, nitratos,

amoníaco), la alcalinidad, la dureza, las comunidades planctónicas, las plantas superiores acuáticas, los peces y los contaminantes químicos. Las precipitaciones pluviales pueden además alterar la calidad del agua del sistema debido a los aportes del material externo proveniente de las cabeceras de los ríos, de las partículas del suelo y los residuos agrícolas (abonos y/o pesticidas) cuando se trabaja en cultivo con abastecimiento de aguas superficiales (ríos, arroyos, etc.).

Debido a que los estanques son cuerpos de agua de pequeña profundidad, el flujo continuo del agua en su interior, sumado a la acción del viento y las precipitaciones, promueven frecuentemente la circulación del agua; transformando a los estanques en "ecosistemas dinámicos". Así, las variables físicas y químicas tienden a fluctuar cíclicamente a lo largo del día y en función de las estaciones del año, dando como resultado un equilibrio o balance diario continuo entre los procesos fotosintéticos (de los vegetales) y los respiratorios de ambas comunidades acuáticas (vegetales y animales) (Sipauba-Tavares et al., 1994). Por lo tanto los ciclos de producción de peces en estanques, necesitan de una observación y control por monitoreos continuos, efectuados además, con criterio.

III.1. LA PRODUCTIVIDAD ACUÁTICA Y EL SISTEMA DE CULTIVO

El estanque como sistema abarca tanto los factores orgánicos (bióticos) como inorgánicos (abióticos) que rodean a los individuos particularmente, o a los grupos de individuos (de una o más especies), incluyendo los factores físicos y químicos del hábitat en cuestión. Un ecosistema posee, por lo tanto, dos componentes: el orgánico (la/s comunidad/es que lo puebla/n (Figura 3) y el inorgánico, o sea el hábitat mismo que rodea y sostiene a dichas comunidades.

Dentro del ecosistema, los componentes vegetales producen su propia materia orgánica corporal a través del fenómeno químico denominado "fotosíntesis" por lo que dependen de la luz solar, de donde obtienen la energía necesaria (en forma similar a como lo hacen las plantas terrestres). Estos vegetales (por medio de sus células denominadas "cloroplastos") poseen la facultad de captar la energía del sol y utilizarla para producir su

propia materia orgánica viva (su cuerpo) a partir del agua y de ciertos compuestos y sales existentes en el medio líquido, principalmente de fosfatos y nitratos. Los vegetales del sistema, están compuestos principalmente, por plantas verdes acuáticas y algas microscópicas que flotan en el medio. Al conjunto de los vegetales microscópicos se lo denomina "fitoplancton" y dicho conjunto flota suspendido en la columna de agua al no tener peso propio suficiente y es asimismo, arrastrado por las corrientes de agua. Estos organismos, junto a las plantas acuáticas constituyen el grupo de los PRODUCTORES de materia prima, que a su vez, es consumida por el resto de los organismos animales vivientes que no producen su propia materia orgánica, sino que la consumen, una vez que ésta ha sido elaborada por los vegetales, y por tal motivo se los conoce con el nombre de CONSUMIDORES (el caso es similar a los animales terrestres que, siendo herbívoros se alimentan de material vegetal (vacas que pastan) o carnívoros de material animal (zorro que se alimenta de gallinas) u otros predadores existentes en la naturaleza.

Los animales, al carecer de capacidad para producir su propia materia corporal, dependen de los productores y transforman a los vegetales que "consumen", de allí su nombre de CONSUMIDORES PRIMARIOS- C_1 (por ejemplo, peces que se alimentan del fitoplancton o de plantas acuáticas como los herbívoros o el zooplancton que se alimenta de algas); mientras que los CONSUMIDORES SECUNDARIOS- C_2 , están representados por aquellos peces que se alimentan de los que a su vez, se nutren de los vegetales. Este grupo está representado, por ejemplo, por los insectos y los peces predadores que consumen a los peces herbívoros. Los CONSUMIDORES TERCIARIOS- C_3 , son aquellos que consumen los animales del nivel secundario (Figura 3). En realidad los peces, excepcionalmente ingieren un solo alimento específico, pero pueden manifestar un grado de preferencia sobre varios alimentos naturales cuando estos abundan. Frente a su ausencia, ingieren otros elementos que encuentran disponibles en el ecosistema (se los considera "oportunistas"). Por ello, en lugar hablarse de una "cadena alimentaria" se habla al describir a los ecosistemas, de una "trama trófica o red alimentaria" (Hepher y Pruginin, 1985). Por ejemplo la trucha, ingiere principalmente insectos acuáticos, anélidos, moluscos caracoles, crustáceos (camarones, cangrejos, langostas) y también peces (piscívora), o sea que puede ubicarse en el nivel C_3 y dentro de la "trama o red alimentaria existente en el ecosistema" interviene alimentándose de organismos de diferentes niveles. En

la realidad, su alimentación abarca aún otras posibilidades, pues ingiere también ranas y ratones del medio terrestre que se acercan al agua de los ambientes donde ella habita, si estos se presentan abundantes en determinadas épocas del año (por ejemplo, en los ambientes del norte de Neuquén, cuando se produce la floración de las cañas coihues y aumentan las poblaciones de ratones de campo en función del mayor alimento disponible, en estómagos de las truchas silvestres suele encontrarse este material).

Las plantas y animales dependen unos de otros en una sucesión que constituye la "cadena o pirámide trófica" cuyas escalones o etapas se denominan "niveles tróficos". En cada nivel trófico o eslabón de la cadena, un alimento se transforma en otro de tamaño mayor, que podrá ser aprovechado a su vez, por un predador más grande de un nivel superior. El número de organismos disminuye a medida que se asciende de un nivel a otro en la pirámide o en la cadena. A su vez, las Bacterias, Hongos y Algas Azules, aprovechan la materia orgánica muerta (animal y vegetal) para su vida, de ahí el nombre que reciben, de "descomponedores"; convirtiéndola finalmente, en material soluble en el agua. Estas sales, al ser solubles, son aprovechadas nuevamente, ya que los vegetales (acuáticos superiores e inferiores) las incorporan al ciclo productivo.

Algunas variables físicas, como la temperatura por ejemplo, interaccionan con los animales determinando entre otros factores, la velocidad de sus reacciones fisiológicas; mejorando su asimilación y rendimiento. El fitoplancton y las plantas acuáticas, se reproducen más rápido a temperatura alta, por lo que la producción de herbívoros y carnívoros de un sistema será mayor en este caso. Los animales por su lado, aumentan en peso según las temperaturas existentes en el sistema, lo que hará aumentar su crecimiento y respuesta en cuanto a producción de materia viva (carne). Las mayores temperaturas a partir de la estación de la primavera promueven el crecimiento de todos los organismos vivos en los sistemas acuáticos, incluyendo a los peces; mientras que durante el invierno, el crecimiento se retarda y en algunos casos (por debajo de determinada temperatura), se detiene.

III.2. LA ENERGÍA EN EL ECOSISTEMA “ESTANQUE”

La energía que contienen los alimentos al ser ingeridos a través de la cadena alimentaria, es incorporada a los organismos vivos después de sufrir un cierto proceso, existiendo también pérdidas durante la asimilación (que no es perfecta); y además, se produce un gasto que es ocasionado por efecto de las actividades desarrolladas por los mismos individuos durante su vida activa.

Como los peces son animales de “sangre fría” (poiquilotermos), a diferencia de los consumidores de sangre caliente (como los mamíferos o aves, por ejemplo), muestran una mayor eficiencia en cuanto a la transferencia de energía de un nivel a otro, ya que ellos no necesitan por un lado, mantener su temperatura corporal y por el otro, sostienen su cuerpo en el agua (a diferencia de los mamíferos terrestres). Estas razones fundamentales muestran, por ejemplo, que los sistemas acuáticos son más rendidores en producción de peces herbívoros, cuando se los compara con los sistemas de explotación ganadera.

En los sistemas acuáticos, la energía se transfiere desde un nivel a otro con una gran pérdida. El rendimiento global de la cadena trófica se estima comparando la cantidad final de energía producida en el medio, con relación a la cantidad de energía que penetra en el ecosistema durante un determinado período de tiempo. Estos valores son expresados en kcal/ha para un mismo período que puede ser de un día, mes, ciclo de producción o año. Cuanto más corta sea la cadena de transferencia (al contener menos eslabones), la pérdida de energía será menor. Si las algas que son las productoras primarias, fueran consumidas directamente por peces exclusivamente fitófagos, la producción final obtenida en pescado sería mucho mayor al compararlo con un cultivo de peces carnívoros (piscívoros) que necesitan alimentarse de los niveles inferiores. El caso de la tilapia es justamente muy interesante con relación a su producción, ya que ella consume fitoplancton (algas unicelulares- producción primaria) y detritus (material orgánico y bacterias descomponedoras), dos niveles situados en la base de la cadena o pirámide alimentaria.

III.3. PRODUCTIVIDAD ACUÁTICA

La productividad, se define en el caso de los cultivos de peces (piscicultura) como la capacidad potencial de producción de pescado que se puede obtener de un cuerpo de agua (un embalse, un estanque), sea en condiciones naturales o bien, en condiciones de cultivo con prácticas de manejo efectuadas por un productor.

El sitio seleccionado donde se haya sido radicado el cultivo, el clima, la naturaleza geológica del sustrato, el tipo de suelo, la insolación, la abundancia de especies vegetales, etc. son todos factores que influenciarán la producción final de peces a obtener. No será la misma, la producción obtenida en una zona tropical, que en una subtropical, templada o en una templada-fría. Gran parte de la productividad de las aguas, dependerá además de las sales nutritivas depositadas o que sean agregadas al sistema de cultivo.

Como ya fuera explicado, el factor climático de mayor influencia en un cultivo de peces es la temperatura, que regula la vida de estos animales y de todo el resto de los organismos acuáticos (animales y vegetales) que comparten el estanque u otro cerramiento para cultivo. Existe una temperatura mínima que es la más baja a la cual puede vivir un organismo de manera activa y prolongada. En las zonas tropicales, subtropicales y templadas, las aguas frías invernales ocasionan una disminución en el crecimiento de los peces; pero este factor actúa en forma diferente dependiendo de la especie seleccionada. Por ejemplo, la trucha, de aguas templado-frías, muestra un crecimiento prácticamente nulo cuando el agua alcanza los 3,6° C; mientras que en el subtropico, los peces de aguas cálidas, disminuyen su alimentación y por lo tanto su crecimiento por debajo del los 20° C (pacú, por ejemplo). Todas las reacciones químicas vitales también disminuyen o se detienen, al disminuir la temperatura.

Por lo tanto, la productividad de las aguas será mayor cuanto mayor sea su temperatura hasta un cierto límite. Esta variable física también tendrá influencia sobre las condiciones metabólicas (respiración, crecimiento, reproducción, etc.) de los peces y también influye en la producción, a través de la dependencia del factor oxígeno que se encuentra disuelto en el agua; ya que a bajas temperaturas, el oxígeno será mayor y a altas temperaturas ocurrirá lo contrario.

Cada especie de pez cumple su ciclo de vida dentro de un rango de temperatura efectiva, necesitando de una temperatura óptima para sus actividades vitales. Asimismo, no existe una temperatura óptima igual para todas las fases que abarca un ciclo de vida del pez en cultivo, puesto que una trucha por ejemplo, buscará las aguas cercanas a los 8° C para su reproducción, pero la temperatura más beneficiosa para su respuesta en crecimiento estará situada entre los 15 y 17° C. Un pez de aguas cálidas, en general, necesitará de 20° C a más para su reproducción, pero mayor temperatura (26-27° C) para una buena respuesta en crecimiento y algunas especies necesitan hasta 30° C. Peces de aguas templadas, como el pejerrey, se pueden reproducir a menores temperaturas, de 18° C.

III.3.1. Procesos que influyen la productividad de las aguas

El proceso de fotosíntesis se produce en los ambientes naturales en las zonas de los bordes del estanque (donde puede existir vegetación acuática arraigada), pero la mayor intensidad de este proceso se produce por medio de las algas microscópicas en el espejo de agua y hasta una reducida profundidad de pocos metros (donde llega la luz), dependiendo de las características del agua de cultivo. En los estanques de piscicultura, la luz puede llegar a mayor profundidad, pero igualmente la zona de mayor producción fotosintética es la de los bordes y disminuye con la profundidad del cerramiento. Un agua turbia, cargada de material en suspensión (con arcilla) o producto de la erosión del suelo por efecto de las lluvias o vientos (barro), reduce la intensidad de iluminación, disminuyendo la posibilidad de los vegetales de fotosintetizar y el resultado final tendrá como consecuencia una disminución de la productividad y por lo tanto, de la producción final de peces a obtener. Los peces adultos pueden soportar la turbidez, pero los huevos y larvas pueden sufrir asfixia y en los peces que utilizan su visión para la búsqueda de alimento, la turbidez les impide encontrarlo y por lo tanto se reduce su crecimiento.

Los nutrientes (sales) son elementales para la vida de cualquier sistema acuático, ya que los organismos vivos no habitan aguas puras. Ellos son los que nutrirán a los vegetales (fitoplancton y vegetación acuática). El carbono, el oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y fósforo son los principales elemen-

tos disponibles en las aguas y en proporciones elevadas en los tejidos de la mayoría de los organismos vivos. Los peces también pueden obtener algunos minerales directamente del agua. Otros elementos básicos, aunque estén presentes en mínimas cantidades (oligoelementos) como por ejemplo, el manganeso, cobre, zinc, azufre, magnesio, hierro, otros; también se encuentran disponibles en el agua.

El oxígeno de las aguas proviene de dos fuentes principales: 1) el intercambio atmosférico por efecto del cual este gas penetra a través del movimiento de las aguas y de la superficie del estanque, y 2) como resultado del proceso de fotosíntesis realizado por los vegetales (especialmente los microscópicos). La disminución de este gas vital para los seres acuáticos vivos, se debe principalmente al proceso de respiración que lo efectúan tanto los vegetales como los animales; a la descomposición de la materia orgánica; a la reducción de otros gases; al calentamiento del agua; a la entrada de agua subterránea que carece de oxígeno y a la presencia de hierro. Por la noche, cuando todos los seres vivientes del estanque respiran, y no se cumple el proceso de fotosíntesis (por ausencia de luz); el nivel de oxígeno será mínimo. De ahí que el productor deberá estar muy atento a la mañana temprano (previo a la salida del sol), para regular la entrada de agua a los estanques; pues recién después del amanecer, comenzará nuevamente la acción de producción de oxígeno en el agua debido al proceso fotosintético (debe también poner atención cuando se producen varios días nublados). A hora temprana de la mañana, si los peces se encuentran "boqueando" en superficie o nadan cercanos a la entrada de agua, en contracorriente, es muy posible que ello se deba a una deficiencia en el nivel de oxígeno disuelto en las aguas del estanque.

Existen varios métodos simples y artesanales para aumentar rápidamente el oxígeno: a) golpear el agua con ramas, palos o remos, provocando la circulación de la misma, cuando los estanques son pequeños; b) abrir la entrada de agua, aportando mayor cantidad de agua oxigenada y c) colocar una bomba que esparza el agua que es extraída del fondo del estanque, sobre la misma superficie del cerramiento. De esta forma, se aporta agua oxigenada por spray y al mismo tiempo se estará disminuyendo el volumen de agua que carece de oxígeno, acumulada en el fondo del estanque. Así, el agua se recirculará adquiriendo oxígeno de la atmósfera al caer en spray, mejorando su calidad. En los casos de grandes producciones, se emplean

aireadores eléctricos a paleta o bien, paletas movidas por tractores.

Por otra parte, otro gas que es sumamente importante y que incide en la productividad de las aguas, es el anhídrido carbónico (CO_2), que es más soluble en el agua que el oxígeno y que constituye la materia prima principal con la que los vegetales (mediante el proceso fotosintético) elaboran los hidratos de carbono de su estructura corporal.

De dónde proviene el anhídrido carbónico del agua? Principalmente, del intercambio de gases con la atmósfera; de la descomposición de la materia orgánica; de la respiración de vegetales y animales; de la entrada de agua subterránea y por combinación con otras sustancias. Este gas, disminuye por medio del proceso de fotosíntesis, por agitación del agua, por evaporación y otros fenómenos. Un contenido elevado de anhídrido carbónico en el agua del estanque, puede resultar peligroso para la vida de los peces pues reduce la capacidad de la sangre para absorber el oxígeno. Un aumento de su nivel de concentración produce también acidez, al disminuir el pH del agua; por lo que se puede deducir que, según el nivel de fotosíntesis, de la respiración y de otros factores anexos que se producen en el estanque, el anhídrido carbónico variará durante las horas del día. Es importante conocer que en función de los niveles de concentración de este gas, también variará el pH del agua.

Ya dijimos que el nitrógeno está considerado como uno de los más importantes macronutrientes que intervienen en la productividad de cualquier ambiente acuático y lógicamente, también en los estanques de cultivo, y por lo tanto en la obtención de la producción final de peces, a través del "ciclo del nitrógeno". Este hecho, se debe a los efectos directos e indirectos que causan las altas concentraciones de los compuestos inorgánicos de este elemento (nitritos, nitrato, amonio y amoniaco). El nitrógeno, se origina principalmente en los compuestos del suelo; de la atmósfera, del agua de abastecimiento, de los restos de vegetales, animales, insumos y alimentos o raciones ofrecidas descompuestos por las bacterias; así como de los fertilizantes agregados; además de las propias heces de los peces y de los restantes organismos vivientes en el sistema estanque. En su ciclo, las bacterias que descomponen la materia orgánica intervienen produciendo compuestos nitrogenados que son a su vez, convertidos en amonio por otras bacterias. Existen bacterias que en presencia del oxígeno oxidan el amonio,

convirtiéndolo así en nitritos, nitratos y amoníaco. También se pierde gran cantidad de nitrógeno por procesos de desnitrificación y volatilización del amoníaco. Por lo tanto, el "ciclo del nitrógeno" es considerado de fundamental importancia dentro de los ecosistemas acuáticos o sea, para nuestro caso, de un estanque de cultivo.

Los productos de excreción (heces de los animales) que contienen amoníaco con elevados tenores que son liberados al ambiente acuático, producen la muerte de los peces. Existe en la bibliografía de consulta, indicaciones sobre los niveles máximos de amoníaco, nitritos y nitratos que las distintas especies de peces pueden soportar.

Por su lado, los compuestos de fósforo o compuestos fosforados, constituyen el factor principal limitante de la productividad de las aguas dulces (en especial del crecimiento de las microalgas). El fitoplancton aprovecha mayormente el fósforo que se libera cuando mueren los animales y vegetales del sistema y que queda en disponibilidad para ser utilizado nuevamente.

Al fertilizar los estanques con abonos nitrogenados y fosforados (urea y triplefosfato, por ejemplo), se logra estimular el crecimiento del fitoplancton. Según algunos autores, el efecto de la fertilización en los estanques favorece también el desarrollo de las comunidades del zoobentos (animales vivientes sobre los fondos) y notablemente, la producción de los Quironómidos (larvas de insectos) muy apreciados por los peces como alimento, ya que se ha comprobado que estos insectos prefieren poner sus huevos en estanques fertilizados; hasta quintuplicar su producción con respecto a estanques no fertilizados.

También existe una correlación neta entre la productividad de las aguas dulces y su contenido en sales de calcio o con su contenido global de carbonatos de calcio y magnesio disueltos, los que también suelen constituir un factor limitante en la producción final de peces. La dureza total del agua se determina en función del contenido en sales solubles de Calcio y Magnesio (expresado como su equivalente en carbonatos). Las aguas que tienen más de 50 mg/l se denominan aguas "duras" y aquellas que revelan menos de esta cantidad, "aguas blandas". Normalmente, las aguas duras, poseen un pH de entre 7,5 a 8,5; mientras que en las blandas, el pH se sitúa entre 3,0 y 7,2. Las aguas con dureza total superior a 15 mg/l son conside-

radas satisfactorias para piscicultura.

Las aguas ácidas, cuyo pH abarca entre 4,0 a 5,0 producen una disminución en la producción e incluso pueden detener la misma y para regularlas se deberá emplear el encalado con cal extinguida o con carbonatos. Las aguas de pH menor a 3,0 son peligrosas para la vida de los peces; mientras que las aguas con pH situado entre 6,0 y 9,0 se consideran favorables para la piscicultura y no necesitan tratamiento alguno (Swingle, 1961); mientras que las aguas alcalinas de pH situado entre 9,0 y 10,0 producen también una disminución de la producción además de incidir en los peces, pudiendo destruir los tejidos de branquias y aletas; en forma similar a los problemas creados por un bajo pH. Además, esta calidad del agua, puede producir también una fuerte mortalidad de las microalgas del fitoplancton y en consecuencia, se presentará un riesgo de muerte para los peces por falta de oxígeno (ya que en la descomposición del material de algas fitoplanctónicas muertas, se emplea gran cantidad de oxígeno disuelto). Debido a todos estos factores, se considera como muy importante para el productor controlar los "florecimientos" algales microscópicos, por medio del disco de Secchi, tarea que resulta muy sencilla y simple (Figura 4).



Figura 4. medición de visibilidad con Disco de Secchi.

Fuente: Dirección de Acuicultura

Con un pH elevado y en función de las temperaturas existentes, se produce además un aumento de la toxicidad del amoníaco. El pH 11,0 por su lado, es considerado letal para los peces. En estos últimos casos, debe ponerse

atención no procediendo a un encalado de los estanques (Chemiller, 1997).

Otro parámetro importante a considerar en las aguas dulces, tratándose de cultivos de peces, es la alcalinidad total, definida como el "total de sales básicas contenidas en el agua" (expresada como carbonatos y/o bicarbonatos). Una alcalinidad total equivalente a 40 mg/l de carbonato corresponde a los máximos valores de productividad. El carbonato es utilizado, como ya se explicó, por el fitoplancton y los vegetales superiores durante el proceso de la fotosíntesis, bajo la forma de anhídrido carbónico libre (CO₂). Por esta razón, cuando el fitoplancton es muy abundante y la iluminación solar es buena, existe un aumento del pH hacia el básico, alcanzando valores de 9,5 e inclusive hasta de 10,0 en el momento en que la insolación es más potente durante las horas que siguen al medio día. En estas circunstancias, los vegetales se ven impedidos de incorporar el carbonato debido a la función de la reacción química que lo desdobra, produciendo anhídrido carbónico, que es incorporado entonces por el proceso de fotosíntesis. Algunos animales, como los crustáceos (cangrejos, camarones y langostas) emplean directamente el carbonato en la formación de sus esqueletos externos y por lo tanto, las aguas empleadas en sus cultivos deberán ser carbonatadas o de lo contrario, se deberá agregar cal al sistema.

Otros elementos como el potasio, el hierro y la sílice, se encuentran presentes, en general, en las aguas. Las cantidades de potasio (K) encontradas en las aguas de cultivo son consideradas suficientes, sobre todo en estanques construidos en suelos arcillosos que lo aportan, por lo cual no es necesario agregarlo como *fertilizante*. Por tal motivo, los fertilizantes empleados en cultivo para aumentar la productividad del agua están basados solamente en nitrógeno y fósforo. En el caso del hierro, presente en general en concentraciones de 2 mg/l en aguas dulces, se conoce que su presencia favorece la producción de clorofila por los vegetales (y como resultado la fotosíntesis), participando además en las actividades respiratorias. Un exceso de hierro en el agua está considerado como negativo para los organismos, en especial cuando se trata de la fase de incubación y producción larvaria o larvicultura. La sílice, por su lado, también se encuentra presente en las aguas y es utilizada por ciertas algas microscópicas denominadas Diatomeas para la formación de su esqueleto silíceo. Las diatomeas pueden constituir, en algunos casos de cultivo, una importante proporción del fitoplancton.

IV - INTERRELACIONES ENTRE LOS ORGANISMOS DE UN ESTANQUE

Dentro de un ecosistema, sea natural o artificial como en este último caso un estanque de cultivo, los vegetales y animales están relacionados entre sí, directa o indirectamente y forman un complejo trófico o cadena alimentaria que es explotada por el hombre para producción de peces destinados a consumo (Figura 3). Las especies primarias de peces pueden convivir con otras especies secundarias y asimismo, con un gran número de especies de invertebrados que les sirven de alimento natural, especialmente durante sus fases de alevinos y juveniles. La interacción entre dos especies animales puede ser de varios tipos. Dentro de las interacciones que se dan entre los peces, las consideradas como más importantes, son: a) la competencia cuando disputan por alimento, espacio, sitios de desove o refugio; b) la predación cuando el pez predador depende de un forraje (consume otros peces) para su subsistencia y c) parasitismo. En este último caso, los parásitos inhiben el crecimiento de su hospedador, pues dependen de él para su subsistencia. Además, el parasitismo puede actuar, manifestándose en problemas sanitarios y produciendo pérdidas de individuos.

En el caso de un "policultivo" de peces, sistema conformado por varias especies de animales acuáticos (peces o peces y crustáceos), se deben seleccionar aquellas especies que no compitan entre sí. Existen especies dentro de estos grupos que necesitan un determinado espacio, que es fijado en cautiverio por medio de densidades de siembra correctas (determinadas por investigación); ya que se trata de especies o carnívoras (predadoras) o "territoriales" que compiten por el espacio (camarón de agua dulce, langostas, cangrejos, algunos peces). Si las densidades de cultivo no han sido bien determinadas por análisis previo sobre su respuesta (conociendo sus características), pueden llegar a producirse mortalidades y como resultado se obtendrá una baja producción. También debe contemplarse en determinados policultivos la talla de los peces a sembrar cuando existe competencia entre ellos.

El conocimiento de los mecanismos que existen en un cultivo desarrollado en un estanque a nivel de microorganismos (especialmente bacterias), así como las interacciones habidas entre ellos, el medio acuático y los peces bajo cultivo; puede ayudar a los productores a evitar errores de manejo que

podrían resultar en serias consecuencias posteriores, con obtención de altas mortalidades y disminución de la producción previamente proyectada. No todas las mortalidades son producidas por enfermedades. Contra todo lo esperado, muchas veces, puede producirse disminución del oxígeno disuelto en el agua o falta del mismo (anoxia), debido a una alta cantidad de materia orgánica depositada en los fondos del estanque (como resultado de la utilización de este gas por las bacterias que descomponen la materia orgánica acumulada). El riesgo de disminución de oxígeno, es considerado como el parámetro más crítico de la calidad de las aguas de cultivo para la vida de los peces. Es necesario tener en cuenta que este riesgo de incrementa con el aumento de la temperatura del agua y que debido a la baja profundidad de los estanques, el espejo de agua reacciona rápidamente a los cambios exteriores de temperaturas. También durante varios días nublados, el oxígeno disuelto puede disminuir peligrosamente por falta de actividad fotosintética de los vegetales y en dicho caso es mejor interrumpir la oferta de alimento.

V - EL CRECIMIENTO EN LOS PECES

V.1. FACTORES QUE INCIDEN EN EL CRECIMIENTO DE LOS PECES

Las necesidades nutritivas totales de los peces son empleadas por un lado, en la conservación del cuerpo (mantenimiento y reemplazo de las partes utilizadas) y por otra parte en su crecimiento, es decir el aumento de peso y de talla, así como en la formación de sustancias de reserva. Para su crecimiento, el animal incorpora una cierta cantidad de energía bajo la forma de alimentos, que serán más o menos asimilados, pero siempre siguiendo un esquema (según Le Louran, 1980):



La variable crecimiento, tan importante para el buen funcionamiento y obtención de una excelente respuesta en producción en los estanques de cultivo, es función de una serie de factores, como los que se agrupan a continuación:

- **Factor genético:** propio de cada especie, raza o variedad, que es hereditable;
- **Factor alimentario:** se refiere a la calidad y cantidad del alimento disponible. En el caso del alimento natural, el mismo estará bajo la dependencia de la existencia de factores ambientales como la naturaleza geológica del suelo, la insolación, la temperatura (que varía según las estaciones), el aporte de nutrientes y en cuanto al alimento suplementario, éste deberá cumplir como mínimo, con los requerimientos nutricionales conocidos para la especie bajo cultivo.
- Los **factores ambientales**, dentro de ellos la temperatura que regula fundamentalmente el crecimiento de los peces y produce además, alta influencia sobre la tasa de conversión del alimento incorporado (Factor de Conversión Relativo o sea la relación existente entre la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de carne producida por el pez). El alimento debe cumplir además con los requerimientos energéticos de los organismos bajo cultivo en función de sus necesidades vitales y como se mencionó anteriormente, sobre el rendimiento en producción de carne que es el

objetivo final de la producción acuícola y del productor. La velocidad de crecimiento presenta un máximo para un cierto rango de temperatura, mientras que la tasa de vacío gástrico aumenta con la temperatura hasta alcanzar un máximo para un nivel térmico aproximado a la región letal. En una zona óptima, el crecimiento dependerá directamente del aumento de la temperatura. La denominada "estación de crecimiento" en acuicultura se define como el periodo durante el cual el agua posee la suficiente temperatura como para permitir una rápida digestión, una buena asimilación del alimento y la obtención de una buena respuesta en crecimiento de los animales cultivados (sea para peces u otros organismos acuáticos de aguas cálidas, templadas o templado-frías). Cuando se está fuera del óptimo de temperatura para una determinada especie, el productor deberá definir si sigue aportando dinero en alimento que probablemente, sea consumido, pero no asimilado.

La temperatura y las horas de luz en el día (fotoperiodo) son factores externos que determinarán el desarrollo del plancton y la aparición de componentes útiles para los peces en cultivo. Por ejemplo, cuando se llena un estanque con agua, el desarrollo de las comunidades que aparecen en él, se produce gradualmente en los estanques de cultivo de carpas. En Europa, por ejemplo, abarca 70 días en invierno, 25 en primavera y 10 en verano y los constituyentes de este plancton se renuevan más rápido a medida que la temperatura aumenta (Le Louran, 1980). Lo mismo ocurre para los integrantes de la fauna de la producción secundaria (zooplancton y zoobentos), con un desarrollo más rápido y un aumento del tránsito intestinal y del ritmo de alimentación; todo lo cual produce un aumento de la disponibilidad de micro-fauna para los peces, especialmente durante sus estadios juveniles.

V.2. REGLAS QUE DETERMINARÁN EL CRECIMIENTO DE LOS PECES BAJO CULTIVO

Existen varias reglas que determinan este crecimiento y entre ellas, las más importantes, son:

- a) las necesidades de mantenimiento para los animales, dependerán de la actividad que ellos desarrollen y también de su talla. Menor tamaño, significará mayor superficie corporal en relación al peso y por lo tanto las exigencias vitales serán más elevadas, particularmente en lo referido al consumo de oxígeno;
- b) los peces pequeños (en su fase larval o de larvicultura, hasta talla de juveniles) muestran una mayor velocidad de crecimiento debido a su pequeña talla, constituyendo su edad un factor secundario. Por otro lado, los peces jóvenes convierten el alimento en forma más eficiente que aquellos de mayor edad, porque estos últimos gastan mayor proporción de energía para su funcionamiento orgánico. Además, la maduración sexual se presentará más precoz cuanto más rápido haya sido el desarrollo, aunque también puede presentarse a una edad casi normal en aquellos peces afectados de "enanismo" debido a una mala nutrición o a una muy alta densidad de cultivo.
- c) Cada especie de pez se caracteriza por un tamaño máximo en cuanto a longitud y peso. Por lo tanto, la talla de un pez dependerá esencialmente de la cantidad y calidad del alimento ofrecido y del espacio disponible para cada individuo, según la densidad que correspondá adoptar para su cultivo. A menor densidad, mayor talla y viceversa; pero la decisión dependerá también del piscicultor, en relación a la demanda que exista en los mercados objeto de su comercialización; especialmente en el mercado interno argentino, donde el consumidor está habituado a consumir peces de mayor talla para su preparación a la parrilla (similares a los que proveían anteriormente los ríos).

Los peces pueden resistir por un largo tiempo la ausencia de alimento, ya que asimilan sustancias orgánicas disueltas en el agua, que los ayudan también a resistir la inanición. Si luego de un período breve de hambre, disponen nuevamente de alimento en ajustada cantidad y calidad, su crecimiento se reanuda inmediatamente e inclusive alcanzarán a otros que hubieran sido alimentados durante igual período. Esta particularidad se utiliza en piscicultura (pacú, trucha y otros peces) y se la conoce como "compensación del crecimiento" ofreciendo buenos resultados en el manejo de las poblaciones, tanto en larvicultura como en peces de mayor talla. También debe tenerse en cuenta, que aún entre individuos de una misma especie, el

crecimiento es muy variable (principalmente por razones genéticas), por lo que es importante que el piscicultor rural realice sus propias selecciones, especialmente tratándose de peces que no han sufrido domesticación alguna (especies autóctonas nuevas a incorporar). Esta forma de selección es la más simple para las posibilidades de este tipo de productor y consiste en la elección de aquellos individuos de mejores características externas que hayan mostrado un excelente crecimiento durante el período de engorde final, los que serán apartados para futuros reproductores en estanques apropiados. En piscicultura de aguas templado-frías, se realizan continuamente clasificaciones por tallas, trabajo que en piscicultura de aguas cálidas especialmente, se evita por el estrés que sufren los individuos durante estas tareas o por elevadas temperaturas o bien, por bajas temperaturas (con los crustáceos, en cambio, se pueden realizar selecciones sin ocasionar prácticamente problemas de estrés secundario y/o mortalidades).

VI - CAPACIDAD DE CARGA

Esta capacidad está relacionada estrechamente con la producción a obtener. La definición de esta capacidad, indica "la máxima cantidad de kilos de una determinada especie de pez, o de un grupo de especies de peces (o de otros organismos acuáticos), que pueden sostenerse o cultivarse en cautiverio", durante un determinado tiempo manteniéndolos en un hábitat acuático limitado (un estanque o embalse e inclusive en jaulas flotantes). Se la conoce también como "capacidad de sostenimiento o capacidad de soporte".

Dicha capacidad presenta un límite en todo cuerpo de agua y se la puede conocer en forma directa determinando el peso de todos los peces presentes y expresándolo con relación a la unidad de superficie (hectárea o metro cuadrado). Indirectamente, la capacidad de carga, puede determinarse en función de una serie de características del ambiente (superficie, profundidades, costas, etc.) y de variables físicas y químicas, así como volumen, etc., conocidas del cuerpo de agua a estudiar (Wicki y Luchini, 1996 para el caso de cultivo de truchas en jaulas flotantes en los embalses de Alicurá, Piedra del Águila y Chocón). Para el caso del pacú, por ejemplo, cultivado en estanques bajo sistema semi-intensivo en Brasil y Argentina, se puede consultar a Bernardino y otros (1998) y Wicki y otros (2004), donde se expone la capacidad límite de carga relativa a esta especie. En los estanques tropicales, donde los peces crecen durante todo el año, estos alcanzarán su capacidad de carga en menor tiempo, comparado con aquellos ubicados en zonas subtropicales, donde las menores temperaturas invernales (de algunos o varios meses de duración), inciden en el crecimiento de los peces.

La "capacidad de carga" varía con el régimen alimentario de los peces. Si los peces son fitoplanctófagos o herbívoros, alimentándose de vegetales inferiores o superiores, la capacidad resultante será más elevada que en el caso de los peces carnívoros, por ejemplo. También varía con la cantidad de especies bajo cultivo en los estanques. Una capacidad determinada para un "monocultivo" podrá aumentarse si se trabaja en "policultivo" con otras especies que en conjunto posean hábitos alimentarios complementarios. Por ejemplo, concentrando especies de hábitat detritívoro, insectívoro y herbívoro, en lugar de trabajar con una sola especie.

Los peces disminuyen su crecimiento en función de la edad y también dejan

de crecer durante la época de reproducción, por lo que es importante no cultivar peces que se reproduzcan dentro del ciclo de cultivo en los estanques o bien, proceder a cosecharlos antes de que su reproducción haya avanzado; ya que gran parte de la energía en ese caso, es derivada hacia el desarrollo de las gonadas y su maduración (testículos y ovarios); por lo que el productor perderá capital al ofrecer alimento ración.

Si el manejo técnico de los estanques incluye fertilizaciones adecuadas y suministro de alimentos externos, se aumentará la capacidad de carga, en comparación con peces de estanques alimentados solo con alimento natural (las producciones alimentadas naturalmente, alcanzarían los 300 a 500 kilos/ha), mientras que con fertilización y ofrecimiento de un suplemento de alimento se pueden obtener, en sistemas de cultivo semi-intensivo y sin renovación de agua, entre 2.500 a 3.000 kilos/ha o más). Cuando se suministra alimento en calidad y cantidad suficiente, los mismos deberán ser balanceados y contener los requerimientos mínimos de las especies a seleccionar. El hecho de suministrar alimentos externamente, incrementa la capacidad de carga del estanque. Un estanque con producción de peces que alcance pequeña talla y peso, sostendrá mayor capacidad de carga, pues los peces aprovecharán muy bien el alimento natural existente en la unidad, pero ello solamente puede realizarse, si se cuenta con un mercado que acepte peces pequeños.

VII - EL CULTIVO DE LOS PECES EN LA PISCICULTURA RURAL

VII.1. INTRODUCCIÓN Y SISTEMAS DE CULTIVO EN PISCICULTURA

Como ya dijéramos en el punto Introducción, la piscicultura rural se practica en China desde 2.000 años Antes de Cristo (AC) y existen datos provenientes de esas épocas sobre normas específicas para la recolección de huevos en ambientes naturales con el objeto de repoblar canales y otros cuerpos de agua; ya que recién a partir de la década de 1960, luego de una investigación realizada en Brasil, fue posible aplicar las técnicas de reproducción inducida por medio de hormonas. Los documentos indican que Fan Li, ya había publicado un libro sobre el "cultivo de la carpa" en el año 475 AC. En otros países, como Egipto, Persia, India, etc. se producían peces en estanques artificiales, también desde épocas anteriores. Por el contrario en Occidente, la piscicultura solamente se inició a partir del siglo XVI, cuando varias órdenes religiosas de monjes y también algunos terratenientes comenzaron a cultivar peces (carpas y truchas), y recién a partir de mediados de la década del '70, se inició realmente una piscicultura apoyada en la investigación destinada especialmente a su desarrollo con varias especies de peces y otros organismos acuáticos. Finalmente, con el aumento de las tecnologías por investigación, se alcanzó la fase de "acuicultura", donde la piscicultura constituyó un rama de la misma. A partir de las últimas décadas del siglo XX se iniciaron cultivos de camarones, langostas de agua dulce, ranas, yacaré y elementos intermediarios para alimentación (cultivos puros de elementos del fito y zooplancton de variadas especies).

VII.2. MODALIDADES O TIPOS DE CULTIVOS CONOCIDOS DENTRO DE LA ACTIVIDAD DE LA PISCICULTURA

Resumen de tres grupos:

- **piscicultura extensiva**, donde los peces se alimentan del alimento natural disponible en los cuerpos de agua donde han sido sembrados. En este caso, la intervención del hombre consiste solo en la obtención de la reproducción, incubación y alevinaje, obteniéndose diferentes tallas según la necesidad y a la recolección posterior de

los peces (es típicamente el caso del pejerrey en Argentina). Los peces cosechados intervienen como parte de la actividad pesquera (comercial o deportiva). En general, los alevinos son adquiridos en Estaciones de Piscicultura específicamente diseñadas por diferentes estados provinciales (por ejemplo, la Estación Hidrobiológica de Chascomús, perteneciente a la provincia de Buenos Aires). Si se está realizando piscicultura extensiva en estanques preparados al efecto, el productor producirá el alimento natural por medio de fertilizaciones apropiadas.

- **piscicultura semi-intensiva**, donde el alimento disponible en los recintos puede aumentarse por abonamiento con fertilizantes adecuados y donde también puede suministrarse alimentación suplementaria para mayor aumento de la producción. Este método es el empleado en la piscicultura rural y en cerramientos como los sencillos estanques; siendo la más utilizada en todo el mundo (a diferentes niveles de densidad y de inversión). Dentro de este sistema, se puede alcanzar también un emprendimiento de corte industrial.
- Finalmente, la modalidad de **cultivo intensivo** (también de amplio espectro) que persigue la obtención de una máxima producción sostenible, mediante el empleo solo de alimento ración externo de tipo "completo" (adicionando vitaminas y minerales) y a altas densidades de siembra. Puede realizarse en estanques, en raceways, tanques o en jaulas flotantes en ambientes acuáticos que sean aptos para ello y no tiene relación con la piscicultura rural. En dicho caso, los peces sometidos a encierro solamente podrán crecer a favor del alimento externo ofrecido, ya que dentro de los recintos que los contienen, prácticamente no podrán encontrar suficiente alimento.

VII.3. REQUERIMIENTOS PARA PRODUCCIÓN DE PECES EN MODALIDAD DE CULTIVO RURAL

VII.3.1. Agua

Este elemento líquido, constituye el ambiente natural para todo cultivo de peces y su abastecimiento es la primera necesidad a definir al iniciar un

emprendimiento acuícola. Este agua de abastecimiento para los estanques y otros usos, debe mostrar una calidad óptima y suficiente caudal como para poder alcanzar la producción final que sea proyectada. Puede provenir de una fuente superficial (ríos, arroyos, etc.) o bien de napa subterránea. Esta última es sin duda, la de mejor calidad, previo efectuar un análisis de sus componentes (en algunas regiones del país puede portar algunas sustancias químicas no deseables). El agua subterránea (de napa o pozo profundo) es de alta calidad, pura y libre de organismos nocivos (bacterias, parásitos), pero carece de oxígeno disuelto, pudiendo agregarse este gas a la salida del pozo construido, por métodos mecánicos (al pasar por los canales o por bombeo inicial, por ejemplo). Si se encontrara cargada de gases perjudiciales para los peces, ellos suelen eliminarse, aireándola a su salida previamente y a su entrada a los estanques. En otros casos, pueden aportar sales no aptas para determinados cultivos. El empleo del agua subterránea se justifica en casos de piscicultura rural-comercial (no de piscicultura de autoabastecimiento). Un análisis de agua se puede obtener en las estaciones del INTA o en los organismos que regulan la administración del agua en la provincia donde haya sido seleccionado el sitio.

El agua de manantial (empleada en Misiones, Mendoza y algunas provincias patagónicas actualmente para diferentes especies en cultivo) es de excelente calidad, careciendo de elementos negativos, pero es necesario contemplar ajustadamente el caudal que pueda proveer la fuente para una determinada operación de producción. El agua de las quebradas (caso de Jujuy) es de buena calidad, siempre que aporte los caudales adecuados a todas las épocas del año y puede disminuir la visibilidad en el caso de aportes de arcilla o lodo de las cabeceras en determinadas épocas de fuertes aportes. La superficial de río o arroyo, es la menos aconsejable, ya que en general, contiene sustancias contaminantes (pesticidas agroquímicos, desechos industriales, cloacales, etc.). En el caso de las aguas de deshielo, se debe contemplar además, la posibilidad de avalanchas que destruyan parte de las instalaciones. Si el período de llegada de estas aguas es limitado, no afectará en demasía la vida y el crecimiento de los individuos bajo cultivo (ríos e inclusive embalses patagónicos empleados en el cultivo de trucha).

VII.3.2. Caudal

Este factor se refiere a la cantidad de agua necesaria para el mantenimiento de volúmenes en una piscicultura previamente planificada, es decir contempla el mínimo disponible de agua por hectárea de estanque que incluye la cantidad inicial que permitirá el llenado de los estanques en un tiempo prudencial y mantener posteriormente constante el nivel de agua en las unidades durante todas las épocas del año, compensando pérdidas por filtraciones y evaporación, según las regiones de inserción de los proyectos. En piscicultura rural, no es necesario efectuar una alta renovación de agua diaria (a excepción del cultivo de trucha arco-iris), aunque es conveniente mantener un pequeño recambio continuo que permita el arrastre de los desechos de los peces desde el fondo de los estanques y la materia orgánica en exceso, aportando además, nuevas cantidades de oxígeno al sistema de cultivo; lo que mantendrá la calidad del sistema acuícola. Además, deberá contarse con el aporte de agua de reemplazo por las pérdidas producidas por evaporación (según el clima de que se trate) o bien, las correspondientes a filtraciones a través del terreno (según el terreno seleccionado y la calidad de las construcciones realizadas).

Como los regímenes de lluvias son diferentes según las regiones del país, es importante mantener tajamares, estanques, tanques australianos u otro tipo de tanques de determinado porte, que permitan conservar acumulada una cierta cantidad de agua en previsión de menores caudales en ciertos meses o temporadas, para mantenimiento y proceder correctamente a su renovación en caso de necesidad. Los estanques deberán desaguar al exterior el agua de profundidad y no la de superficie, de tal forma que pueda mantenerse la productividad por fitoplancton desarrollada en las aguas superficiales de los mismos y también para que el agua de menor cantidad de oxígeno (la profunda), sea reemplazada periódicamente.

En el caso de pequeños cultivos rurales de truchas (15-30 ton/año) en sistemas intensivos (estanques, tanques o raceways) y con provisión total de alimento externo, se deberá contar con agua suficiente como para renovar el volumen total de cada unidad al menos produciendo dos y a veces, hasta tres recambios horarios. En estos casos se cuenta en la piscicultura con abastecimiento de agua superficial de ríos (Figura 5).



Figura 5: producción rural de trucha. El Bolsón (Río Negro). Fuente: Dirección de Acuicultura

El requerimiento de un mínimo caudal anual de agua por hectárea, en el caso de contarse con estanques excavados, incluye la cantidad inicial necesaria para el llenado de los cerramientos y su complemento por pérdidas diferentes. En un estanque de 1,0 m, promedio de profundidad, la cantidad inicial es de 10.000 m³/ha. La cantidad total de agua disponible determinará el área del emprendimiento a construir. Si no existen limitaciones en cuanto al agua de abastecimiento, los factores principales para determinar el tamaño de la unidad total, serán dependientes de las posibilidades y condiciones comerciales, mano de obra a emplear en insumos (herramientas, fertilizantes, alimentos, etc.).

VII.3.3. La temperatura

Como se explicó anteriormente, esta variable física mantiene una profunda influencia sobre la actividad biológica de los organismos del estanque. Esta última, se acrecienta con cada 10° C de aumento de dicha variable (por ejemplo, el consumo de oxígeno o el metabolismo general de los animales es dos veces más alto a 30° C que a 20° C). La temperatura del agua tiende a ser más estable que la del aire, aunque como ya se explicó anteriormente, los estanques de baja profundidad acusan rápidamente los cambios

ambientales que se suceden externamente. Los peces son menos tolerantes a los cambios bruscos de temperatura cuando se los compara con los animales terrestres. De las temperaturas registradas en las aguas dependerá la selección de la/s especie/es a cultivar: Peces de aguas frías como la trucha (óptima temperatura de cultivo entre 15-17° C) y peces de aguas cálidas como los pacús, tilapias, randiá y surubí (crecen bien por encima de 24° C). En el caso del pacú sus temperaturas óptimas están situadas entre los 26-27° C, al igual que el surubi y probablemente otras especies de aguas cálidas de la cuenca del Plata. Para la tilapia, especie de origen tropical, las mejores temperaturas son aquellas situadas entre los 27 y 30° C, mientras que para la langosta australiana, se sitúa en la franja de los 26 a 27° C. Por su lado, los peces de aguas templadas o templado-cálidas, son aquellos que pueden ser cultivados entre los 18-24 ° C (como el randiá y otros). Existen especies de peces que se conocen como "estenotermas", porque viven dentro de rangos estrechos de temperatura y otras capaces de vivir en aguas de temperaturas muy amplias, llamadas "euritermas". Ejemplos de estas últimas son las carpas comunes y sus variedades (por ejemplo, la var. espejo que ha soportado hasta 37° C en estanques de baja profundidad en el norte de Corrientes, aunque no significa que ésa, sea la mejor temperatura para su respuesta en crecimiento), así como el amur (carpa china o herbívora) de amplia tolerancia térmica (que se cultiva en nuestro subtropico, pero puede cultivarse también en clima templado). Las temperaturas de entre 33-35° C producidas en la superficie de los estanques, son letales para varias especies, por lo cual, los peces tratarán de defenderse buscando las aguas más profundas que les permitan sobrevivir (siempre que los niveles satisfactorios de oxígeno se mantengan) y los estanques deberán presentar una mayor profundidad en climas que presentan muy altas temperaturas durante el verano.

Si las temperaturas de un estanque se vuelven demasiado bajas o altas, la intervención del productor es muy limitada. Todo el manejo de los peces e intervenciones en los estanques cuando existen altas temperaturas deben suspenderse, incluido la oferta de alimento; así como deben evitarse los shocks térmicos por diferencias de temperaturas (especialmente al momento de las siembras de larvas y alevinos, en general, en cualquier ambiente acuático seleccionado). En el caso de las larvas que poseen pocos días de nacidas, se conoce su estricto rango preferencial de temperaturas. Una diferencia de temperatura de 5° C al tiempo de ser transferidas desde el

agua donde se las ha mantenido antes de la siembra, al nuevo receptor puede ocasionarles un shock térmico de efecto adverso, con mortalidades totales. Los peces de mayor edad, en cambio, toleran bien los cambios graduales de esta variable adaptándose progresivamente a ellos. Cuando se trasladan larvas o post-larvas y más aún juveniles desde el exterior, deben calcularse bien los tiempos del viaje y esperas en los aeropuertos para evitar mortalidades totales.

VII.3.4. Turbidez y color

El color y la turbidez del agua de los estanques limitarán la penetración de la luz y como consecuencia, limitarán la actividad fotosintética de los vegetales (microalgas y plantas acuáticas). Se trata por lo tanto, de variables físicas importantes a tener en cuenta en piscicultura.

Por estas razones, las aguas turbias son inconvenientes para los peces cautivos durante el cultivo, dado que las partículas en suspensión al impedir la penetración de los rayos solares, disminuyen o anula la productividad fitoplanctónica, limitando el alimento para el zooplancton (cuyos integrantes lo aprovechan) o para los propios peces en el caso de los fitoplanctófagos. La turbidez puede inclusive llegar a producir altas mortalidades en la fase de incubación, tanto en los huevos como en las larvas y pequeños peces, porque se produce depósito de las partículas en suspensión sobre la cubierta de los huevos, impidiendo la respiración del embrión o sobre los tejidos branquiales de las larvas y post-larvas, volviendo más débiles a los peces y exponiéndolos, posteriormente, al ataque de agentes patógenos existentes en el medio de cultivo. En estos casos, si las aguas turbias se mantienen por largos periodos, es importante poseer tanques de acumulación de agua o bien, canales mediante los cuales se obtenga la sedimentación o se disminuyan las partículas que enturbian el agua. Existen procesos para mejorar las aguas turbias, como el fertilizado con abono orgánico en los estanques, ya que otros procesos químicos, como el agregado de sulfato de aluminio, resultan muy costosos y exigen además que el pH las aguas ya tratadas sea neutralizado, ya que de contrario el método no suprime la causa de turbidez. El color verde que suele apreciarse en los estanques de cultivo, no está relacionado a la turbidez del agua, sino que es conferido por el fitoplancton producido naturalmente o incentivado por el agregado de los fertilizantes aplicados.

VII.3.5. pH

Esta variable mide la acidez o la basicidad del agua de cultivo. El pH dependerá de la fuente de agua de abastecimiento, de su alcalinidad y dureza total (o sea, de los niveles de carbonatos y bicarbonatos naturalmente existentes). El mejor pH para producción acuática es el situado en la escala entre 6,5 y 8,0 y hasta 9,0, pero para obtener máxima productividad, el mismo debe acercarse al nivel de 8,0 en la escala. Con un pH menor a 6,5 aquellos organismos vivos de los cuales se alimentan los peces no prosperarán y también, dicho nivel puede resultar tóxico para los propios peces que disminuyen su ingesta en alimento. La disminución del pH del agua induce también a que los peces sean más vulnerables, con aparición de enfermedades y parásitos y en algunos casos, puede alcanzar a afectar su reproducción. Aguas de pH de 3,0 e inclusive 4,0 suelen ser tóxicas para los peces y si esta variable química es menor a 6,0, la producción de peces decae. El pH se mide por medio de aparatos registradores conocidos como peachimetros (de campo y laboratorio), pero también puede medirse sencillamente por medio de kits específicos (varillas de medición) adquiridos en droguerías. El pH, como ya hemos visto anteriormente, puede variar durante el día (entre la mañana y la noche) debido a la respiración de los animales y vegetales y a la fotosíntesis realizada por estos últimos (aporte de CO_2 y producción de ácido carbónico). Si el agua contiene carbonato de calcio en cantidad suficiente, el equilibrio de ácido a base se mantendrá normalmente y el pH permanecerá dentro de los límites normales no causando inquietud al productor.

VII.3.6. El suelo

Aquél que sea destinado a la construcción de estanques excavados debe cumplir con la característica de ser "impermeable", con el objeto de retención del agua, al igual que los canales (suelos con 40 a 60% de arcilla). Por debajo de 40% los suelos contienen demasiada arena, siendo permeables y por encima de 60% no conviene utilizarlos, puesto que al secarse se resquebrajan los fondos y comienzan las pérdidas por filtraciones. No es necesario que se trate de suelos productivos. Si los suelos donde se construirá presentan una capa de humus, es conveniente respetarla, ya que ella contendrá sustancias importantes para favorecer el aumento de la producción acuícola.

El aumento de pH en los suelos (de ser estos de tipo ácido) mejora el estanque y ello se obtiene encalando sus fondos. Por su lado, el calcio no solo está considerado como uno de los nutrientes esenciales para los peces (que en general lo captan del agua), sino que se trata de un excelente corrector de la acidez de los suelos. También el encalado beneficia la nitrificación de los compuestos amoniacales del suelo (pasaje a nitritos y nitratos). Si el pH se encuentra bajo (ácido) se aconseja encalar con cal apagada (hidróxido de calcio o cal de construcción) hasta lograr aumentarlo hasta 6,5 o más. Por el contrario, cuando éste se encuentra entre 5,0-6,5 se aconseja encalar con cal agrícola (carbonato de calcio o dolomita).

En el caso de desear controlar parásitos o mejorar el suelo del estanque ya en uso, se aplica cal directamente sobre los fondos. Pero si se quiere tratar enfermedades o precipitar excesiva cantidad de materia orgánica depositada, la cal se aplicará en el agua y si la misma se esparce en forma de polvo, aumentará la eficacia del tratamiento. Por el contrario, para proceder a la desinfección de un estanque, luego de la cosecha total, se utiliza cal viva (óxido de calcio) hasta 1.500 kilo/ha para prevenir enfermedades a la siguiente producción o para destruir peces que hayan quedado cautivos en los cerramientos. Al aplicar la cal viva, es necesario que los operarios tomen precauciones de protección durante esta operación.

VIII - INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD NATURAL EN LOS ESTANQUES

VIII.1. LA CAPACIDAD DE CARGA

Como se explicó previamente, puede aumentarse por medio de fertilizaciones, ya que de esta forma se agregarán nutrientes considerados fundamentales para la producción vegetal básica de la pirámide alimentaria en el estanque (fitoplancton, que indirectamente beneficia al zooplancton). Si la luz y la temperatura son suficientes (a menos de 18° C los fertilizantes no actúan) la productividad dependerá de la abundancia relativa de los nutrientes inorgánicos existentes o agregados.

VIII.2. TIPOS DE FERTILIZANTES

Los productores de peces, utilizan en general fertilizantes de carácter orgánico e inorgánico para aumentar la cantidad de organismos que sirven de alimento a los peces, especialmente el zooplancton y el zoobentos para peces de agua dulce. También se utilizan fertilizantes que se aplican para obtención de un mayor crecimiento del fitoplancton (que además de servir como alimento es en gran parte productor del oxígeno en las aguas) o también con el objetivo de controlar el crecimiento de la vegetación sumergida (por sombreado del fitoplancton al colorear el agua). Esta comunidad fitoplanctónica resulta un aporte importante de alimento para determinados elementos animales del zooplancton (cladóceros y copépodos) que lo consumen directamente. El agregado de fertilizantes aumenta la productividad propia del agua del estanque, produciendo un efecto benéfico sobre todos los niveles tróficos y generando mayor disponibilidad de alimento para el crecimiento de los peces; especialmente durante las primeras fases de su vida hasta finalizar la de cultivo de juveniles (pre-engorde o recría). Al alcanzar la fase del engorde final, los peces no ingieren alimento natural de pequeño porte, sino que consumen solo el alimento ofrecido externamente como ración.

VIII.2.1. Abonos orgánicos

Abarcan varias clases. Pueden emplearse “abonos verdes”, de origen vegetal (terrestre o acuático) que al descomponerse liberan los nutrientes minerales que son a su vez, incorporados por las algas del fitoplancton del estanque, reintegrándose así, nuevamente, al ciclo del “ecosistema estanque” cuando ellas mueren y son descompuestas por las bacterias (los nutrientes quedan otra vez disponibles en el agua). El estiércol o abono animal, originado en animales de campo o de granja, es ampliamente empleado como fertilizante. Puede utilizarse el originado en cría de cerdos, aves y otros diversos animales de granja y ganado de corral (conejos, cabras, caballos, etc.); cuidando de que no exista en los mismos, insecticidas preventivos de plagas, que hayan sido empleados previamente sobre los animales. Además, estos fertilizantes mejoran los suelos otorgándoles buena estructura coloidal. También albergan todas las sustancias nutritivas indispensables para el ciclo biológico y favorecen el desarrollo del zooplancton, las bacterias, protozoarios, etc., que constituyen el alimento inicial más importante para los peces en larvicultura, alevinaje y estadio de juveniles.

El poder de los abonos es ampliamente variable, dependiendo del alimento que hayan ingerido los animales en los que se originan y por ello, se hace difícil determinar con exactitud la cantidad necesaria a aportar a cada unidad de cultivo (existen tablas de cantidades aproximadas que pueden utilizarse en ensayos como “guía” hasta determinar lo más conveniente para el caso del abono y el ambiente donde se producen los peces). Además, los abonos animales frescos o secos tienen muy diferente actuación. Los abonos frescos, contienen entre un 13 a 15% de materia seca y se dispersan bien en los estanques. Sin embargo, cuando el abono se seca o se transforma en “compost”, pierde parte de su valor para el abono en piscicultura (Hepher y Pruginin, 1985). Por otro lado, los fertilizantes al descomponerse consumen gran proporción de oxígeno disuelto en el agua lo que puede colocar en riesgo la vida de los peces. Otra desventaja es que estimulan la producción de algas filamentosas y algas azules (Cianofíceas) que suelen ser molestas al momento de las cosechas. Se deben tomar precauciones específicas al agregar este tipo de abonos. Su liberación lenta produce el mejor efecto. También se los puede aplicar diluyéndolos previamente en agua o bien, colocándolos en seco. Este último método determina más fácilmente la cantidad a aplicar. En general, la tasa de aplicación es de entre 0,5 TM de

abono de aves a 1 TM de abono proveniente de ganado o de abono de cerdos. Por medio de estos fertilizantes se logra aumentar la producción de grandes cantidades de bacterias descomponedoras, protozoos, rotíferos y pequeños crustáceos, que constituyen el mejor alimento natural para los peces en sus fases iniciales. Todo productor, debe hacer sus cuentas para el uso de abonos. Algunos de estos son ofertados en forma gratuita por las granjas de aves, por ejemplo y en ese caso debe contabilizarse el costo del flete hasta el emprendimiento piscícola.

Para peces que no responden a altos precios en los mercados (carpas y sus variedades) y para las producciones destinadas a un abastecimiento familiar y ventas de pescado a vecinos, es importante el uso de fertilizantes pues permiten aumentar el alimento natural del estanque y como éste es rico en proteínas, vitaminas y otros factores de crecimiento, ello permitirá no agregar raciones complementarias simples o si se las utiliza, que ellas contengan bajos niveles de proteínas y vitaminas, favoreciendo así, la economía del cultivo. Sin alimento natural y solo con raciones externas, el costo sería demasiado alto y no dejaría beneficios para la familia, ni ganancia para el productor.

Ya se mencionó que la principal limitación en la cantidad de abono que puede agregarse a un estanque, es el efecto sobre el nivel de oxígeno necesario para la vida de los peces bajo cultivo; debido a que la descomposición efectuada por las bacterias consume una gran cantidad de oxígeno del agua. En casos extremos, por agregado de demasiado abono y en condiciones de altas temperaturas, puede llegarse a la pérdida de los peces por ausencia de oxígeno disuelto y mortalidades totales.

La descomposición del abono en el verano es muy rápida y el efecto sobre el oxígeno disuelto se observará en las 24 primeras horas siguientes a su colocación en los estanques. Cuando las temperaturas de invierno son bajas, la descomposición será más lenta. Abonar en invierno no dañará a los peces, PERO debido a la descomposición más lenta del abono, la materia orgánica puede acumularse en el fondo de los estanques para descomponerse en alta proporción al elevarse la temperatura a la entrada de la primavera, con la consecuente disminución del oxígeno disuelto y la muerte de los peces. No debe abonarse en invierno cuando las temperaturas están por debajo de los 18-20° C y en verano debe cuidarse el nivel de oxígeno

antes de la salida del sol (en la madrugada) cuando este gas es mínimo, tratando de que su nivel no disminuya por debajo de 2,0 a 2,5 mg/litro de oxígeno disuelto para peces de aguas cálidas en general. Para evitar problemas de este tipo, las cantidades de materia orgánica aportada a los estanques no deberá sobrepasar las 100 a 120 kilos/hectárea/diario (Hepher y Pruginin, 1985).

VIII.2.2. Abonos inorgánicos

Estos abonos, denominados también abonos químicos, contienen en general nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) y algunos pueden incluir otros elementos menores. Hoy en día, los abonos inorgánicos empleados para fertilización de estanques para cultivo de peces son a base de fósforo, en proporción de 20-30 kilos de triplefosfato (P₂O₅) por hectárea. Los abonos de fórmula completa (N-P-K), se emplean solamente cuando es posible conocer por medio de análisis previos, la composición de los suelos y se determina si estos necesitan tales compuestos. El abono químico se aplica al voleo, en aguas de mediana profundidad. También puede colocarse en bolsas a la salida del agua de abastecimiento. Para apoyo a la productividad de las aguas de cultivo por medio de abonos nitrogenados, se emplea comúnmente urea en distintas proporciones, combinada a su vez con triplefosfato.

La frecuencia de las aplicaciones de abonos es realizada por visualización diaria de las aguas del estanque, ya que estas fertilizaciones producen una buena cantidad de fitoplancton que la colorea. El color, variará entre un verde-claro a oscuro o marrón; dependiendo de la clase de microalgas que se desarrollen. La producción de este fitoplancton puede medirse por medio del llamado disco de Secchi. Se trata de un disco de hierro o chapa, pintado alternadamente en sectores negros y blancos. Dicho disco se hunde por medio de una cuerda y un contrapeso hasta que se lo deja de visualizar. La cuerda debe estar marcada de 10 en 10 cm para indicar la profundidad a la cual se deja de ver el disco. Una buena producción fitoplanctónica se logra cuando el disco de Secchi se visualiza hasta los 30 cm de profundidad. Si se observara aún, a mayor profundidad, significará que es necesario agregar fertilizante y lo contrario, evidenciará exceso de producción de microalgas, debiendo diluirse el sobrante de éstas, con aporte de agua

externa nueva que entre al estanque (Figura 4). La aplicación del abono se deberá repetir tantas veces como sea necesario, en forma mensual o periódica, aplicando el fosfato al mismo tiempo.

Los fertilizantes aumentan también la cantidad potencial de invertebrados disponibles como alimento para los peces juveniles o incluso para adultos en el caso de la carpa, cuando este pez es producido en sistema extensivo. En este último caso, se aumenta la producción de organismos bentónicos (sobre los fondos) que constituyen un buen alimento para esta especie. La fertilización, está basada en general en el concepto de combinación de la acuicultura con la agricultura, especialmente cuando se trata de policultivos (ver en el capítulo correspondiente).

El abonamiento de los estanques, puede aumentar la producción de peces entre un 50 a un 500%. Los fertilizantes aceleran además la descomposición de las excretas y los residuos alimentarios, favoreciendo el mantenimiento de la calidad del agua de cultivo y el estado sanitario de los peces.

IX - ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA

Los alimentos artificiales son aquellos que el piscicultor ofrece externamente como suplemento para los peces en forma de raciones (peletizados o extrusados) en los cultivos semi-intensivos, ya que en los extensivos no se ofrecen alimentos balanceados. En los cultivos de modalidad intensiva, por el contrario, las raciones de alimento deben ser completas (esto significa que deben contener proporciones de proteínas, vitaminas y minerales adecuadas a sus requerimientos diarios), puesto que los animales cautivos a altas densidades no pueden aprovechar otro alimento que el ofrecido externamente (cultivo de truchas, randiá, tilapia, por ejemplo). En piscicultura intensiva de este tipo, el costo del alimento puede abarcar hasta más del 60% de los costos de producción. Esto sería imposible para un productor rural donde, por el contrario, el alimento externo suplementa la producción natural de organismos ya aumentada por las fertilizaciones aplicadas, en el caso de querer aumentar por esta metodología la producción total de los estanques. De esta forma, se disminuyen los costos y las rentabilidades se mejoran.

Los alimentos deben prepararse de tal forma que sean palatables (que a los peces les atraiga su sabor) y las partículas deben corresponderse con la talla de los peces a ser alimentados, según la fase de cultivo de que se trate. Cuando se incluye alimento artificial y los peces están acostumbrados a ingerir el natural aportado por las aguas productivas de los estanques, se necesitará un tiempo de ajuste para que los ofrecidos externamente sean aceptados. La digestibilidad de un alimento dependerá de los medios con que cuente el pez para dividirlo en pequeños fragmentos, así como de las enzimas digestivas que posea. Pocos peces portan dientes molares (como el pacú, por ejemplo) empleados en la trituración del alimento, por lo que las partículas deben consumirse enteras y de ahí la adecuación necesaria del diámetro del alimento ofrecido, a la talla de los individuos a los que el mismo esté destinado.

Las enzimas de que disponen los peces (que actúan sobre la digestión) también varían según el nivel trófico del animal. Una carpa o un pacú, de carácter omnívoro tendrán enzimas diferentes a las que posee un dorado o un surubí por ser éstos, carnívoros. El alimento natural es rico en proteínas y contiene sustancias estimulantes del crecimiento. Es importante tener en

cuenta que algunos ingredientes o insumos empleados en la elaboración de los alimentos para peces, poseen antinutrientes y otros poseen sustancias tóxicas (soja y algodón, respectivamente), por lo que al formular una dieta es necesario pedir consejo a los técnicos (CENADAC-Corrientes, por ejemplo) o bien informarse y actualizarse consultando bibliografía adecuada. Para que las dietas complementarias sean económicamente benéficas para el piscicultor, su "eficiencia" deberá ser lo más alta posible y ello dependerá del nivel de alimentación y de la composición de la ración ofrecida.

Si bien las características de las raciones alimentarias desarrolladas estarán determinadas por los requerimientos de los peces bajo cultivo, también es cierto que sus contenidos estarán con relación a la cantidad de alimento natural existente en los estanques mismos; ya que lo que se "complementa", es el alimento natural producido para aumentar la producción final de peces. Los estudios realizados en Israel principalmente con el cultivo de carpa común, mostraron que existe una gran diferencia entre estanques abonados, siendo las ganancias en estos últimos, de casi el doble de los no abonados.

Al contrario de los animales terrestres, los peces evolucionaron en un ambiente rico en proteínas y por lo tanto están adaptados a su utilización como fuente de energía. Algunos peces (carpa, pacú) utilizan también en forma eficiente los carbohidratos y las grasas, mientras otros no lo hacen (por ejemplo los Salmónidos). La actividad de los peces es función directa de la temperatura del agua, por lo que la alimentación deberá regularse basada en esta variable. El incremento de las temperaturas aumenta las necesidades energéticas de los animales y viceversa. Las necesidades para mantenimiento y funcionamiento del organismo (metabolismo) será proporcional al aumento de la variable temperatura.

El apetito se incrementa de manera proporcional al aumento de dicha variable de tal forma que, por ejemplo, la tilapia *rendalli*, puede consumir el 10% de su peso vivo en alimento a temperaturas del orden de los 24-25° C, pero deja de alimentarse a los 13-15° C. Esto está relacionado a la actividad de sus enzimas digestivas, que a su vez responden directamente a la temperatura del agua. El pacú, por ejemplo disminuye rápidamente su apetito por debajo de los 20° C, por lo cual es más rentable no alimentarlo cuando las temperaturas se sitúan por debajo de ese nivel, o bien, alimentar una

vez a la semana. Para otros peces ocurre algo similar, pero cada especie debe ser estudiada particularmente, que es lo que hace el Centro Nacional de Desarrollo Acuicola - CENADAC-, dependiente de la Dirección de Acuicultura de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura -SAGPyA - y situado al norte de la provincia de Corrientes.

Las fórmulas alimentarias que se desarrollan para los peces y crustáceos actualmente en cultivo en el país, dependerán de las características de las especies seleccionadas, pero en general, los insumos más utilizados en Argentina, son: salvado de arroz y de trigo, maíz, soja, girasol, mandioca, algodón, gluten de maíz, carne y hueso, aceites vegetales, harina de pescado, ensilados de pescado, minerales y vitaminas. Las investigaciones llevadas a cabo sobre nutrición, posibilitan la elaboración de las mejores fórmulas alimentarias para el caso de los peces y crustáceos acuáticos de agua dulce, sean estos detritívoros, omnívoros, herbívoros o carnívoros. La determinación del llamado Factor de Conversión Relativo (FCR) es la mejor forma de determinar la calidad del alimento a utilizar, por la respuesta obtenida por los peces en crecimiento. El FCR, muestra la porción de alimento que el animal utiliza para su crecimiento, luego de haber cubierto las necesidades referidas al mantenimiento, reproducción y otras actividades vitales normales.

Las especies de peces bajo cultivo responden diferentemente con relación a su eficiencia en cuanto a conversión a carne, según el material que consuman. Los factores físicos como temperatura, oxígeno disuelto, talla del pez, condición general del animal y sus preferencias pueden hacer variar los índices de conversiones obtenidos, al igual que las alteraciones químicas producidas en la calidad del agua.

Cuando se emplea un alimento como suplemento, junto al alimento natural que los peces aprovechan en el estanque, en lugar de mencionarse un FCR, se expresa un Factor Swingle ("S"), determinado por dicho autor en 1957 al referirse a la conversión del alimento proveniente de ambos tipos de alimento en su conjunto. Por ejemplo, para el randiá, cultivado en sistema semi-intensivo (fase de juvenil), el Factor "S" es de 0,7 (700 g de alimento por cada kilo producido de carne de pez); mientras el mismo pez cultivado en jaulas flotantes de 1 m³ en cuerpos de agua aptos y con alimento ración externo de fórmula completa (a densidades de 250 peces de 30 g/m³), se obtiene un FCR en engorde final de 1,6 promedio. Los factores que suelen

incidir con mayor efectividad en las tasas de conversión obtenidas son: cantidad de alimento, calidad y forma de presentación. La cantidad adecuada a ofrecer es muy importante, puesto que si el alimento está presente en exceso, la digestión y su absorción serán incompletas y el resultado desmejorará la conversión; sumado a que el productor perderá dinero.

La cantidad de alimento a ofrecer a los peces se calcula en base al peso vivo de los mismos presentes en el estanque (o jaula flotante) en un momento dado, expresada en porcentaje. Como es imposible y no conveniente la cosecha de todos los peces, se requiere una muestra representativa (un 10% del total de la población que fuera inicialmente sembrada) en la fase de que se trate, mensualmente. Si se trata de la fase denominada de "larvicultura" se ofrece alimento en un 10 y 12-15% en general, mientras para peces alevinos o juveniles, el porcentaje a suministrar es desde el 4 al 5%, del peso en vivo de los peces, ofrecido siempre en forma diaria. Los peces en su ambiente de cautiverio ingieren alimento (natural o artificial) a medida que lo encuentran disponible, por lo que si la ración es ofrecida en varias tomas diarias, mejorará la respuesta de los mismos en crecimiento. Sin embargo, por comodidad y para disminuir la mano de obra necesaria, la ración se ofrece en general, dos veces al día durante el pre-engorde y 1 vez/día durante el engorde; eligiendo en este último caso, las horas de la tarde tratándose de cultivos desarrollados en aguas cálidas. En algunos peces, sin embargo, como por ejemplo la tilapia, el alimento debe distribuirse forzosamente en varias tomas diarias (como mínimo, dos) debido al tipo de enzimas que segrega su organismo y a la forma en que se produce su asimilación. En los estudios referidos al cultivo de tilapia en encierro en jaulas flotantes en estanques de 1 hectárea, las conversiones obtenidas han sido buenas, del orden de 1,4-1,6; mientras en el caso del "amur o salmón siberiano" de habitat herbívoro y alimentado a bajo costo con vegetales producidos especialmente o bien con subproductos de ellos, las conversiones varían entre 10-15 : 1. En este caso, la especie crecerá solo en función del consumo del alimento natural ofrecido; pero también puede suplementarse con una ración adecuada si se desea aumentar la producción (en general, para este caso, tendida hacia una alta proporción de cereales). En la fase de larvicultura bajo techo (posterior al nacimiento de las larvas), los ofrecimientos diarios deben ser efectuados cada dos horas aproximadamente, no alimentándose durante la noche.

El alimento ofrecido durante larvicultura externa, y demás "alevinajes" puede colocarse en "bandejas o comederos" o bien, se lo arroja al voleo en determinados puntos del estanque donde los peces se acostumbran a buscarlo a un horario específico determinado, que debe ser respetado diariamente. Si los estanques son de gran porte o se está trabajando con peces en jaulas, se utilizarán botes adecuados o lanchas. Las raciones se elaboran en gránulos o pellets y estos, según la metodología de elaboración y las características del hábitat alimentario de los peces, podrán ser de carácter hundible o bien, flotante. El alimento ofrecido se consume dentro de las 2 a 3 horas subsiguientes a su distribución. Para pequeñas producciones en piscicultura rural, los productores pueden elaborar ellos mismos los alimentos, adquiriendo los insumos propios de la región y elaborándolos con la conocida "choricera", máquina eléctrica de picar carne a las que se le agregan varios discos que posean orificios de diferente diámetro y que permite obtener gránulos para peces que se inician (desde 1 a 2 mm) o para adultos reproductores, con 6 mm de diámetro (Figura 6).



Figura 6: máquina para elaboración de alimento casero.

Fuente: Dirección de Acuicultura

Cuando se alimenta a peces muy pequeños (alevinos), a menudo las raciones se ofrecen en forma de polvo y humedecidas previamente (cuando se trata de ración inicial) en tipo "pasta" que se suele repartir a lo largo del perímetro del estanque hasta que los peces la aceptan y posteriormente, se regula en comederos o puntos distribuidos en varios lugares del estanque y a razón de 1 comedero por unidad, tratándose de jaulas. Este método,

ayuda a que el productor controle la ingestión diaria de los pececillos y a adquirir práctica a la hora de la alimentación durante estas etapas. En piscicultura intensiva, se emplean comederos automáticos, o accionados por los propios peces y hasta electrónicos provistos de timers adecuados que regulan la oferta. En las pisciculturas medianas (1.000 TM/año), el ofrecimiento se hace a mano o con alimentadores arrastrados por tractor, permitiendo al productor o al operario la observación de los peces, su respuesta en alimentación y en sanidad, según la voracidad mostrada y los desplazamientos efectuados; pero ello también puede observarse si el ofrecimiento es realizado desde un camión o tractor con tolva que permite al operario observar asimismo, la respuesta de los animales (Figura 7).



Figura 7: Camión con tolva para alimentar en estanques. Fuente: Dirección de Acuicultura

Los alimentos para peces deben contener los requerimientos necesarios (según la especie) referidos a proteínas, hidratos de carbono, grasas (o lípidos), vitaminas y minerales. Dentro de las proteínas incluidas, debe tenerse en cuenta los 10 aminoácidos esenciales que los peces necesitan ya que no pueden generarlos por sí mismos o las generan en cantidades insuficientes.

X - DENSIDAD DE SIEMBRA

La ganancia en piscicultura rural o de mediana producción, consiste en sembrar los estanques a una tasa por debajo de la máxima capacidad de carga, aportando alimento a los peces para que aumenten en peso y talla, hasta alcanzar su máximo crecimiento (según la demanda del mercado) en el menor tiempo posible. La cantidad total en peso del pescado obtenido a la cosecha, se considera el rendimiento bruto en la unidad de tiempo determinada al finalizar el cultivo; mientras que el rendimiento neto, es el resultado de restar a esa cantidad el peso de los peces que fueron sembrados inicialmente. Los peces que han muerto antes de realizarse la cosecha final, no entrarán en la producción obtenida y ello representará la mortalidad total resultante, que se estimará por medio de un recuento total de los individuos al finalizar el cultivo y en conocimiento del número inicial que fuera sembrado.

Cuando se trata de peces que no se reproducen dentro del estanque (que es lo habitual en piscicultura) se tendrá determinado previamente, la cantidad de peces sembrados al inicio (incluso se contempla una muestra para conocimiento del peso promedio inicial). El productor deberá decidir si quiere obtener la máxima producción sin interesarle el tamaño de los peces a obtener y entonces sembrará un número elevado de individuos (siempre que el alimento sea suficiente) o bien, su objetivo puede ser (y en general lo es) la siembra de un determinado número de peces, disminuyendo la densidad inicial para obtener peces de mayor tamaño, destinados al consumo y según lo requiera el mercado demandante; especialmente durante la fase de su engorde final.

XI - ¿QUÉ PECES SE PUEDEN CULTIVAR?

En el país existen peces que pueden desarrollarse en cultivo bajo diferentes modalidades. Dentro de los peces autóctonos de clima cálido o templado-cálido, pertenecientes a la gran cuenca del Plata (ríos Paraná, Uruguay, Bermejo, Pilcomayo y Río de la Plata y sus afluentes) existen varias especies con potencial de cultivo, aunque aún no se encuentran a disposición de los productores las tecnologías completas que les aporten los conocimientos justos para obtener producciones rentables y seguras. Dentro de las posibles especies a ser cultivadas (autóctonos y/o exóticos ya introducidos al país) nombraremos aquellos, cuyas características biológicas son conocidas en algunos aspectos y otros cuyas tecnologías de cultivo ya se encuentran a disposición de los productores. A ellos se agregan peces conocidos pero cuya conveniencia para proceder a cultivos en encierro con rentabilidades aptas, son dudosas y un crustáceo exótico de agua dulce, la langosta australiana de pinzas rojas, cuyas técnicas de cultivo rural, son similares a las que se han detallado para peces y están siendo definidas en el CENADAC actualmente. Varias de las especies que se mencionan están declinando en sus poblaciones naturales en los ríos, debido a muy diferentes factores (contaminación orgánica, pesticidas, cambios drásticos en los ambientes naturales, etc.) por lo cual varias de ellas, será importante el estudiarlas para ser sometidas en el futuro a su cultivo:

- (1) SURUBÍ (*Pseudoplatystoma coruscans*)
- (2) SURUBÍ ATIGRADO (*P. fasciatum*)
- (3) RANDIÁ (*Rhamdia quelen*)
- (4) SÁBALO (*Prochilodus lineatus*)
- (5) DORADO (*Salminus brasiliensis*)
- (6) PIRAPITAI o SALMÓN DE RÍO (*Brycon orbignianus*)
- (7) CARPA COMÚN y sus variedades (*Cyprinus carpio* y *C. carpio* var. *espejo*)
- (8) TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)
- (9) LISA (*Mugil sp.*)
- (10) TILAPIA NILOTICA (*Oreochromis niloticus*)
- (11) AMUR (*Ctenopharinodon idella*)
- (12) CARPA CABEZONA (*Aristichthys nobilis*) y
CARPA PLATEADA (*Hypophthalmichthys molitrix*)
- (13) PACÚ (*Piaractus mesopotamicus*)
- (14) AMARILLO y BLANCO (*Pimelodus maculatus* y *Pimelodus albicans*)

- (15) ARMADO COMÚN y ARMADO CHANCHO (*Pterodoras granulosus* y *Oxydoras knerii*)
- (16) MANDURE CUCHARA (*Sorubim lima*)
- (17) MANDUVE (*Ageneiosus spp.*)
- (18) PEJERREY (*Odonthestes bonariensis* y otras especies)
- (19) MORENAS Y ANGUILAS (*Gymnotus carapo* y *Synbranchus marmoratus*)
- (20) MOJARRAS (*Astyanax spp.*)
- (21) TARARIRA (*Hoplias malabaricus*)
- (22) LANGOSTA AUSTRALIANA - CRUSTÁCEO (*Cherax quadricarinatus*)

1. y 2. SURUBÍ COMÚN Y SURUBÍ ATIGRADO. Son dos especies consideradas como económicamente valiosas, tanto por la calidad de su carne, de firme textura y suave sabor, como por carecer de espinas intramusculares y por su gran aceptabilidad en el mercado. Se trata de especies carnívoras por excelencia (piscívoras) que en ambientes naturales alcanzan grandes tallas, especialmente el surubí común (con piezas de entre 50 y 70 kilos). En cultivo es necesario trabajarla con mucha atención, especialmente en sus estadios de larvicultura y juveniles, debido a su hábito caníbal cuando las poblaciones difieren en tallas; hecho que se produce continuamente. El surubí común (*P. coruscans*) está siendo objeto de cultivo comercial actualmente por una empresa en la provincia de Misiones y sus tecnologías de producción son conocidas en Brasil, por lo que puede consultarse la bibliografía existente en dicho país. Su reproducción controlada ya ha sido experimentada en Misiones por dos empresas. Asimismo, se conocen las tecnologías para el desarrollo del cultivo del "surubí atigrado" en Venezuela desde 1985 y en Colombia desde 1990. En Brasil, ya en 1986, existía el desarrollo de las tecnologías de reproducción inducida para ser aplicadas al *P. pseudoplatystoma*.

Son especies sumamente apreciadas en el norte argentino, encontradas comúnmente en restaurantes y mercados de las grandes ciudades durante los meses de extracción comercial en las aguas de los grandes ríos. Su precio en mercado de consumo dependerá del costo de producción que determine el productor. Se trata de una especie que ha sido también consagrada por los pescadores deportivos debido a la lucha que muestra durante su captura con línea y se estima que también será una de las especies de interés comercial para ventas a "pesque y pague". Asimismo, podrá también alcanzar con holgura (a talla de juvenil) el mercado de peces ornamentales

donde es requerida por sus vistosas características externas.

Las fases de cultivo se conocen, y la más difícil de llevar a cabo, es la correspondiente al "entrenamiento" de los animales para pasarlos del consumo de un alimento fresco al de raciones artificiales. Se pueden lograr entre 2,5 o 3,0 kilos en aproximadamente unos tres años de cultivo, con destino a consumo. El requerimiento en proteína cruda para las raciones de engorde es de cerca del 48% en la fase de pre-engorde secundario y final; lo que aumenta los costos operacionales de su producción.

3. RANDIA. Es una especie promisoría para cultivo en cautiverio, tanto para la zona del subtropical como para la zona del templado a cálido, que presenta excelente respuesta en crecimiento. Puede cultivarse en mono o policultivo. Este último con otras especies de peces de régimen alimenticio diferente o con crustáceos. Se lo cultiva en Brasil (Santa Catarina) con una producción de más de 3.000 TM/año, siendo dirigido a un amplio mercado interno por el momento. En Argentina sus tecnologías de cultivo y de valor agregado (filetes y ahumados) fueron desarrolladas primariamente en Entre Ríos (Salto Grande) en la década del '80 y últimamente en el CENADAC se diseñaron mejores dietas con desarrollo y prueba de fórmulas alimentarias de bajo costo para la mejora de rentabilidades productivas. Su carne es óptima en calidad, obteniéndose distintos cortes de filetes. Su contenido proteico, según análisis del producto en laboratorio, es del 18 % y el de grasa de un 4%, para producto proveniente de cultivo. Se la produce en sistema semi-intensivo en estanques excavados con bajo o nulo recambio de agua y en cultivo intensivo en jaulas flotantes con obtención de buenas producciones y FCR adecuados. Carece de espinas intramusculares y posee solamente 4 "costillas" pares en su caja torácica. El cultivo se extiende económicamente hasta lograr los 450 gramos individuales. Las cosechas aportan en el sistema semi-intensivo en estanques, más de 3.000 kg/ha/año.

4. SÁBALO. Se trata de una especie considerada como "el rey del río", habitante de la cuenca del Plata, que podría llegar a cultivarse, a baja densidad, en lagunas controladas del valle aluvial, pero su respuesta en crecimiento no es rápida y no se considera que por su actual valor en el mercado y tiempo de cultivo hasta tamaño cercano o mayor a 1 kilo, sea rentable para un emprendimiento de tipo rural en monocultivo. Al tratarse de un pez que no se reproduce en ambientes cerrados, su desove y fertilización deberá

realizarse en laboratorio o hatchery, estando experimentado dicho método en el país. Podría responder bien en crecimiento hasta cerca de los 500 gramos en estanques fertilizados (incrementado el alimento por abonos orgánicos e inorgánicos) y ofreciéndole alimentación suplementaria, en modalidad de semi-intensivo. Suele ser una especie de interés para “policultivo” acompañando a otras (no competitivas) y prestando servicio como “limpiador” de los fondos de los estanques, mejorando así la calidad de los mismos; ya que su alimentación es detritívora (ingiere barro y aprovecha la materia orgánica en descomposición). Para engorde a mayor peso que el mencionado, deberá probablemente emplearse una gran extensión de terreno, preferentemente empleando canales o lagunas aptas. En Misiones, algunos pequeños productores rurales la incluyen en sus policultivos y la comercializan en cerca de 700 g promedio.

5. DORADO. Esta especie es un excelente pez deportivo, considerado interesante para esta modalidad de pesca, cuando alcanza en los ambientes fluviales naturales grandes tamaños (más de 4 kilos). Sin embargo, tratándose de una especie eminentemente carnívora (piscívora) y canibal de carácter migrador, no está considerada como una especie que reúna grandes cualidades para cultivo; estimándose por el momento, que su rentabilidad no sería apta. El cuidado de los cultivos, especialmente en sus primeras fases deberá ser intenso con raciones adecuadas a sus requerimientos nutricionales y posible abundante mano de obra para clasificaciones continuas, tratando de evitarse las diferencias de tallas. Por otra parte, derivado de algunas experiencias realizadas en estanques excavados, se conoce que no se trata de una especie que tenga alto crecimiento, por lo que no se la recomienda por el momento para un cultivo de tipo rural.

6. PIRAPITAI o SALMÓN DE RÍO. Es un pez de cuerpo robusto, muy apreciado por los pescadores deportivos y porque su carne es de excelente calidad; por lo que se la considera como una especie con potencial acuícola importante en el futuro. Antiguamente se la encontraba en abundancia en los ríos Paraná y Uruguay, pero poco a poco, a favor del aumento de contaminación de las aguas y en algunos casos (río Uruguay) por disminución de su alimento (hipótesis probable), sus poblaciones han disminuido y también lo han hecho en el Paraná, encontrándose solo muy al norte; si bien, esporádicamente, se pueden observar cardumes de juveniles en el Paraná medio, a la altura de la ciudad de Rosario. Su alimentación en el

ámbito natural está fundamentalmente basada en semillas y frutos. Brasil ha desarrollado las tecnologías para el cultivo de esta especie ("piracanjuba") que existe en nuestra cuenca, encontrándose al respecto suficiente bibliografía de apoyo. Por lo que ya se conoce a través de las investigaciones desarrolladas en ese país, el pirapitai presenta un crecimiento rápido en cautiverio, al igual que otras especies del mismo género existentes en Brasil, pero que están ausentes en la baja cuenca del Plata dentro del territorio argentino.

7. CARPA COMÚN Y SUS VARIETADES. Los Cirprinidos son peces originarios de Asia que han sido introducidos en prácticamente todas las regiones del mundo, reproduciéndose varias especies en estanques, lo que facilita su cultivo; aunque también se puede efectuar su reproducción inducida, lo que mejora además el control de las larvas nacidas. La "carpa común" entró a nuestro país como una especie exótica en la década del 1940, habiéndose expandido en varios ambientes y en las últimas décadas del siglo pasado a favor de las inundaciones producidas en la cuenca del Salado (década del '80) alcanzó a entrar al Río de la Plata aumentando altamente su producción silvestre. También existe la variedad "espejo" de la carpa común y su var. koi. Su producción en estanques es relativamente fácil. No se la cultiva actualmente en Argentina, debido a su existencia en ambientes naturales degradados, por lo que se la puede capturar por pesca y es actualmente exportada; pero podría cultivársela siempre que los costos de su producción, así como los precios que se pagaran por ella, fueran aceptables rentablemente.

El éxito de su cultivo está basado en la disponibilidad de un área adecuada para construcción de estanques excavados apropiados en terrenos aptos y con disponibilidad suficiente de agua. Se puede cultivar a baja producción (sistema extensivo) solo con el agregado de fertilizantes (y producción de alimento natural), pero también puede aumentarse la producción con oferta de alimento suplementario de bajo costo o bajo contenido en proteína. Asimismo, se puede cultivar en jaulas flotantes para obtención de mayores producciones, pero con un costo mayor en producción debido al alimento a ofertar.

El mercado de la carpa no existe en nuestro país. En general, las personas suelen tener una "mala" imagen de este pez y en forma general, hablan de no "gustar" de él debido a diferentes opiniones como por ejemplo que "su

carne es blanda, insípida, grasosa, con espinas o que no saben cómo cocinarla". Estas apreciaciones se basan 1º) en que, prácticamente y en general, los que emiten estas apreciaciones no la han probado nunca por lo que las mismas están basadas en preconceptos y estereotipos, más que en experiencia personal; 2º) no es lo mismo una carpa de cultivo, que una carpa de ambiente natural, pues estos últimos han sido degradados y los peces adquieren "sabor a barro", "sabor a querosene", etc. Cuando se trata de cultivo con agua de calidad y se efectúa un correcto procesamiento, el producto resultante es de excelente calidad.

El llamado "sabor a barro" (que se produce también con otros peces de cultivo en estanques) debido a sustancias producidas por ciertas algas azules y hongos descomponedores, es eliminado si previo a su captura se deja sin alimentar por 48 horas, obteniendo así, el vaciado completo del tracto digestivo o bien, por estacionamiento en tanques con renovación de agua por un tiempo determinado luego de su cosecha. La queja de que "es un pez grande, difícil de preparar en la cocina" no es cierta. Existen numerosas recetas de cocina para la carpa y numerosos países que la consumen (Francia, Alemania, Israel, Polonia, Checoslovaquia y otros). El razonamiento de que "es un pez lleno de espinas" es cierto para esta especie, pero se pueden alcanzar subproductos como filetes sin espinas, hamburguesas y carne picada, que carecen de espinas. La ausencia de espinas es uno de los requerimientos fundamentales y su eliminación para la comercialización de peces, es imprescindible hoy en día, acercando al consumidor de la ciudad el filet ya despinado.

Para su comercialización, es necesario caracterizar sus productos como "nuevos", de alta calidad de imagen, como para persuadir a los modernos consumidores; y las espinas se podrán retirar, cortar o disolver parcialmente, aplicando diferentes técnicas. Las "hamburguesas" elaboradas experimentalmente con carpas silvestres han resultado excelentes productos, al igual que sus escabechados tipo "atún". Es necesario entonces conferirle una "nueva posición" para su introducción en un exigente mercado. Esto es lo que están haciendo países como Francia, por ejemplo, que han reestructurado su mercado, ofreciendo filetes de alta calidad (en la ciudad de Dombes, existe una planta de fileteado que procesa 400 TM/año de este pez y donde el 60% del producto está preparado para exportación a otros países). En provincias del noreste, como misiones, donde la ausencia de

pescado de río es notable, los productores rurales comercializan exitosamente todo tipo de carpas (cerca de 107 toneladas para el 2006).

8. TRUCHA ARCO-IRIS. Siendo un pez originario de la cuenca del Pacífico, su distribución ha sido ampliada a nivel mundial por siembras realizadas en ambientes naturales destinada especialmente a la pesca deportiva y por utilizarse en cultivos comerciales en numerosos países. En nuestro país, fue introducida al filo del inicio del siglo pasado en ambientes naturales patagónicos y se la cultivó durante muchos años en forma artesanal. También se efectúan constantemente siembras o resiembras en ambientes naturales con fines recreativos. Solamente existen unas pocas poblaciones en lagos que pueden ser explotados comercialmente en la provincia de Santa Cruz. A partir de 1990, comenzaron los cultivos más expresivos y la trucha arco-iris, terminó entonces convirtiéndose en una especie de alto nivel, requerida en los mercados nacionales e internacionales. Su producción fue de cerca de 1.320TM/2006 y su mayor cultivo se realiza actualmente en el embalse de Alicurá en nordpatagonia. Sus cultivos se abarcan desde Jujuy al norte, hasta Tierra del Fuego al sur en menores producciones, siendo su producto destinado especialmente al turismo. Sus tecnologías de producción se conocen desde hace cientos de años y hoy están totalmente perfeccionadas. Se la cultiva tanto en raceways (estanques estrechos, largo y de alto flujo de agua) para bajas y medianas producciones, así como en jaulas flotantes. También se la puede cultivar en estanques excavados a bajas densidades y producciones resultantes.

9. LISA. Varias especies de lisa se cultivan alrededor del mundo, especialmente en Asia. Se trata de especies "eurihalinas" (que soportan una gran amplitud de salinidad) que transcurren su vida en el medio marino, pero sus desoves son colocados en aguas de lagunas salobres aledañas al mar y los adultos pueden vivir inclusive en las lagunas salobres de la provincia de Buenos Aires (Cuenca del Salado) en nuestro país. No se obtuvo aún su reproducción inducida a nivel mundial, sino que se recogen los juveniles de ambientes naturales y se los lleva a estanques de cultivo, traspasándolos del agua salobre donde se recolectan a la dulce, con manejos especiales determinados experimentalmente. En nuestro país, se desconoce dónde existen concentraciones de dichos juveniles, por ausencia de estudios al respecto. Son peces muy apreciados por el sabor de su carne.

10. TILAPIA NILOTICA. Se trata de la especie del género *Oreochromis* de mayor cultivo en el mundo, alcanzando aproximadamente un millón de toneladas y habiéndose convertido en una commodity actualmente. Su mayor cultivo se realiza en China que exporta grandes cantidades a Estados Unidos en producto congelado, mientras los países latinoamericanos (Ecuador, Costa Rica, Brasil, México, Colombia) exportan el producto fileteado en fresco. Estados Unidos es el país de mayor importación con buenos precios que prácticamente, se han mantenido a través de los últimos años, aumentando asimismo la importación para elaboración de diferentes productos. Es una especie posible de cultivar a "cielo abierto" en el subtropico (Misiones, Formosa, Chaco, norte de Corrientes, norte de Santa Fe, Santiago del Estero) y posiblemente en el NOA (en el este de Salta y Jujuy y en algunas zonas de Tucumán), siempre que las provincias mencionadas acepten su introducción al tratarse de una especie exótica para el país. Las primeras introducciones de esta especie se hicieron alrededor de los años '60 (o antes) en la provincia de Misiones, no existiendo registros firmes. Posteriormente, la introdujo Formosa y favoreció su cultivo, llegando en este caso a comercializarse en dicho mercado local con buenos costos de los productores y precios muy aceptables, así como excelente producto, fileteado y espinado. Cerca de 1976 fue introducida en Corrientes (norte y medio) y posteriormente en Buenos Aires. Actualmente, existen cultivos a baja escala productiva en Misiones y más recientemente en Buenos Aires, donde existe una producción bajo techo (cerca de 6 TM/anuales). Sus filetes son fáciles de espinar (similar trucha) y se trata de un producto de exquisita calidad. Su carne carece de gusto fuerte a pescado, por lo cual se lo prepara en general con salsas y es de muy fácil elaboración culinaria.

11. AMUR O SALMÓN SIBERIANO. Se desconoce en qué año fue introducida esta especie por primera vez (provincia de Mendoza y Buenos Aires). Posteriormente, se la introdujo en Misiones donde actualmente se la cultiva (más de 30 TM/2005). En esta última provincia sus cultivos son de tipo rural, vendiéndose el producto a muy buen precio en las Ferias Francas o directamente a pie de estanque, a consumidores que la aprecian por la calidad de su carne. Un productor particular, produce y comercializa alevinos en los alrededores de La Plata y en Misiones también se efectúa su reproducción. Como productos, se obtienen buenos filetes o se vende entera para "parrilla". Se pueden elaborar también con éxito "terrinas" y utilizar su carne para relleno de tarteletas y empanadas de excelente sabor. La reproduc-

ción debe ser realizada por inducción en laboratorio, pues son peces que no se reproducen en cautiverio. En piscicultura rural se la cultiva alimentándola con vegetales externos, al tratarse de una especie herbívora que convierte muy bien estos insumos, pero también puede aceptar raciones balanceadas con alto porcentaje de harina de soja si se quiere aumentar su producción. En el desarrollo de fórmulas alimentarias aptas, se encuentra trabajando el CENADAC.

12. CARPA CABEZONA Y CARPA PLATEADA. Ambas especies, al igual que el amur, necesitan de una reproducción inducida bajo laboratorio. El punto crítico de la reproducción inducida de estas especies es la detección rápida de la ovulación, ya que la fertilización debe realizarse inmediatamente pues los óvulos sobreviven por muy corto tiempo. Una vez inyectadas adecuadamente, los ejemplares machos y hembras se colocan en un tanque circular, donde se los deja reproducir "naturalmente". La "cabezona" se especializa en el consumo de "zooplancton", mientras la "plateada" consume "fitoplancton" y también algas filamentosas. Son especies que fueron introducidas hace algunas décadas por las provincias de Formosa y Misiones inicialmente y que son empleadas con éxito en "policultivos", como por ejemplo los realizados en Misiones. En Brasil, se ha trabajado fuertemente en policultivos con varias de estas especies, especialmente en la región de Santa Catarina. Dentro de los policultivos existe siempre una de las especies consideradas como la principal y es necesario determinar las proporciones a sembrar de cada una de las especies seleccionadas. Los cultivos "integrados" (peces-vegetales o peces-animales de granja) han sido puestos en práctica desde hace cientos de años en varios países de Asia (China, Malasia, Indonesia, Vietnam, etc.). Para este tipo de cultivo son empleadas también las carpas cabezona y plateada, complementándolas con carpa común y alguna otra especie. El éxito de estos policultivos o cultivos integrados, dependerá de la buena combinación de las especies a cultivar, de la fertilización efectuada en los estanques y en general, del buen manejo aplicado por el productor (ver Punto "Policultivos" y Anexo).

13. PACÚ. Este pez disminuyó su producción silvestre en los ríos de la cuenca del Plata, habiendo desaparecido totalmente del río Uruguay desde la década del '80 (posiblemente por restricción de alimento) y en el río Paraná solamente se lo captura desde el norte de entre Ríos hacia la Confluencia. Por tales razones, la pesca de captura disminuyó notablemente, así como

los tamaños capturados actualmente (cerca de 3 Kg promedio en puerto de Corrientes/Chaco). A raíz de la notable disminución de sus poblaciones, en la década del '90 se iniciaron las investigaciones para desarrollar su cultivo y hoy en día se han alcanzado las más de 500 TM/2005 de biomasa producida por varias empresas y productores en Misiones, Formosa, Chaco, Santa Fe, Salta y Jujuy en diferentes cantidades y calidad de producto. Al tratarse de un pez de carácter migratorio, su reproducción se logra inducidamente en laboratorio. Posee excelente crecimiento, llegándose a 1 Kg de peso en el año, con determinada densidad de cultivo semi-intensivo.

Se lo comercializa preponderantemente a nivel local y regional, llegando además al mercado de Buenos Aires, siendo muy bien aceptado por los consumidores, encontrándose en supermercados y formando parte de los platos elaborados especialmente, de alta calidad y aceptación en determinados restaurantes de la ciudad capital. Los cultivos semi-intensivos, a baja densidad en el engorde final, son llevados hasta alcanzar 1,2 Kg promedio la pieza, obteniéndose por encima y por debajo de este peso individuos dentro de los estanques. Se han desarrollado como subproductos importantes, los filetes, trozos sin espinas, pulpa de pacú, pacú ahumado y paté de pacú ahumado, todos de excelente calidad. Para comercio internacional se requieren peso menores de entre 300 a 600 gramos (tamaño plato). El CFI, editó en el mes de diciembre, un Manual específico de subproductos, entre los que se encuentran el ahumado, el paté y las hamburguesas.

14. AMARILLO y BLANCO. El amarillo y el blanco son peces de cuero, cotizados a nivel local y regional, especialmente en el NEA. La elaboración del "chupín", tan común en las provincias de nuestro Litoral, incluye siempre a este pez, como "pescado clave". No existen trabajos en nuestro país que estén abocados al desarrollo de sus cultivos, pero se puede utilizar, como indicación primaria, las tecnologías de producción ya desarrolladas para el randiá. Son especies consideradas promisorias para acuicultura rural y para un mercado local y regional.

15. ARMADO COMÚN Y ARMADO CHANCHO (*Pterodoras granulosus* y *Oxydoras kneri*) Ambos peces pertenecen a los ríos de la gran cuenca del Plata y se la encuentra en varios de sus afluentes. Es más abundante en general, el "armado común", especialmente en las pesquerías del medio y bajo río Paraná. Se trata de peces Siluriformes ("bagres) que se caracteri-

zan por las placas que presentan en el cuerpo (de ahí su nombre común de "armados"). Son peces de régimen alimentario "omnívoro" (amplio) consumiendo insectos, crustáceos y vegetales inclusive. El "armado chanco" puede alcanzar en el medio natural hasta 80 cm de longitud total y cerca de 8 a 9 kilos, mientras que el "armado común" alcanza los 70 cm, con un peso máximo de 4,5 kilos. La carne de ambos es de excelente calidad, especial cuando gran tamaño para cocinar a la parrilla o bien, en el caso del "armado común" se lo conoce como muy requerido para elaborar las famosas "empanadas santafecinas" de este pez, de excelente sabor. Alcanza muy bien el mercado regional litoral proveniente de las capturas en determinadas épocas. Se considera que ambas especies serían de probable interés para trabajarlas en cultivo e, inclusive (por sus características biológicas), emplearlas para un tipo de policultivo; pero lamentablemente, no existen datos biológicos suficientes acerca de ninguna de las dos especies existentes en el territorio argentino.

16. MANDURE CUCHARA. Pertenece a grupo de los "bagres". De carne excelente, se lo encuentra en toda la cuenca del Plata. Su reproducción fue obtenida en cautiverio (Jacobo, A., 2000) con interés de cultivo como pez ornamental para acuarismo. Se considera una especie posible de desarrollar en cultivo en sistemas semi-intensivos, en estanques a "cielo abierto". No se ha avanzado en las subsiguientes fases de cultivo en cautiverio hasta peso apto para mercado y se deberán iniciar investigaciones y el desarrollo de su tecnología de cultivo en un futuro, pero también puede tomarse como guía y referencia los estudios de investigación desarrollados en el caso del "randiá" (consultar estudios realizados en Salto Grande y CENADAC en diversos años - www.sagpya.mecon.gov.ar) - Es de hábito carnívoro, pero no existen mayores datos sobre su biología general, ni referencias acerca de su comportamiento en ambientes naturales de la cuenca o en cautiverio.

17. MANDUVE. Se trata de un carnívoro que se alimenta de peces de pequeño tamaño, de ranas, insectos y crustáceos. Como buen carnívoro, su carne es considerada muy fina y de excelente calidad por los consumidores. Pertenece al orden de los siluriformes o "bagres". Llega a alcanzar en el medio natural hasta 2,5 kg de peso y más de 50 cm de longitud total. Es muy apreciado en el mercado regional del noreste argentino. Se desconocen otros datos biológicos.

18. PEJERREY. Este pez pertenece al Orden de los Atheriniformes y es habitante de la cuenca inferior del Plata (ríos Paraná, Uruguay y de la Plata). Abarca otras cuencas en el país, estando representado en todas las lagunas de la pampasia y también en el sur, en Patagonia con la especie de *O. microlepidotus*. En la parte sur de la cuenca del Plata se encuentra representada otra especie, el *O. perugiae*, que alcanza menores tamaños (ríos Uruguay y Paraná). Es el pez más apreciado por los pescadores deportivos (o "extractivos") del país, quienes lo capturan a la línea de media agua y con pequeños peces o tripa de pollo como carnada. Su pesca comercial está prohibida en muchísimas de las lagunas de las diversas provincias del país, aunque se ejerce una importante pesca ilegal, furtiva. No se ha obtenido una tecnología para su acuicultura, que no sea la del cultivo extensivo en los cuerpos de agua que hayan sido considerados previamente, aptos para la siembra de esta especie. Actualmente, se ha adelantado en la tecnología de reproducción de la especie de *O. bonariensis*, habiéndose obtenido lotes de reproductores mantenidos en cautiverio, que permiten efectuar su reproducción naturalmente, sin someter a los padres al estrés de "stripping" y consecuentemente llevarlos a su muerte. Se trata de una especie denso-dependiente y además de bajo crecimiento, reproduciéndose por otra parte en cautiverio al llegar la primavera dentro de los cerramientos donde se la mantiene bajo cultivo, por lo cual hasta ahora y para un mercado como el argentino, no es considerada como especie interesante para una piscicultura rural, rentablemente apta. El *O. perugiae* denominado vulgarmente "juncalero" que alcanza aproximadamente unos 25 cm de LT, fue objeto de algunos ensayos de pre-engorde y engorde en la década del '80, en el embalse de Salto Grande, dentro de jaulas flotantes de 3 x 3 x 5m. Estos ensayos fueron realizados con ejemplares silvestres capturados en el río Uruguay, que soportaron muy bien el estrés de traslado y se adecuaron al cautiverio en los cerramientos construidos, con engordes interesantes, pero con conversiones alimentarias no aptas para la consideración de un cultivo rentable con el alimento entonces ofrecido.

19. MORENAS Y ANGUILAS. Pertenecen a los órdenes de los Gymnotiformes y Synbranchiformes, respectivamente. Se trata de peces muy empleados como carnada en la pesca deportiva. Aunque pareciera ser interesante poder desarrollar tecnologías para sus cultivos, en el caso del género *Synbranchus*, lamentablemente no se ha podido obtener en forma controlada su reproducción en laboratorio, aunque su desarrollo podría encararse

en estanques, a partir de adultos que se obtengan del medio silvestre. Su reproducción en los estanques ha sido constatada en forma natural. Se trata de un pez que aunque es denominado vulgarmente anguila, no comparte en absoluto las características de la anguila verdadera (género *Anguila*), presentando un ciclo de vida completo en aguas dulces y de características bastantes complejas. Es demandada en el mercado de alimentos de la etnia oriental afincada en el país. El caso de las morenas es bastante similar, aunque se conoce algunas de sus características biológicas y su reproducción y ensayos de cultivo han sido desarrollados en Brasil. En ambos casos se trata de especies eminentemente carnívoras. La morena es conocida además bajo el nombre vulgar de "carapo".

20. MOJARRAS (*Astyanax spp.*). Las "mojarras" son peces muy comunes y abundantes en toda la cuenca del Plata en nuestro territorio, presentes en afluentes de esta y otras cuencas; así como numerosas lagunas de Argentina. Son especies carnívoras, voraces u omnívoras, que se alimentan de insectos principalmente, de pequeños peces y otros invertebrados e inclusive algunas (*A. bimaculatus*) de microcrustáceos y restos de vegetales superiores. Algunos clasifican a esta última especie como "oportunista" en su alimentación; pero no presentan problemas en aceptar raciones balanceadas de alto contenido proteico. Alcanzan en general, varios centímetros de longitud total. Las especies de: *A. bimaculatus*, *A. fasciatus* y *A. abramis* son cultivadas como ornamentales en el exterior, junto a otras especies que no pertenecen a nuestro territorio. En Argentina, no se tiene conocimiento de que sean cultivadas, pero en Brasil se ha obtenido su reproducción en el caso de la "mojarra amarilla" (*Astyanax altiparanae*) una especie no existente en nuestras aguas. (Oliveira & otros, 2001). También existe en la bibliografía brasileña, una investigación sobre el desarrollo de los juveniles de *Astyanax bimaculatus*, a diferentes densidades de siembra en jaulas flotantes (Vilela, C & C. Hayashi, 2001). En general, se trata de especies interesantes para producir masivamente en estanques, dado que últimamente se emplean en forma abundante para carnada en pesca deportiva.

21. TARARIRA. Se la conoce también vulgarmente como "trucha criolla" pues los pescadores deportivos la requieren por ser muy aguerrida y presentar lucha, cuando se la captura deportivamente. Es habitué de aguas poco profundas y muy vegetadas, especialmente en lagunas y construye nido (donde coloca sus huevos) en la orilla, presentando cuidados parenta-

les. En los meses fríos es difícil capturarla porque permanece letárgica. Es un pez carnívoro, piscívoro que se alimenta de otros peces permaneciendo al acecho en su hábitat. En las lagunas bonaerenses se alimenta principalmente del pejerrey. Su reproducción natural se produce en los meses de septiembre y octubre. Los ejemplares mayores superan los 80 cm de longitud total. Aunque nunca fue desarrollado su cultivo en el país, se estudió parte de su fisiología reproductiva en laboratorio. En la Universidad de Uruguayana (Brasil), se continúa con los estudios emprendidos para el desarrollo de las tecnologías de cultivo de esta especie de excelente carne blanca. Se considera una especie interesante para ser sometida a cultivo, aun cuando sus características son esencialmente las de un carnívoro, pensando especialmente en su cultivo con el interés de poblar futuros "cotos de pesca o pesque y pague".

22. LANGOSTA AUSTRALIANA. Esta langosta, conocida también como "red claw o langosta de pinzas rojas" fue introducida desde Australia (país de origen) en la década del '90, con objeto de cultivo destinado a consumo humano (aunque ya había sido introducida, sin control, como material ornamental en décadas anteriores). Su tecnología está siendo desarrollada en ciclo completo en el CENADAC para colocarla a disposición de cualquier interesado. En estos últimos tiempos se avanzó en la obtención de todo el ciclo biológico y en producción final de individuos de entre 80 y 120 gramos, durante una temporada de cultivo anual, en sistema semi-intensivo a 1 individuo/m². La reproducción, primer período de larvicultura en hatchery (bajo techo) y el desarrollo secundario (en tanques en cemento bajo sombreado), proseguido por su pre-engorde (a mayor densidad de cultivo) y su engorde final en estanques excavados en tierra resultaron ser muy exitosos. También fueron desarrolladas las fórmulas alimentarias de menor costo y máximo rendimiento para todas las fases del cultivo. Actualmente se prosigue trabajando en el aumento de densidad en el engorde final con el objeto de determinar la mejor a emplear que contemplen asimismo, la obtención de los mayores pesos individuales anuales y que a su vez se trate de tallas demandadas en los mercados (internos y externos), así como mayores rendimientos en producción. También han sido desarrolladas y adaptadas recetas idóneas para su puesta en mesa. Los estanques, en general de bajo porte (300 a 500 m² al inicio) deberán ser rodeados de chapas lisas que eviten su escape y traslado hacia el medio terrestre u otros estanques, debido por un lado, al cuidado del ambiente exterior (al tratarse de

una especie exótica para nuestro país) y por el otro, a la necesidad del productor de conservar hasta el final de cada uno de las fases contempladas en cultivo, la densidad planificada inicialmente, por m² contemplado.

OTRAS ESPECIES. Existen otras especies de peces menos conocidas, que podrían ser integradas a los cultivos en piscicultura rural del futuro dada su potencialidad; pero no se conoce sobre las particulares biología de cada una y menos aún, sus tecnologías de cultivo que serán iniciadas cuando exista una mayor definición frente a mayores conocimientos aportados por la necesaria investigación biológica, prácticamente ausente en la actualidad.

NOTA: también es interesante conocer el “Cultivo de Lemnáceas” (plantas acuáticas, que son conocidas comúnmente como “lentejas de agua”) y que son muy apreciadas por especies herbívoras, como la amur, pudiendo emplearse en su alimentación y cuyos desechos son aprovechados por el resto de los peces del policultivo; disminuyendo sensiblemente los costos de producción.

Estas plantas acuáticas (Figura 8) cubren en abundancia la superficie de numerosas lagunas del territorio argentino, especialmente en clima cálido y templado. Aunque suelen ser muy abundantes y notorias (inclusive en las cunetas con agua), son muy escasas las personas que conocen su potencial. Sus características únicas, así como su alto nivel de crecimiento y expansión, su alto contenido proteico, su posibilidad de habitar aguas dulces y salobres y utilización para tratamientos simples de desechos cloacales, es conocido solamente por pocos investigadores.



Figura 8: Lemna sp. Planta individual. Aspectos de laguna invadida de Lemna.

Fuente: www.univ-ubs.fr; www.herbavirtual.uib.es

No constituye ningún problema aportar varias especies de "lentejas de agua" desde un cuerpo de agua natural para iniciar el cultivo, porque responderán bien, aunque existirá (según las variaciones climáticas en el sitio) preponderancia de unas sobre otras.

Pueden ser cultivadas simplemente en estanques similares a los destinados al cultivo de peces y a medida que van cubriendo la superficie del mismo, se cosechan y destinan al alimento de los animales bajo cultivo; pudiéndose además almacenar temporalmente en lugares frescos y húmedos (como un tanque o una pileta). Las "lentejas" ayudan a complementar de dos formas el alimento de los peces cuando se realizan policultivos de carpas: directamente colocándolas en superficie para las denominadas "amur o salmón siberiano" de carácter herbívoro e indirectamente, por medio de los desechos que estos peces aportan a los fondos, proporcionando un material de consumo para otros peces o animales que habitan los mismos y proporcionando además, un abono que es utilizado a su vez por el plancton (e indirectamente por el zooplancton y el zoobentos). Los resultados de experiencias realizadas en Bangladesh con policultivos de "lentejas de agua y carpas", mostraron incrementos de producción de entre 10-15 toneladas/hectárea/año, trabajando sin aireación complementaria. En casos de producción continua de Lemnáceas, los productores de carpas, podrían trabajar los policultivos, sin el aporte externo de fertilizantes.

XII - CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES EN PISCICULTURA RURAL

El éxito de la acuicultura en general y la piscicultura en particular, se relaciona directamente con las instalaciones, que influenciarán a su vez, sobre los parámetros de calidad del agua del cultivo planificado y por lo tanto, con la producción final de pescado a ser obtenida por el productor.

Un estanque se define como un cuerpo de agua de poca profundidad, contenido en una cavidad natural o en una excavación artificial, destinado a fines de cultivo de peces y crustáceos de agua dulce (en este caso), construido de tal forma que pueda llenarse y vaciarse según el manejo productivo que ejecute el productor (modificado de García Badell, 1985). En una propiedad rural, el factor "costos" es muy relevante, por lo que la implantación de un emprendimiento de cultivo de peces deberá estar muy bien planificado previamente, sobre un buen proyecto con aporte de un análisis técnico y económico.

El estanque para producción rural, excavado en terreno arcilloso, se cierra mediante taludes en sus bordes y se construye específicamente de tal forma que se pueda proceder fácilmente a su manejo. También dentro de los cerramientos destinados al cultivo de peces, pueden contemplarse los embalsados de agua y tajamares, teniendo en cuenta que al no haber sido construidos especialmente para el destino de cultivo, las cosechas pueden volverse en general, dificultosas y no suelen ser por lo tanto, económicamente viables. Sin embargo, pueden rendir en forma productiva (según su superficie y profundidad) para realizar pesca deportiva o bien, para un cultivo de peces encerrados en jaulas flotantes en el espejo de agua (según su capacidad de carga) o bien, para consumo de los propietarios del campo.

Para seguridad del productor y de su economía de construcción, existen una serie de reglas que deben ser cumplidas cuando se construyen estanques para peces o crustáceos de agua dulce. La primera de ella constituye la "base de la acuicultura" y se trata de la "elección del sitio", para lo cual se deberá considerar la topografía del terreno seleccionado y que éste contenga arcilla suficiente para retener el agua (lo ideal es entre 40 y 60%). Asimismo, es conveniente que la fuente de abastecimiento de agua sea segura, suficiente y de alta calidad para obtener el rendimiento planificado

con la producción. Los estanques deben estar ubicados no muy alejados de las viviendas, lo suficientemente cerca (no al lado) para su posible vigilancia y control, evitando robos y desmanes. Cuando son excavados en terrenos planos o de poca inclinación son más fáciles de construir, pero también puede tratarse de estanques donde se construye un muro que represa el agua en un determinado sitio apropiado. En la página de la SAGPyA (www.sagpya.mecon.gov.ar) se pueden encontrar trabajos más específicos sobre construcción en el caso de grandes estanques, de carácter más complicado.

La construcción de los estanques excavados como los desarrollados en sistemas de piscicultura rural dentro de nuestro país no constituye dificultad alguna, siendo relativamente fácil de efectuar para cualquier potencial productor.

Construcción de estanques simples.

Previo a la construcción, deberá limpiarse el terreno de rocas, árboles u otros objetos para evitar posteriores filtraciones. Al tratarse de suelos arcillosos, este material se compacta humedeciéndolo constantemente durante su construcción, lo que aumenta el volumen, llenando los espacios y reduciendo las posibles filtraciones, por lo cual los taludes se mojan y apisonan continuamente. En zonas donde la arcilla es roja, las aguas permanecerán más tiempo turbias y la productividad de los cerramientos se verá reducida, aún aplicando abono. La capa superior de suelo, se retira previamente a la construcción hasta unos 0,30 m de profundidad, buscando el suelo arcilloso impermeable (Figura 9 y 10).



Figura 9: construcción de estanques.

Fuente: Dirección de Acuicultura

Seguidamente, se determina el perímetro interno, orientando el estanque en consideración al eje mayor paralelo a los mayores vientos de la zona (para aumentar el intercambio de oxígeno en la superficie del agua). Las formas rectangulares de construcción son consideradas como las mejores, pues benefician además la recolección de los peces a las cosechas finales (Figura 11).



Figura 10: estanques de larvicultura y/o pre-engorde Fuente: Dirección de Acuicultura



Figura 11: cosecha de peces en estanques rurales Fuente: Dirección de Acuicultura

Siguiendo la línea del perímetro marcado, se excava hasta profundidad de 1 metro, marcando el perímetro externo a 1 metro de distancia del interno, previamente y con mojones. A continuación debe efectuarse un corte oblicuo, partiendo del perímetro señalado a nivel de suelo, hasta llegar a la base de corte anterior siguiendo el perímetro interno. De esta forma, los taludes quedarán con una buena inclinación (de 45°) que impedirá el derrumbamiento de los mismos por acción de la humedad y el oleaje y al mismo tiempo evitará el crecimiento de vegetación acuática que suele invadir los estanques cuando los taludes son muy planos; disminuyendo en consecuencia la producción final de peces (12, 13 y 14); teniendo en consideración que al desarrollarse vegetación acuática arraigada esta será engorrosa a la hora de las cosechas efectuadas con redes de arrastre.

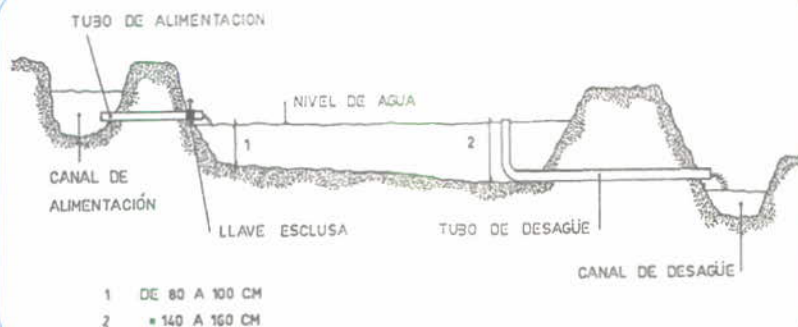


Figura 12: diagrama de un estanque tipo Fuente: Dirección de Acuicultura

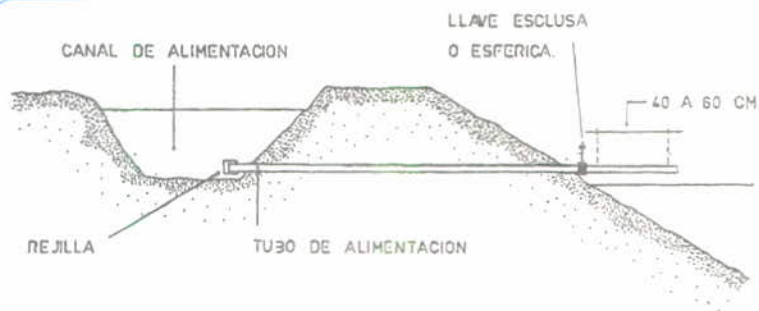


Figura 13: sistema de provisión de agua Fuente: Dirección de Acuicultura

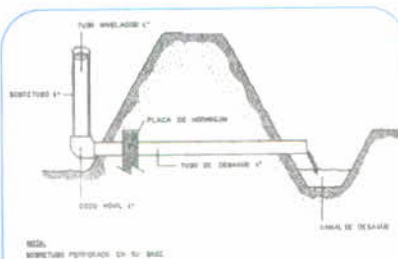


Figura 14: tubo de desagüe interno Fuente: Dirección de Acuicultura

Para estanques de 1.000 metros cuadrados, la profundidad promedio de la columna de agua deberá ser de no menos de 1,0 metro. En la parte más profunda se alcanzará entonces el 1,20 a 1,50 m de profundidad (según el clima existente) y en la parte menos honda (cercana a la entrada del agua), se llegará a cerca de los 0,80 m. El fondo del cerramiento deberá quedar muy parejo, evitando la formación de charcos o pozos donde se almacenen peces a la recolección de la producción final. Los fondos de los estanques normalmente son de suelo apto, sin revestimiento. La gradación del declive deberá ser de 1 al 2%, en dirección al sistema de desagüe. Finalmente, construido el sistema de cultivo, antes de proceder al cierre del talud de desagüe, se instalará el mismo, según se lo haya seleccionado.

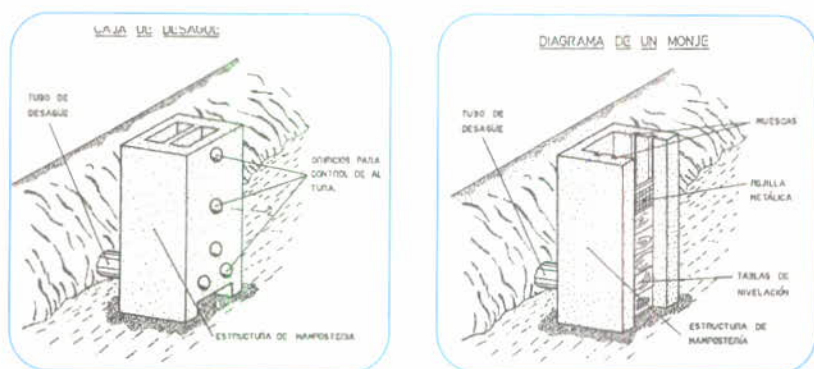


Figura 15: estructura "monje" para desagüe en estanques de mayor porte. Fuente: Dirección de Acuicultura

La conducción del agua para abastecimiento de los estanques se podrá realizar por medio de canaletas o canales y si estos se construyen sobre terreno arcilloso, no necesitarán revestimiento alguno; mientras que si los terrenos fueran areno-arcillosos o pedregosos, deberán revestirse en cemento u otro material impermeable. Cuando el agua proviene de una fuente superficial, junto con el canal de abastecimiento, se deben construir filtros para evitar la entrada de huevos, larvas y alevinos del ambiente o, asimismo, peces mayores; evitando así las mortalidades por predación o competencia posterior entre animales silvestres y de cultivo. Los animales silvestres pueden acarrear además parásitos o enfermedades que contagiarán a los peces bajo cultivo. Estos filtros pueden ser fabricados en capas de pedregullo y arena, incluyendo capas de espuma de goma o bien, se pueden fabricar con

finas telas de zarandas para molinos harineros, existentes en el mercado nacional (Figura 16). Es importante conocer la calidad del agua de superficie (arroyos, ríos, embalses) especialmente en lo que se refiere a agroquímicos u otros posibles contaminantes y conocer fundamentalmente qué es lo que se produce aguas arriba del emprendimiento (curtiembres, otras industrias que arrojen contaminantes al agua que será utilizada para el abastecimiento).



Figura 16: zaranda para filtrado de agua superficial

Fuente: Dupree & Huner, 1984

En el caso de los desagües, existen varios tipos de ellos, pero lo importante es que el que seleccionado cumpla con el objetivo de retirar el agua desde el fondo y no de superficie, ya que esta última es el agua más oxigenada que contiene a la comunidad del fitoplancton, debiendo permanecer en el estanque para un mayor bienestar de los peces bajo cultivo. El agua de profundidad del estanque es de menor o nula cantidad de oxígeno disuelto y contiene abundante materia orgánica en descomposición. La mejor tubería actual es la de PVC (para entrada y salida del agua), fácilmente disponible en los mercados de todo el país. Los estanques deben poseer una tubería de entrada de agua y una de salida. Conviene utilizar tubería en PVC de 4-6 pulgadas para el paso de los peces en su salida y de 2 pulgadas para la entrada de agua. Esta entrada, deberá quedar por encima del pelo del espejo de agua con el objeto de que a su caída oxigene el estanque, recomendándose unos 50 cm de altura y 1,0 m de largo impidiendo que el agua caiga sobre los taludes, provocando erosión. Para evitar este problema, también puede tapizarse con piedras por debajo de la caída de agua, donde ésta golpea al entrar. Existen algunos tipos de compuertas que pueden situarse en una estructura que se conoce en acuicultura como "monje" y que se utilizan para vaciar el estanque y que permiten además, regular el nivel de agua en una altura determinada. Estas compuertas, construidas en cemento y hierro, con guías de madera, pueden observarse en la Figura 15.

Los sistemas de desagüe podrán colocarse fuera o dentro de las unidades. La colocación de la tubería para el desagüe debe realizarse con cuidado, ya que sobre ella descansará el peso de la tierra acumulada y además porque soportará la presión del agua a las cosechas totales. La tubería deberá asen-

tarse sobre el fondo del terreno limpio y firme, apisonando fuertemente por debajo y alrededor del tubo de salida, evitando así los desplazamientos posteriores de tierra. El tubo puede salir directamente al exterior, tratándose de estanques pequeños y medianos, considerados para piscicultura de tipo rural, o por medio de descarga a través del monje (para estanques de 1/2 a 1 hectárea de superficie), con sistemas de compuertas y registros. También puede colocarse el caño de salida internamente, apisonando el extremo más profundo del estanque por medio de un tractor (formando una hoya que acumule a los peces). La salida, en este caso, puede ser externa o interna.

La arcilla retirada del interior de la excavación del futuro estanque, es la que se empleará en la construcción de los taludes y en el caso de estanques rurales o más amplios, no se hará necesario aportar arcilla de otros sitios, si la elección del mismo ha sido buena en cuanto a tenor arcilloso del suelo. Una vez terminados los taludes, se mejoran y se pulen sembrando inmediatamente gramíneas o pasto de otro tipo para protegerlos de la erosión. No deben plantarse árboles o arbustos sobre los taludes o diques, debido a que las raíces producen, posteriormente, filtraciones de agua.

En estanques de mayor porte, el viento produce con frecuencia oleaje lo suficientemente severo como para erosionar la parte interna de los taludes en forma peligrosa. La erosión se evita colando a lo largo de la línea de nivel, troncos de 0,25-0,30 m de diámetro sostenidos por estacas a todo lo largo. También se pueden colocar gaviones en alambre rellenos de piedras, de tal forma que se protejan los diques y en otros casos, más sencillos, el productor puede colocar bolsas apiladas, rellenas de cemento o arena para su protección.

Fuera del estanque, dentro de la zanja que llevará el agua hacia un cuerpo de agua externo final (una vez tratada), se coloca una "caja de pesca" como indica la Figura 18, la que permitirá fácilmente retener a los peces que escapen a las redadas e ingresen a los tubos de descarga al exterior en el momento de la cosecha final. Esta cosecha se efectuará por redadas, junto a la disminución del nivel de agua del estanque, facilitando de esta forma la recolección parcial o total de los peces.

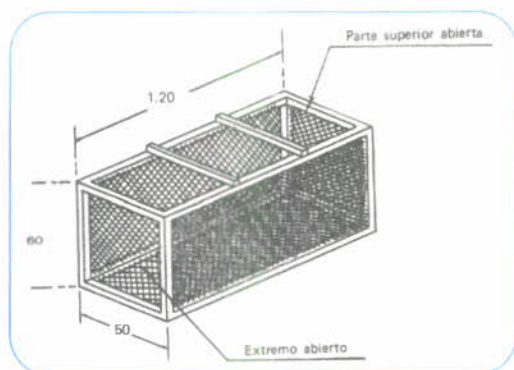


Figura 17: caja externa de recolección Fuente: Ramos Henao, 1979

XIII - POLICULTIVOS

El principio del "policultivo" en piscicultura, consiste en asociar varias especies de peces en un mismo espejo de agua con el objetivo de ocupar diferentes "nichos ecológicos" del ecosistema estanque y valorizar mejor la producción natural del medio acuático (Billard y otros, 1980). Es decir, se pasa de un "monocultivo" (donde el flujo energético está concentrado en una sola especie de pez), a un cultivo de dos o más especies en una misma unidad. Así, de esta forma, el flujo energético existente en el ecosistema se reparte sobre varias especies de peces fácilmente explotables por el hombre.

El concepto del policultivo fue elaborado en los países asiáticos y desarrollado masivamente por los piscicultores chinos. Este principio fue extendido a otros animales además de los peces, e inclusive a otras especies de animales o asociaciones de animales y vegetales (cultivos mixtos). En el mundo existen asociaciones en policultivo de: a) una misma especie a edades diferentes; b) diferentes especies; c) una mezcla de las dos anteriores; d) en el tiempo (adjuntando especies en diferentes estaciones del año); e) sucesión de especies (por ejemplo, trucha en invierno y otras especies cálidas en verano). Otros policultivos son a base de: a) asociación de peces fitoplanctófagos; b) dominancia de herbívoros; c) dominancia de peces que se alimentan de moluscos fitófagos, c) asociaciones más complejas.

La asociación a base de carpas como la "común" (omnívora), amur o salmón siberiano (herbívoros), junto a la plateada (fitoplanctófaga) y la cabezona (zooplanctófaga) se emplean en muchos países e inclusive en el nuestro, seleccionando la carpa común como la especie principal. Los principales nichos explotados en este tipo de policultivo, son el fitoplancton, el zooplancton, la vegetación superior e inferior (vegetales acuáticos) y los moluscos u otros invertebrados pertenecientes al bentos del fondo del estanque.

En China se explotan dos tipos de policultivos y en Argentina (Misiones) uno de ellos. Este último consiste en colocar en un mismo estanque diferentes tipos de peces en diferentes proporciones, hasta alcanzar su talla comercial, donde se van retirando los ya terminados y se los puede reemplazar por juveniles, dependiendo del periodo del año. La biomasa (cantidad de materia viva) total, queda de esta forma más estable en comparación con un vaciado y cosecha completa y además favorece una mejor utilización del

espejo de agua en el tiempo. Este principio es utilizado con otro tipo de especies de peces en Filipinas y Taiwán.

Las diferentes especies de carpas chinas, fueron introducidas en la ex URSS y de ahí exportadas a otros países de Europa del Este: Rumania, Hungría y Yugoslavia. Rumania fue el único país que produjo un notable aumento de la producción total de pescado de agua dulce registrado en la década del '80, debido a la introducción de dichas carpas. Algunos países posteriormente, exportaron estas carpas y en varios otros países se las asoció con las tilapias.

En otros casos, se ensayaron policultivos de peces-crustáceos con éxito y en el CENADAC (norte de Corrientes) se trabaja actualmente (2006-07) en policultivo de "randiá-pacú" y "randiá-pacú-amur", hasta ahora con buenos rendimientos (aún en desarrollo). Hace años, también el mismo equipo de acuicultura ensayó el policultivo de "camarón malayo-pacú"; pero en este caso, el camarón era producido en sistema extensivo y el pre-engorde de pacú se realizó en jaulas flotantes de Bajo Volumen y Alta Densidad (de 1 m³) colocadas en los estanques, mostrando excelentes rendimientos y producciones (Wicki, G. y otros, 1998) durante la fase de pre-engorde.

¿Por qué se consideran los policultivos como los mejores sistemas de producción, especialmente para una agroacuicultura o acuicultura rural?

Algunas de las posibles ventajas a enunciarse, son las siguientes:

- En un mismo estanque o volumen de agua se cultivan dos o más especies de peces (o peces y crustáceos);
- Se aprovecha mejor el espacio y el alimento externo ofrecido;
- Se logran mayores producciones, o sea más kilos de peces en un mismo estanque y ello representa a) mayores ganancias para el productor en su comercialización; b) mejores posibilidades de alimentación familiar.

Los mejores climas para producir en policultivo en nuestro país, son los subtropicales y templados-cálidos. En el desarrollo de los policultivos pueden utilizarse dos o más especies combinadas de las ya señaladas anteriormente; siempre y cuando no compitan por su hábitat o nichos de alimentación:

pacú, tilapia, carpa común y su variedad espejo; pacú y randiá; langosta australiana y randiá, etc.; son posibles de cultivar en estos sistemas.

Ya explicamos que cada estanque se comporta como un verdadero "ecosistema", existiendo bajo el agua y a veces en forma emergente (plantas acuáticas), un mundo viviente relacionado entre sí y con el ambiente acuático que lo rodea. Por tales razones, la cantidad de energía y alimento, puede ser aprovechada por el productor para obtener diferentes especies de peces, alcanzando mayores rendimientos y por lo tanto mayores entradas económicas al desarrollar los policultivos. Para ello, cada una de las diferentes especies sembradas deberá ocupar, como ya se observó, distintos "niveles o nichos" en el estanque, ya que tendrán diferentes particularidades alimentarias.

Por ejemplo, el pacú prefiere frutos y también vegetación sumergida, aprovechando organismos bentónicos, pero también consume muy bien el alimento ración, según sus requerimientos y necesidades. La tilapia, prefiere consumir el fitoplancton y los residuos (detritus) de la materia orgánica en descomposición, aceptando además el alimento ración ofrecido. La carpa a su vez es una extraordinaria "aprovechadora" de todo aquello que no consumen las dos especies mencionadas y que es depositado en el fondo del estanque. También, como las otras especies puede consumir alimento ración. No existen ensayos de policultivo con especies como el "sábalo", pero al ser de hábitat detritívoro (aprovecha materia orgánica depositadas en el fondo de ambientes naturales) podría seguramente ocupar un nicho libre y ayudar asimismo, a la limpieza de los fondos del estanque.

En esencia, si nos referimos a la preparación de los estanques para proceder a un "policultivo", la misma es similar a la establecida para un monocultivo. Si el estanque ya ha sido utilizado en piscicultura, deberá limpiarse e higienizarse, arreglar aquellos taludes deteriorados y en ocasiones, abonarlos convenientemente. Si el estanque fuera nuevo, es importante fertilizarlo antes de su llenado. Los tipos de abonos pueden ser tanto orgánicos como inorgánicos. Como orgánico, puede ser de utilidad el estiércol de los animales de campo o granja: vacas, cerdos, gallinas o pollos, conejos, caballos, etc. Asimismo los fertilizantes químicos son aquellos de origen industrial (urea y fosfato) de excelente calidad para aumentar el nivel de fitoplancton en los estanques. También pueden utilizarse productos o subproductos

del cultivo de diversos cereales y de vegetales.

En general, se agrega 1 kilo de fertilizante orgánico (abono animal) por cada 10 m² de estanque. Luego, al avanzar el cultivo, se deberá ajustar la cantidad agregada a medida que el productor observe el resultado, midiendo la visibilidad con el disco de Secchi, pues todos los abonos de este tipo son de diferente calidad; dependiendo especialmente del alimento que ingieran los animales donde se originan. En cuanto al abono químico, será necesario conocer su composición. La siguiente tabla puede servir de guía para un abonamiento químico. El abono empleado contiene una proporción de Nitrógeno (18) a Fósforo (46). La aplicación para el área de los estanques que se contemplan, sería la siguiente:

Área estanque (m ²)	Área estanque (m ²)	Área estanque (m ²)	Área estanque (m ²)
200	300	400	500
1.000 gramos	1.600 gramos	2.000 gramos	2.700 gramos

Tabla 1: aplicación de fertilizante inorgánico por área de estanque

Fuente: Manual para El Policultivo, Colombia, INPA.

Como ya fuera explicado en anteriores tópicos, el color del agua del estanque indicará si es necesario agregar mayor cantidad de fertilizante (a mayor visibilidad de 30 cm) o si es necesario disminuir la biomasa de fitoplancton existente (menor visibilidad de 30 cm). O sea, si el agua es de color verde o color café, se entiende que la unidad está suficientemente abonada.

La siembra de los peces para el policultivo deberá respetar el hecho de que los alevinos adquiridos deberán ser de buena calidad, y que ellos son frágiles y por lo tanto deberán ser tratados con suma delicadeza, tanto al transportarlos como al sembrarlos. Al momento de la siembra, lo importante es garantizar que las temperaturas del agua adonde serán sembrados los peces y la del contenedor (donde se transportan), sean iguales (se procede a igualarlas trasvasando agua de uno a otro contenedor, según corresponda, hasta lograr el equilibrio). Las bolsas cerradas conteniendo los peces pueden colocarse al momento de su llegada en los estanques, flotando sobre el agua (no a pleno sol, sino en lugares sombreados), sin abrir, por unos 10 minutos, lo que ayuda a igualar las temperaturas más rápidamente. Luego se las abre y se agrega agua poco a poco del estanque hasta lograr el efecto

deseado; dejando salir a los pececillos suavemente hacia el medio externo. Estas indicaciones sirven en realidad para cualquier cultivo que se desarrolle en el tiempo, sea de una o varias especies en consorcio.

Densidad de peces a sembrar

Según las experiencias realizadas en varios países, a continuación se puede observar como referencia, la cantidad de peces sembrados por unidad de área en el clima que se señala; tomando como ejemplo las especies seleccionadas:

Policultivo según clima	Área (m ²) 200	Área (m ²) 300	Área (m ²) 400	Área (m ²) 500
Clima cálido				
1) pacú-tilapia	200	300	400	500
Nº pacú	50	75	100	125
Nº tilapia				
2) Pacú-tilapia-carpa	200	300	400	500
Nº pacú	100	150	200	250
Nº tilapia	15	21	28	
Nº carpa				
Clima Templado				
3) Tilapia-carpa				
Nº tilapias	200	300	400	500
Nº carpa	20	30	40	50

Tabla 2: ejemplo de densidad de peces a sembrar en policultivo para diferentes Climas.

Fuente: Manual para El Policultivo-Colombia-INPA

Todo piscicultor pretenderá lograr una mayor producción de peces en sus estanques, aumentando los ingresos y mejorando asimismo, la alimentación familiar. Si el productor captura peces para su consumo familiar desde el estanque o para ventas parciales a sus vecinos, o bien encuentra peces muertos en superficie, deberá anotar su número diariamente, ya que posteriormente a la cosecha final, deberá restarlos del total (mantener un cuaderno dedicado únicamente a los datos obtenidos).

Si bien los peces pueden alimentarse con el alimento natural generado en los estanques, además de ingerir insectos aéreos, frutos u hojas de árboles que existieran en el entorno y vegetales acuáticos (si existen), su crecimiento en dichas condiciones será lento y los rendimientos a obtener serán bajos. Para mejorar la alimentación, existen concentrados comerciales, que el mismo productor puede elaborar en forma sencilla y casera, disminuyendo los costos cuando su producción es relativamente pequeña. Aún elaborándolos caseramente los alimentos tendrán un costo, por lo que se debe tener cuidado en la forma de ofrecerlos a los peces, evitando el desperdicio que genera pérdidas de dinero y que por otra parte altera la calidad de agua del cultivo. Este alimento deberá ser ofrecido siempre al mismo horario a todo lo largo de cada unidad (en el caso de individuos pequeños) y respetando la proporción correspondiente, según los submuestreos periódicos realizados. En general, en el subtrópico se alimenta durante el atardecer en las épocas de elevadas temperaturas para el caso del pre-engorde y engorde; mientras que durante los inviernos de bajas temperaturas, la alimentación se efectúa al medio día con la mayor incidencia solar, cuando los peces responden mejor en su ingesta. Para los individuos mayores (en engorde), se fijan determinados sitios de alimentación o bien, se efectúa la alimentación al voleo para determinar al mismo tiempo el estado sanitario de los peces. Evidentemente, al suplementar la producción natural con alimento externo, se obtendrán ejemplares de mayor tamaño y se alcanzarán las tallas comerciales de demanda en menor tiempo y ello posibilitará mayores ganancias para el productor rural, aún cuando tenga mayores costos de producción.

Para aprender a determinar la cantidad de alimento diario a ofrecer a los peces, según su peso y a partir de la submuestra extraída de cada unidad (pesada promedio y recuento efectuado) es conveniente consultar a un técnico inicialmente.

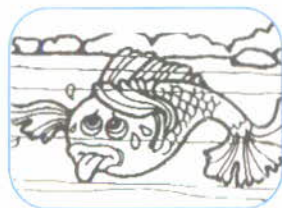
Cuando el cultivo ha llegado a término, evidenciado por los sucesivos muestreos mensuales y el registro de datos, el productor podrá proceder a retirar los peces del ambiente por medio de redadas, efectuando la cosecha de los animales (al final o con cosechas parciales para ventas intermedias). Todo el pescado recogido deberá venderse rápidamente y al mejor precio posible. De lo contrario, deberá contarse con un freezer como mínimo, donde conservarlo y venderlo según la demanda existente. El pescado, una vez

colocado en el freezer puede quedar hasta cerca de unos 6 meses, sin sufrir deterioro, especialmente cuando se trate de pescados no muy grasos y en zonas donde el aporte de energía eléctrica no sufra discontinuidad. Los productores pueden dar a conocer él o los días de cosecha en los pueblos y ciudades cercanas, por medio de avisos en los comercios o por medio de la radio, ya que de esta forma, las personas interesadas se acercarán al predio; realizándose en este caso las ventas "a pie de estanque" (pescado vivo, entero o eviscerado).

Las cosechas en clima cálido deberán efectuarse bien temprano, porque el calor afectará a los peces durante la cosecha e inmediatamente después. Las redes a utilizar deberán ser de tamaño y ojo de malla adecuada a los fines establecidos. Es importante no maltratar a los ejemplares durante el trabajo de cosecha, ya que ello garantizará la calidad del pescado para su venta y asimismo, que los consumidores vuelvan, nuevamente, a adquirir el producto.

En algunas provincias (Misiones por ejemplo) una vez que los productores han dado aviso de cosecha y venta de pescado a "pie de estanque" se comercializa también en Ferias Francas o en pescaderías y negocios que puedan mantenerlo bajo suficiente frío en cámaras adecuadas. Si el productor organiza bien sus ventas, ello le garantizará posteriores nuevas ventas. También se pueden comercializar los peces en vivo hacia otras localidades vecinas, efectuando el transporte en recipientes de PVC u otro material con manijas que faciliten su traslado.

Resumiendo: efectuando un "policultivo" con tres o más especies seleccionadas, el productor aumentará su producción sin agregar nuevos estanques; mejorará el uso de los alimentos ración a ofrecer externamente, aumentando las producciones con menor inversión; dispondrá de mayores cantidades de pescado para sus ventas y para mejorar la alimentación familiar y finalmente, obtendrá mayores ganancias en su comercialización.



XIV - POSIBLES AGENTES DE ENFERMEDADES, PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO

Dentro de los agentes patógenos que pueden causar enfermedades, se ubican los Protozoarios y Helmintos (parásitos internos o gusanos), Bacterias, Virus y Hongos. La mayor parte de las especies que se cultivan actualmente en estanques, son proclives a la infestación con protozoarios de distintas clases, bacterias y hongos; encontrándose la mayoría de ellas y por ahora, exentas de virus, al menos en nuestro país.

Existen pocos relevamientos efectuados en Argentina sobre agentes parasitarios de los peces de la cuenca del Plata, pero recientemente, ha sido emitida una publicación sobre parásitos de peces autóctonos del Pantanal en Brasil (IBAMA, 2007), que incluye además, muestreos efectuados en peces originados en pisciculturas, aportando conocimientos sobre dichos agentes. De esta publicación, han sido tomados los datos que se expresan a continuación.

Protozoarios: se trata de organismos unicelulares, microscópicos, de variadas formas que se reproducen asexualmente. Las enfermedades que producen estos agentes son las más relevantes en cultivos de peces. Los Protozoarios son parásitos obligados de los peces que conviven naturalmente con estos animales y que proliferan especialmente en los cultivos cuando las condiciones ambientales son inadecuadas o cuando los individuos son sometidos a altas densidades de siembra o bien, cuando las condiciones de nutrición no son las que corresponden. En general, estos agentes patógenos se evidencian más entre los peces juveniles y entre ellos, el "punto blanco" que es la que provoca mayores mortalidades en la fase de inicio de los cultivos y muy especialmente en los peces Siluriformes o "peces de cuero".

Ichthyophthirius multifiliis: este protozoo es identificado en casi todos los peces de río: en las dos especies de surubi, pacú, boga, sábalo y en la especie de salmón de río o pirapitai. También puede encontrárselo en cultivo de trucha. Es el protozoo que más mortalidad causa especialmente en los "bagres o pescados de cuero" durante el cultivo de sus juveniles; dependiendo su ataque de las temperaturas existentes, de las condiciones sanitarias del ambiente de cultivo, de la nutrición ofrecida y las condiciones propias de defensa de los peces bajo cultivo. Este parásito actúa mecánicamente sobre

los tejidos provocando su destrucción especialmente del tejido branquial y daños en los capilares sanguíneos, entre otros. La enfermedad es conocida también como "ictioftiriasis" o simplemente "ictio".

Esta parasitosis muestra una mayor incidencia en las pisciculturas a partir de la época invernal, cuando las temperaturas están por debajo de los 21° C, pero también se presenta en el otoño y primavera. Las infestaciones de verano son raras, aunque pueden aparecer luego de una brusca disminución de la temperatura del agua.

Los peces presentan en la piel y branquias unos pequeños "puntos blancos" que son visibles al ojo desnudo. Los peces atacados por el parásito manifiestan estar inquietos, restregándose contra las paredes y fondos de los estanques, subiendo a la superficie y colocándose en contracorriente a la entrada del agua, debido a que pierden su capacidad de captar oxígeno por el daño sufrido en los filamentos branquiales. También pueden manifestar señales de apatía (insensibilidad), inapetencia (no ingieren alimento). A media que la infestación progresa, suelen mostrarse muy inquietos y nadan frenéticamente, como si intentaran liberarse del parásito. Si se observa con atención (y práctica), al inicio del proceso, se verá un exceso de mucus sobre la piel. El ataque puede ser detenido o disminuido, cuando la enfermedad es tomada tempranamente; pero cuando ya los peces se encuentran sumamente atacados, las mortalidades presentes resultan ser altas.

Este agente parasitario, posee un ciclo de vida complejo por lo que, para mejorar el manejo del cultivo y las condiciones ambientales se puede tomar las siguientes medidas de prevención:

- a) no manejar los peces (no cambiarlos de cerramientos, clasificar los, trasladarlos, etc. con temperaturas inferiores a 21° C o en periodos de amplias variaciones (de cerca de 7° C) de temperatura.
- b) mantener la dureza del agua por encima de 30 mg/l
- c) pueden colocarse en los estanques varios ejemplares de tilapia o de sábalo cuya alimentación es detritívora (aprovechan el material de detritus de los fondos) ayudan a disminuir los parásitos enquistados vivientes en ellos. La tilapia además, pueden ingerir los parásitos nadadores al ser también planctófaga.
- d) Mantener los nuevos peces adquiridos en otra piscicultura en

una cuarentena previa (no más de 15 días) para prevenir la manifestación de parasitismo y separar los juveniles de los adultos.

e) Desinfectar los copos y redes (secándolos al sol) y evitar la acumulación de materia orgánica y otros elementos (ladrillos, troncos, etc.) en los fondos de los estanques.

En estanques, suele ser positiva la aplicación de tratamientos con soluciones de formol y permanganato de potasio. El formol en concentraciones de 15-25 ml/m³, en 3-4 aplicaciones en días intermedios. El permanganato de potasio, aunque es raramente recomendado para aplicaciones contra este parásito, es mencionado por Straus et al., (2000, según Kubitzka) ya que estos autores observaron que más del 95% de las formas infestantes (nata-torias) del parásito morían en el término de 4 horas bajo la administración de dosis de esta sustancia. Para Siluriformes (como el catfish americano o los nuestros) se recomiendan dosis de 1 mg/litro y en tilapia, hasta 0,5 mg/l. Siempre conviene, manejar estas aplicaciones con aireación acompañante, utilizando bombas que extraigan agua de la parte profunda de los estanques y la dispersen en superficie, oxigenándola; debido especialmente a la captación producida del oxígeno disuelto por el uso del formol aplicado. Es aplicable a los bagres argentinos como las 2 especies de surubí, blanco, randiá, amarillo, etc.

NO está actualmente aprobado en piscicultura la aplicación del "verde de malaquita" (por cumplimiento de normativas derivadas de países del exterior) en el caso de peces destinados al consumo humano.

Tricodina: la "tricodiniasis" es una enfermedad producida por un parásito protozoo denominado "Trichodina". Se trata de un ciliado, de forma redonda que se fija en la superficie del pez por medio de su parte opuesta a su boca y actúa como un "aspirador" para alimentarse. Los peces atacados fuertemente, suben a la superficie del agua, reaccionan débilmente a los estímulos externos y se concentran a la salida del agua. Su cuerpo suele observarse cubierto de un velo azulado (por exceso de mucus) y los ejemplares así infestados nadan restregándose sobre las paredes y fondos del estanque y cuando están altamente infestados se puede observar erosión en las aletas. Según el grado de ataque, pueden manifestarse con reacciones semejantes a las detectadas por parasitismo de "punto blanco": letargia, pérdida de apetito, desprendimiento de escamas, color rojizo por conges-

ción de los vasos sanguíneos. Cuando el pez se encuentra muy infestado en sus branquias, su muerte se produce por asfixia debido a la imposibilidad de captar el oxígeno del agua.

Su presencia fue constatada en ejemplares de ambas especies de surubi, pacú sábalo y pirapitai. Como el parásito habita normalmente en las aguas de los estanques de cultivo, el grado de infestación dependerá principalmente de las condiciones en la calidad del agua, la densidad de siembra y su estado nutricional; ya que cualquiera de estos factores predispone a la enfermedad.

La prevención es similar a lo ya explicado anteriormente: las larvas y alevinos mantenidos separadamente de los adultos, desinfección de tanques /estanques, copos de pesca y redes y evitar acúmulo de materia orgánica en los fondos.

Epistylis: se trata de protozoarios que proliferan rápidamente cuando existe exceso de carga orgánica en los fondos, ya que se alimentan de este tipo de partículas. Forman colonias, debido a lo cual son fáciles de detectar. Son sésiles (asentados o fijos) que en abundancia producen fuertes infestaciones, actuando negativamente sobre los peces bajo cultivo y produciendo altas mortalidades provocadas indirectamente por el asentamiento de ellos sobre las branquias. Actúan impidiendo que los peces capten el oxígeno del agua debido al deterioro de las mismas. También suelen producir úlceras y necrosis, musculatura expuesta y presencia de líquido purulento, con aumento de mucus y olor a podrido. Suelen infectar a las tilapias bajo temperaturas templadas, especialmente cuando juveniles.

En piscicultura de peces autóctonos, han sido detectados sobre las dos especies de surubi. La prevención y su control, se efectúan en forma similar a lo indicado para otros parasitismos anteriores. Los baños de inmersión con soluciones salinas al 3% (30 kg/m³), producen también efectos positivos (especial en peces reproductores) y pueden emplearse soluciones salinas al 1% en baños de tiempo indefinido.

Cryptobia: se trata de un Protozoo Flagelado, parásito externo, que también ataca las branquias de los peces. No es un parásito común, pero puede hacerse más prolífico cuando los peces presentan en baja sus defensas por

diversos motivos (bajas temperaturas, baja calidad de agua, alta densidad de siembra, etc.). Ha sido detectado en las dos especies de surubí en baja densidad, sin presentar manifestaciones clínicas y en condiciones, aparentemente saludables de los animales, siempre sobre branquias. Existen autores que señalan la destrucción de vasos sanguíneos, exoftalmia (ojos sobresalientes), anemia, etc., determinadas para otros peces. Los individuos altamente infestados pueden morir por asfixia. No es selectivo de un hospedador, lo que significa que pueden parasitar cualquier pez de agua dulce, especialmente en los estanques donde las condiciones facilitan su ciclo biológico. Su control puede hacerse por baños de inmersión de 5 minutos con soluciones salinas de 3-5%.

Mixosporideos: estos agentes patógenos son organismos parásitos obligados de peces, que raramente se encuentran en otros animales acuáticos como anfibios y reptiles. Existen aproximadamente 1.350 especies descritas, siendo su mayoría parásitos de peces de agua dulce. Los signos clínicos en los peces ya parasitados, pueden abarcar desde su no existencia, hasta importantes respuestas inflamatorias y algunas infecciones que inclusive resultan fatales. Son organismos que se reproducen por vía de esporas detectadas en forma visible al realizarse estudios de los tejidos (histología). También se los encuentra en la bibliografía bajo su antiguo nombre de Esporozoos.

Es importante mencionar que la trucha arco-iris puede infectarse con un patógeno que produce la "enfermedad del torneo" (*Myxosoma cerebralis*). Este parásito incide primeramente en el cartilago y luego produce una reacción severa cuando éste se transforma en hueso. En la trucha, el cartilago se convierte en hueso a los 6-8 cm de LT y en este estadio pueden ocasionarse altísimas mortalidades. Pueden existir peces sobrevivientes, pero que presentarán infecciones crónicas. Las esporas de este *Myxosoma* afecta el órgano del equilibrio de los peces, por lo que la enfermedad se denomina comúnmente "del torneo" (por los movimientos de los individuos atacados en forma similar a la de un torneo, que puede girar con continuidad) y causan además, presiones sobre la espina dorsal, mostrando signos de deformaciones características.

La prevención se realiza utilizando agua de buena calidad, exenta de esporas y también tanques de fibra de vidrio; evitando estanques en tierra que

poseen la particularidad de contener a las esporas, si estas existieran. Argentina está exenta de esta enfermedad, pero existen invertebrados vectores de la misma en los medios, por lo que es importante cuidar la no introducción de este patógeno desde países como por ejemplo, Estados Unidos donde la enfermedad produce estragos en las truchas silvestres de varios lagos. Para ello sería necesario colocar restricciones más seguras en cuanto al traslado de elementos de pesca deportiva que portan los pescadores extranjeros provenientes de países infectados, como el ya mencionado.

Henneguya y Mixobolus son los parásitos más conocidos entre los atacantes. El primero de ellos, fue observado en pisciculturas de las dos especies de surubí, en sábalo y en su mayor expresión, sobre pacú. No se conocen mortalidades por su efecto parasitario, aunque se desconocen aún los daños que podrían ocasionar en los peces parasitados. En una alta infestación de peces de río en Brasil (en la especie de "tambacú") ocasionada por *Henneguya*, se detectó una altísima mortalidad de alevinos y más del 90% presentaron además, escoliosis (malformaciones de la columna). Por su parte, *Myxobolus* presenta más de 400 especies descriptas. Algunas de ellas lo fueron para peces adultos y juveniles, como en pacú y sábalo; sin especificaciones sobre signos clínicos conocidos.

La prevención y el control son similares al de otras infestaciones de parásitos como las anteriormente señaladas.

Piscinoodinium: este parásito ha causado grandes problemas en los cultivos de tilapia en Brasil (Kubitza, 2000). Se trata de un *Dinoflagelado* de agua dulce, de forma redondeada o ameboide (forma de pera) que posee un aparato (en forma de raíz) por el cual se fija al organismo parasitado y que puede causar hemorragias en la piel de los peces y degeneración o muerte de las células. Puede producir también degeneración de los tejidos con fusión de las lamelas branquiales, ocasionando así la asfixia por imposibilidad de respiración. Durante el inicio y final del invierno han sido detectadas infestaciones de este parásito sobre especies del género *Brycon* en Brasil. En ocasiones son observados gránulos a ojo desnudo, sobre el cuerpo, de colores amarillentos. En peces examinados, con baja incidencia del parásito (*Brycon* y boga) no fueron observados signos clínicos de afección.

Su color es verdoso y fotosintetiza como los vegetales, no presentando en

general, movimientos, pero puede observarse en su interior las formas de individuos móviles que portan flagelos. Su ciclo de vida es similar al del "punto blanco", y las formas adultas se desprenden de las branquias parasitadas, cayendo al fondo de los estanques. Las infestaciones más comunes se producen cuando los peces han sido sembrados a altas densidades y se encuentran mal nutridos o sometidos a cultivos donde el agua es de baja calidad.

En esta ocasión, se pueden aplicar los mismos procedimientos descritos para otros parásitos ya analizados. El buen mantenimiento de la calidad del agua del cultivo y el buen manejo nutricional ayuda a evitar su presencia, así como la disminución de materia orgánica en los fondos de los estanques.

Helmintos (gusanos): abarcan el grupo de los Trematodes, ecto y endoparásitos (dentro y fuera), aunque en piscicultura se le confiere una mayor importancia a los que parasitan a los peces externamente, debido a que son los causantes de grandes mortandades en los cultivos. Aunque no es lo común, cuando los peces presentan sus defensas bajas o bien, han sufrido un estrés pronunciado, los trematodes internos pueden también causar mortalidades.

Trematodes monogeneos (gusanos chatos): pertenecen al grupo de los Platielminthos tratándose de ectoparásitos, es decir de organismos que parasitan externamente a los peces, que se encuentran en la mayoría de los ambientes donde habitan, estando también presentes por lo tanto, en los estanques de cultivo y sobre diversas especies. Poseen estructuras específicas de ganchos para su fijación a los hospedadores. *Gyrodactilus* y *Dactylogirus* son los dos géneros que se presentan más abundantemente en piscicultura y son fáciles de identificar y distinguir dado sus características externas. Se caracterizan por la estructura para su fijación en su parte posterior. Poseen una alimentación activa a costa de sus huéspedes, produciendo entonces achatamiento de las lamelas branquiales, pequeños nódulos identificados fácilmente a la vista y fusión de los filamentos branquiales. Se los encuentra sobre branquias, aletas, piel y cavidades nasales; pudiendo además parasitar la córnea y producir ceguera (como es conocido en el caso del pejerrey por acción del denominado *Diplostomum*).

Gyrodactilus, presenta manchas oculares visibles al microscopio y en los

adultos se observan embriones en desarrollo en su interior, por ser vivíparos. Se lo encuentra sobre el cuerpo de los peces, en las aletas y eventualmente, sobre las branquias. *Dactylogirus*, por el contrario, no genera embriones internamente, debido a que su reproducción es por huevos liberados al medio acuático. Suele encontrárselo en general, sobre las branquias. Las infestaciones se relacionan generalmente con aquellos sistemas de cultivo que emplean densidades y niveles de alimentación altos, con la consecuente producción de alta cantidad de materia orgánica y disminución de calidad del agua. Estos parásitos se reproducen muy bien en agua de baja calidad y atacan a los peces cuando se encuentran con las defensas bajas. Los signos clínicos muestran un aumento de la secreción del mucus superficial y el ataque causa irritación, llevando a los peces a refregarse sobre las paredes y el fondo de los estanques; suben a la superficie, batiendo activamente sus opérculos (intentando respirar). Algunos peces evidencian letargia y oscurecimiento del cuerpo. Las infestaciones severas pueden producir destrucción de las branquias, llevando a la muerte de los peces. Han sido detectados en las dos especies de surubí, pacú, sábalo, boga, amarillo y Brycon, tanto en alevinos como en juveniles y adultos.

Los mejores resultados en cuanto a tratamientos, consisten en sumergir a los peces (adultos reproductores) en concentraciones de sal gruesa, en una cantidad de 25 gramos/litro de agua y mantenerlos en dichos baños durante 10 minutos. También se puede emplear formol a razón de 0,1 ml por 6 litros de agua, mantenido durante 30 minutos a 1 hora. Puede utilizarse tanto en peces adultos como en alevinos y es conveniente durante el tratamiento, emplear aireación suplementaria.

Trematodes digeneos (pequeños gusanos redondos): Esta división compone un grupo de Trematodes similares a pequeños gusanos que se observan normalmente en forma de quistes sobre la piel, los órganos internos (especialmente el hígado) y en los ojos de los peces. Estos parásitos perjudican raramente el crecimiento, la reproducción o producen mortalidades en los peces, a menos que las infestaciones sean muy severas (Kubitza, 2004).

En su ciclo participan generalmente dos o más hospedadores que actúan como intermediarios, como por ejemplo, los caracoles habitantes del estanque y las aves que merodean en los alrededores del cultivo. El ciclo se completa al ingerir las aves a los peces ya parasitados. Es conveniente eliminar las

poblaciones de caracoles, ya que de esta forma se puede disminuir su incidencia. También la situación mejora controlando la vegetación acuática y el exceso de materia orgánica en los fondos.

Los Digeneos han sido observados en pacú, pero no se determinaron signos externos de enfermedad.

Nematodos: de modo general, los patógenos pertenecientes al grupo de los Nematodos, son poco significativos en las pisciculturas. Aún cuando los peces estén parasitados por estos agentes que habitan el organismo internamente, no se evidencian alteraciones en los órganos. En algunos casos de alta infestación, su presencia puede incidir sobre la reproducción normal de los individuos y también pueden ocurrir algunas mortalidades en las poblaciones. Las especies de estos parásitos, se encuentran en el tubo digestivo y son soportadas por los peces y en otros casos, cuando se los observa en gran número entre la musculatura (aunque no inciden negativamente en el crecimiento de los animales); pueden dificultar su comercialización por el aspecto que presenta el producto.

Algunas especies de Nematodos han sido observadas en sus estadios larvales, en las dos especies de surubies y otras como *Rondonia rondoni*, ha sido detectada parasitando el pacú repetidamente. Sin embargo, los peces no presentaban signos clínicos de enfermedad. Su presencia puede también interferir en la comercialización por el aspecto desagradable que presentan los peces.

Otras especies de Nematodos han sido detectadas en sábalo en baja proporción. La especie *Spinectus asperus*, que presenta una cobertura externa espinosa, puede llegar a producir inflamaciones intestinales al atravesar la pared intestinal del hospedador; causando además enteritis y hemorragias.

Antocéfalos: se trata de gusanos que presentan una "trompa" muy visible en un extremo y que está provista de ganchos o espinas. Con la trompa pueden fijarse cuando adultos, a la pared intestinal del hospedador. Causan daño a la cubierta interna intestinal y pueden producir hasta peritonitis en los peces afectados. En Brasil han sido registrados en los cultivos de pacú. En animales reproductores pueden afectar su maduración gonadal o bien, puede ocurrir que en laboratorio o hatchery, los peces no respon-

den a la inducción hormonal para el logro de su reproducción inducida. También han sido detectados en bogas (*Leporinus macrocephalus*) en Brasil, con casos de infestación masiva y con una fuerte proporción de mortalidad.

Crustáceos: Según Pavanelli et al., (1998) el grupo de los Crustáceos parásitos es considerado como uno de los que ocasionan mayores pérdidas en las pisciculturas. Además de abarcar un gran número de especies parásitas (más de 3000 conocidas), estos parásitos se reconocen inmediatamente a simple vista, presentando una gran variación de formas y tamaños. La acción que ejercen sobre los peces puede ser directa y son responsables de grandes mortalidades en las pisciculturas, o bien, acciones indirectas al actuar como vectores de enfermedades producidas por virus.

En el medio natural, los más conocidos y detectados en el material silvestre de Brasil, han sido *Dolops* y *Argulus* sobre las dos especies de surubí y dorado. En Argentina es común encontrarlos en las pisciculturas, especialmente en los individuos reproductores. La presencia de *Argulus* ha sido observada sobre *Rhamdia quelen* originados en lagunas de la zona central y la de *Lernaea* en ríos (Paggi, 1972). En las pisciculturas se presenta también sobre pacú. *Dolops* se muestra abundante en peces del río Paraná (Paggi, com. personal). Estos parásitos son fácilmente detectados a simple vista observando con atención a los peces y se pueden eliminar mecánicamente, revisando a los animales periódicamente, en especial cuando estos provienen de capturas de ambientes naturales y son empleados para formar los primeros grupos de reproductores. Muy probablemente, la incidencia de estos parásitos en peces de cultivo, se deba a la mayor densidad empleada en estos casos.

Dentro del grupo de estos parásitos, el que suele ocasionar los mayores problemas, es la *Lernaea cyprinaceae* ("lernea"), patógeno que en Brasil fue introducido en las pisciculturas a través de carpas que provinieron de Hungría y que parasita a peces autóctonos. Otra especie de este parásito *L. argentinensis*, es endémica del Paraná y forma parte del zooplancton del río (Paggi, 1972). La "lernea" puede ser responsable de altas mortalidades en los peces de cultivo. En Argentina, la más común, parece ser la introducida desde Brasil junto con ejemplares de carpas llegadas al país sin control alguno y ha sido detectada parasitando al pacú. Se trata de un crustáceo

copépodo que en sus primeros estadios de vida es libre y luego se transforma en parásito. Miden aproximadamente 1 cm de largo y las hembras reproductoras poseen una región anterior denominada “ancla” que está conformada por 4 ganchos que se introducen en el cuerpo del pez al momento de su fijación. Portan dos grandes sacos de huevos, fácilmente visibles al ojo desnudo. Debido a las lesiones que tales ganchos producen en el cuerpo, suelen aparecer infecciones secundarias graves ocasionadas por bacterias y hongos, que pueden llevar a la muerte a los peces que parasitan. Se reproducen en los estanques donde se encuentren y sus machos mueren quedando solamente las hembras que sufren una metamorfosis, iniciando así su actividad como parásito. Suelen observarse en todo el cuerpo y en especial en la base de las aletas; muy raramente se presentan en la boca adheridas a la lengua o en los glóbulos oculares. Aunque no causen severas mortalidades, estos microcrustáceos, pueden reducir bastante el valor comercial de los peces, por el aspecto que estos presentan y además por las hemorragias o moretones que ocasionan en el lugar de su inserción.

Los animales afectados pueden mostrar pérdida de equilibrio, natación errática y letargia. Su penetración a través de la piel puede causar también hemorragias y los peces presentan entonces anemia. Por otra parte actúan como vectores de otros microorganismos como bacterias y virus, abriendo camino a otras infecciones en la piel.

La principal prevención se logra evitando introducir peces parasitados en las pisciculturas, así como agua que contenga formas larvales de estos copépodos. Es importante que al adquirir nuevos lotes de peces, el productor efectúe baños profilácticos y una cuarentena (no menor a 15 días) para prevenir contagios con otros peces ya establecidos en el emprendimiento. Este tratamiento puede efectuarse mediante baños con sal (cloruro de sodio) en concentraciones del 3 al 5%, durante 30 segundos a 1 minuto, considerándose eficaz tanto para las formas adultas del parásito como para sus formas libres. También el permanganato de potasio puede ofrecer buenos resultados.

El caso de *Argulus*, se refiere a un crustáceo del grupo de los *Branquiurus* que cuando están presentes en grandes concentraciones pueden causar perjuicios importantes. Comúnmente se los conoce como “piojos” y son cosmopolitas, encontrándose en todas las regiones del mundo. Su cuerpo es achatado, foliáceo, midiendo desde varios milímetros hasta centímetros

y pueden detectarse a ojo desnudo. Suelen cambiar de hospedador debido a sus posibilidades natatorias y se los puede observar sobre la piel, pero también en la boca y la cavidad branquial. Los huevos de las hembras son depositados sobre plantas o piedras. Poseen mandíbulas fuertes y estiletes que penetran la piel del hospedador, por lo que perjudican directamente a los peces en forma mecánica o indirectamente, a través de ser vectores de virus o de dejar entrar a bacterias que causan infecciones y hasta pueden ser ellos mismos, hospedadores de algunas especies de Nematodos. En algunas especies de peces, causan alteraciones en su comportamiento.

Al no existir tratamientos específicos contra *Argulus*, es importante realizar la desinfección de los estanques donde se colocan los peces adquiridos en otras pisciculturas u originados en el medio natural; manteniendo de esta forma, una cuarentena bajo observación. Los baños de sal pueden ayudar al desprendimiento de estos parásitos. Cuando se trata de ejemplares de peces reproductores, en baja cantidad, al revisarlos se pueden remover los parásitos manualmente con herramientas de punta roma, que no causen traumatismos. Evidentemente, este método no podrá aplicarse al tratarse de grandes poblaciones.

Hongos: los hongos se reconocen desde años como agentes patógenos de importancia en los peces. Los ataques producidos se manifiestan especialmente sobre la piel y las branquias y las enfermedades se conocen con el nombre de "micosis". Los hongos encontrados en las pisciculturas son multicelulares, formados por células unidas en largos filamentos (llamados "hifas") que se pueden observar al ojo desnudo. Su reproducción puede ser sexual o asexual y en este último caso producen "esporas", de alto significado en las pisciculturas, ya que por medio de ellas, se producen las nuevas infestaciones.

La especie más importante y que se registra habitualmente, atacando a los peces de agua dulce bajo cultivo, es *Saprolegnia*, que puede ser altamente patógeno en el caso de los huevos, durante el proceso de su incubación.

El mantenimiento de una buena calidad del agua de cultivo, la no introducción de ejemplares infectados, la utilización de densidades relativamente bajas y la eliminación de peces muertos en forma rápida, son las mejores medidas para prevenir infecciones por hongos. La "saprolegnosis" se mani-

fiesta a cualquier temperatura, aunque el hongo se desarrolle más fácil a temperaturas no muy elevadas. En general, los hongos y en particular *Saprolegnia*, se consideran patógenos secundarios, que se establecen sobre lesiones ya existentes o sobre tejidos muertos. Si los peces no son tratados convenientemente, suelen producirse graves pérdidas, especialmente en el período de incubación de desoves (tanto en aguas templadas, como templadas-frías y cálidas). Las colonias blancas, algodonosas, que cubren en manchas la piel de los peces, se detectan fácilmente.

El crecimiento de las hifas puede abarcar la piel, pero también pueden crecer en profundidad alcanzando a afectar la musculatura. Durante las incubaciones de huevos, el ataque de *Saprolegnia* suele ser grave si no se actúa rápidamente, debido a las condiciones de alta densidad y de la cercanía del material entre sí. Cuando algunos huevos mueren, los hongos los invaden rápidamente, quedando rodeados de hifas que contagian a otros huevos y de esta forma puede perderse toda una camada en proceso de incubación. Solamente basta la presencia de una espora del hongo para su reproducción e invasión acelerada según las condiciones que el patógeno encuentre.

Las esporas se transmiten a través del agua o de los utensilios empleados en las tareas rutinarias. Como prevención para evitar su presencia, se deben mantener las mejores condiciones de higiene especialmente en sala de incubación o hatchery y retirar siempre los peces muertos en el caso de estanques y tanques. Cuando se trata de huevos en incubación, puede actuarse mecánicamente retirando los muertos diariamente. También en forma química, actuando con formol comercial, a una concentración de 1 en 500 a 1 en 1000 durante 15 minutos, recordando que el Verde de Malaquita que anteriormente era de gran uso en estos procedimientos, hoy en día es prohibido en varios países e inclusive en Argentina no se recomienda para peces que serán destinados posteriormente al mercado de consumo, debiendo en el futuro inmediato iniciar el control (SENASA) de su presencia en la carne en los pescados comercializados. El verde de malaquita ha sido determinado como "cancerígeno" por lo que no corresponde ni su aplicación por el riesgo en los operarios que lo manipulan, ni por el riesgo posterior en los productos de consumo que han sufrido su aplicación. Para el caso de la trucha, existe un producto veterinario, denominado TONACIDE-AQUA de Laboratorio Veterquímica, que puede emplearse con el mismo fin y buen resultado (puede utilizarse solamente en caso de culti-

vos realizados a temperaturas de hasta 14° C). El empleo de sal común (Cloruro de Sodio) también es válido para tratamientos contra hongos durante las incubaciones, pero debe hacerse según las especificaciones encontradas en la bibliografía, debido a que no todas las especies de peces resisten las mismas concentraciones de este material.

La incubación llevada a cabo con huevos de peces de aguas cálidas es tan rápida a la temperatura óptima (alrededor de 30-40 horas, según las especies) que no es necesario la aplicación de productos químicos en estos casos. En aguas templadas, como el caso del pejerrey es común encontrarse con desarrollo de hongos, debido especialmente a que los huevos son colocados en racimos sobre la vegetación sumergida, manteniendo en parte su unidad junto a material que al morir es infestado rápidamente por hongos. Para el caso de animales reproductores, suele emplearse este producto en concentraciones de 1:15.000 durante 10 a 30 minutos.

Bacteriosis: Las bacterias suelen tener una enorme importancia en acuicultura. Provocan enfermedades que pueden producir altas mortalidades si no son tratadas rápidamente, una vez determinado el agente causante. Esta situación de alta mortalidad se produce fuertemente si los peces han sido sometidos a un alto estrés. Algunas bacterias son de difícil tratamiento, como es el caso de la "forunculosis" y la enfermedad de la "boca roja", especialmente producida en los Salmónidos.

Existen bacterias que viven comúnmente en el agua de cultivo de los peces, denominadas "organismos patógenos secundarios o bacterias facultativas". Si los peces se encuentran en buenas condiciones físicas y su sistema de inmunidad es alto, no serán atacados por tales organismos. Si por el contrario, los peces han sufrido estrés (debido a submuestreos o cosechas parciales, o por efecto de una mala calidad del agua de cultivo, mala nutrición, altas densidades de siembra o por factores químicos, como una disminución del oxígeno del agua, aumento excesivo de nutrientes, existencia de contaminantes o diferencias de pH con respecto al correcto; etc.) las bacterias ocasionarán seguramente pérdidas al productor. Esto significa que la disminución o la ausencia de problemas ocasionados por los agentes bacterianos, estará totalmente en las manos del productor y del manejo que el mismo efectúe en sus cultivos.

Bacterias como *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas fluorescens*, *Flavobacterium spp.*, son típicas concurrentes de las pisciculturas.

Otras bacterias, por el contrario, son consideradas como "organismos patógenos primarios", como por ejemplo *Aeromonas salmonicida* que significa que tienen facultad para iniciar una invasión directa a los peces, aunque estos hayan sufrido un estrés leve. Las lesiones producidas por las bacterias se pueden detectar a nivel de piel, pero también a nivel de los órganos internos del animal y por otra parte, producen toxinas que afectan gravemente a estos animales.

Flavobacterias: entre las bacterias que han sido detectadas en los peces de agua dulce de la región cálida a templado-cálida, pueden mencionarse como de mayor riesgo, por las mortalidades que pueden producir, la correspondiente al género *Flavobacterium*.

La *Flavobacterium columnaris*, es la especie más conocida como agente patógeno en los peces de nuestro subtrópico, como el pacú y el pirapitai (*Brycon orbignyanus*) donde fueron determinadas por Pilarsky (2003) según autores brasileños. Se trata de una bacteria muy común en las aguas dulces y en la piel de los peces. En Brasil, la especie ha sido detectada en alevinos de pacú con respuesta en mortalidades pronunciadas y en sábalo, presentándose en todos los meses del año, con mayor incidencia al inicio y final del invierno; cuando el agua es inferior a los 22° C; ya que la temperatura óptima de resistencia, determinada para los peces tropicales y subtropicales, se ubica entre los 24 y 30° C. Pavanelli y otros, 1998, la citan también para otros peces, como truchas, tilapia, perca, bagres, etc. Además de las bajas temperaturas de invierno, en los peces de aguas cálidas a templado-cálidas, influyen otros factores como alta cantidad de materia orgánica, bajo nivel de oxígeno disuelto y elevada concentración de amoníaco en el agua.

Los signos clínicos de "columnaris" se revelan primeramente con pequeñas manchas blancas en la cabeza y aletas que luego se convierten en hemorragias. Aletas erosionadas, rojas, presencia de úlceras sobre la piel, necrosis de los filamentos branquiales, exceso de mucus en cabeza, opérculo y heridas previas. Inmediatamente se produce una invasión secundaria de hongos. Si bien se considera que la temperatura baja, como la mencionada, es el factor desencadenante del ataque bacteriano, también es cierto que los peces

al encontrarse en este periodo con sus defensas disminuidas, son atacados más fácilmente.

En Brasil fueron detectadas en cultivos de tilapia, sábalo, pacú, pirapitai, dos especies de surubies y boga, además de otros peces no registrados en nuestro país. Los investigadores de dicho país estiman que las mortalidades detectadas anualmente por esta enfermedad atacan a unos 10 millones de alevinos de diferentes especies de peces. La "columnaris" posee además, desde el punto de vista económico, una gran importancia pues afecta los costos de producción, dada las mortalidades generadas en tales casos.

Al tratarse de un microbio que se encuentra comúnmente en las aguas de cultivo, la prevención por mantenimiento de la buena calidad del agua es muy importante. También puede prevenirse por medio de la inclusión de dosis determinadas de Vitamina C, en cantidad de 500 gramos por tonelada de alimento ración ofrecido una semana antes y una semana después de haber sometido a los peces a un manejo estresante, para separación de tamaños, traslados, etc., factores considerados como desencadenantes. La cantidad de vitamina C a colocar en las aplicaciones, debe basarse en su "principio activo".

Una vez determinado el agente productor de esta enfermedad, (efectuado por método de cultivo bacteriano) puede emplearse el antibiótico "oxytetraciclina" (conocido comercialmente como "terramicina") que produce buenos resultados incluyéndola en las raciones alimentarias, pero que debido a su alto costo no es utilizado en producción rural. Este tipo de antibióticos no es recomendable comúnmente en piscicultura y si ellos son empleados, deben ser suspendidos por lo menos 22 días antes de la venta del producto a mercado cuando se trata de peces para consumo humano; y que la terramicina queda como residuo en la carne de los peces, pudiendo comprometer posteriormente la salud del consumidor. Por otra parte, un antibiótico mal aplicado, sin tener en consideración el periodo total de su administración, puede convertirse en negativo para los mismos peces y el productor, ya que se las bacterias suelen volverse resistentes a posteriores aplicaciones; no produciendo entonces el resultado esperado. Por dichas causas, la aplicación de antibióticos, en caso de producirse, debe hacerse bajo prescripción de un patólogo o de un técnico especializado.

Aeromonas: esta bacteria se produce en su hábitat natural que es la abundante materia orgánica que se encuentra en descomposición generalmente en el interior y los fondos de los estanques de cultivo. También suele encontrársela en el tracto digestivo de los peces. Entre las *Aeromonas*, la especie que más comúnmente causa problemas en los cultivos es la *A. hydrophila*.

El género *Aeromonas* y sus varias especies están asociados a las “septicemias hemorrágicas” en animales que hayan sido sometidos a algún tipo de estrés de los mencionados en otros párrafos o que viven en un ambiente que no es favorable para el crecimiento y bienestar de los peces, pero que es considerado positivo para el desarrollo y multiplicación de estas bacterias. *Aeromonas hydrophila*, por ejemplo, suele atacar luego de una baja de oxígeno. En el momento de la disminución de oxígeno en el agua, los animales se estresan, pero no mueren. Sin embargo, pocos días después sufren el ataque de esta bacteria, con el resultado de altas pérdidas.

La mayor incidencia de esta bacteria en los estudios realizados en Brasil, se produjo en alevinos de las dos especies de surubí. En nuestro país ha sido detectada en pacú y randiá. En general, los peces presentan una natación lenta (letárgica) y agonizan cercanos a la superficie y los bordes del estanque, mostrando previamente pérdida de apetito y de reflejos; aunque los signos clínicos suelen ser variables. Externamente aparecen úlceras circulares, que en tal caso suelen ser bien visibles. Aparecen como manchas violeta-rojizo y llegan a necrosar la piel y la musculatura. En general las aletas se presentan deshilachadas y con hemorragias muy notables en sus bases. Puede producirse exoftalmia, aumento de volumen del vientre y surgimiento de un líquido amarillento desde la cavidad abdominal y puede inclusive, observarse pus. La mortalidad en dichos casos es alta pero no total y la muerte, cuando se produce, suele ser rápida. La enfermedad puede también convertirse en crónica, con signos clínicos de ulceración y hemorragias, pero sin alteración del vientre. Al convertirse en crónica, las muertes son menores, pero como consecuencia los peces serán flacos, lo que es negativo para la rentabilidad del productor.

En 1967, Mayer determinó que las *Aeromonas* presentan habilidad para hacerse resistentes a los antibióticos. En Estados Unidos, por ejemplo (según el trabajo de IBAMA, 2007), un 10-15% de las bacterias detectadas en bagres del canal infectados, se habían hecho resistentes a la terramicina,

el antibiótico más empleado entonces; mientras que para 1976, el 38% de los cultivos de *Aeromonas* aisladas de dichos peces eran resistentes a este antibiótico. Probablemente, el aumento se haya producido por el uso indiscriminado y descuidado del mismo por los productores, por lo que se considera sumamente importante, que cuando son empleados, las aplicaciones respeten los periodos señalados (nunca en periodo menor a los 10 días indicados) o bien, que las cantidades no sean inferiores a las prescritas por los patólogos acuícolas.

Debido a la gran incidencia del uso indiscriminado de antibióticos en Brasil, los especialistas buscaron otras sustancias que fueran alternativas en el tratamiento contra bacterias, encontrando que el "ajo" (*Allium sativum*) administrado en la ración destinada a los peces, mostraba experimentalmente en laboratorio y campo, que era curativo. Se debe ofrecer en cantidad de 2 kg de ajo natural, macerado y 500 gramos de ajo deshidratado por kilo de ración alimentaria. De esta forma, se solucionó el problema generado por "columnaris y aeromoniasis" para una especie de surubi y para pacú. Al tercer día de iniciado el tratamiento, la mortalidad se detuvo. El tratamiento se suspendió al sexto día, al volver los peces a su normalidad.

Se analizó también, la posibilidad de su uso como preventivo en el caso de estas bacterias. El ajo natural macerado y agregado en una proporción del 2% a la ración, mostró que los peces en las pruebas realizadas en tanques y estanques, no presentaban ningún signo clínico de las enfermedades. Los animales tratados así, no presentaron signos clínicos de bacteriosis y tuvieron un desarrollo normal en las condiciones adoptadas para cultivo.

Existen otras bacterias patógenas de peces de agua dulce, pero los dos géneros y las especies mencionadas se consideran como los más importantes para conocimiento de técnicos y productores; recordándoles que ante cualquier duda y frente a mortalidades que llamen la atención, en cualquier lugar, es mejor recurrir inmediatamente a un laboratorio de análisis clínicos, que puede efectuar una toma rápida de material, indicando de qué microorganismo se trata, para aplicar un posible tratamiento.

Virus: estos agentes patógenos, poseen pequeñísimas dimensiones y solamente se pueden replicar dentro de las células de los hospedadores (en este caso los peces), causando graves pérdidas económicas a los productores,

especialmente cuando se utilizan sistemas intensivos a altas densidades de siembra. Son altamente infecciosos y no existen hasta ahora tratamientos conocidos para las enfermedades que ellos originan (Pavanelli y otros, 1998). La mayoría de las enfermedades causadas por virus (por ejemplo en el caso de las truchas y las carpas) son de "denuncia obligatoria" a las autoridades nacionales e internacionales competentes, cuando detectadas.

Debido a la ausencia de tratamientos, las tareas de prevención son muy importantes para evitarlos. Es necesario así, evitar la introducción de especies o subproductos (ovas) sin los certificados de exención de enfermedades correspondientes, otorgados por organismos oficiales del país de origen de donde provienen. La importación de material de peces para proceder a sus cultivos, es un atentado no solo para el país, sino además para los propios productores; ya que una vez entrada una enfermedad o un patógeno, es de muy difícil erradicación y más aún tratándose de virus.

En caso de verificarse la presencia de un virus en lotes de peces, se hace necesario su inmediata eliminación, estén afectados o no los peces, es necesario proceder a la desinfección de todas las instalaciones y recomenzar los cultivos con peces saludables y previamente certificados. Existen técnicas específicas (PCR) que hoy en día son utilizadas para la determinación de existencia o no de determinados virus que causan enfermedades. El diagnóstico es bastante difícil pues utiliza técnicas de biología molecular. Actualmente, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, por medio de su Dirección de Acuicultura ha iniciado un Plan Sanitario Nacional, llevado adelante en conjunto con el Servicio Nacional de Sanidad Agroalimentaria - SENASA (responsable de la sanidad animal) y capacitando asimismo a veterinarios de dicho Servicio en este tema tan importante. Los virus más conocidos en piscicultura de aguas cálidas a templado-cálidas son los que producen la enfermedad de "la septicemia primaveral de la carpa" (tratándose de un rhabdovirus), la "inflamación de la vejiga natatoria en los cyprinidos" (también un rhabdovirus) y la "virosis del bagre del canal" (producida por un herpesvirus).

Virosis primaveral de la carpa: este virus produce una enfermedad que hace 30 años, se conocía como la "hidropesía infecciosa de la carpa", pensándose que era ocasionada por una *Aeromonas*. Posteriormente, se logró aislar (en la década de 1970), un rhabdovirus que es el agente patógeno productor

de la enfermedad que fue denominada entonces, "virosis primaveral", pues produce infecciones agudas en dicha estación del año, en las regiones donde la temperatura aumenta de 12 a 22° C (los países de la Europa Central). Las mortalidades se convierten en altas con temperaturas de 16° C y los síntomas se interrumpen por temperaturas superiores 22° C. Por estos motivos, esta enfermedad no se produce en países donde el agua es cálida. Si bien su mayor expresión se ha detectado en el caso de la carpa común, también se conoce que ataca al amur o salmón siberiano y otras especies de peces que no están registradas en nuestro país. Recientemente, en la década de 1990, fue detectado en Brasil en especies como el *Carassius auratus* y la carpa común (*Cyprinus carpius*). Por ello, la importancia de no trasladar peces desde el Brasil, en beneficio del propio productor, sin las autorizaciones y certificados correspondientes que exige la Dirección de Acuicultura y el SENASA.

Los síntomas revelan cuerpos oscuros, movimientos respiratorios lentos y equilibrio perturbado, volcándose los individuos hacia un lado (Pavanelli y otros, 1998). El vientre se inflama notoriamente, llenándose la cavidad visceral con líquido, las branquias se vuelven pálidas y en ellas y en la piel, se producen pequeñas hemorragias. En estado avanzado del ataque, todos los órganos internos están comprometidos, siendo afectados con hemorragias.

Aparentemente, el virus se transmite a través del agua cuando existen peces infectados (por traslados o adquisiciones dudosas). También existen algunos invertebrados acuáticos que pueden ser vectores. NO existen tratamientos para virus, por lo que es necesario incinerar los animales muertos, desinfectar los tanques y estanques de cultivo, el material de equipo empleado y mejorar las condiciones ambientales. Los sobrevivientes de una infección con este virus, adquieren inmunidad y no repiten la enfermedad. Los casos se presentan en mayor cantidad cuando se trata de condiciones de alta densidad.

Virus del bagre del canal: se determinó en la década de 1960, sobre *Ictalurus punctatus* (*bagre del canal o catfish americano*). Se trata de un herpesvirus. Se la encontró en varias regiones de Estados Unidos, donde se cultiva dicha especie. Las introducciones no controladas, han producido infecciones en otros países adonde fue trasladada la especie. El virus ataca especialmente a pequeños alevinos, siendo los juveniles y adultos más resis-

tentes a su ataque.

Los disturbios natatorios y en espiral, la adopción de los de una vertical con la cabeza próxima a la superficie del agua, son signos claros de ataque. Se observan también hemorragias en las aletas, partes del cuerpo, distensión del vientre, etc.

Existen varios virus en el caso de los peces Salmónidos (salmones y truchas). En nuestro país existen pequeños productores de trucha que desarrollan los cultivos en estanques con alto flujo de agua (sean estanques en cemento de diferentes formas, o racewyas angostos y largos). Estos productores están considerados por el volumen de su producción (15 a 30 toneladas anuales) como integrantes de una piscicultura rural (Figura 7).

En el caso de los peces Salmónidos (salmones y truchas) existen varios virus conocidos que afectan a estos peces y que son considerados como muy peligrosos y de "denuncia obligatoria" del país que los detecta a la autoridad competente internacional, OIE. Se trata de los correspondientes a las siguientes enfermedades:

Necrosis pancreática infecciosa (IPN): es la enfermedad considerada como de mayor expansión en el mundo y el agente que la provoca es un "birnavirus". Es grave cuando ataca a los alevinos de truchas (Pavanelli, 1998), pero puede presentarse en otra gran cantidad de peces, incluidos los no-salmónidos como las carpas (Ciprínidos), tilapia (*Oreochromis spp.*) y también en peces ornamentales. Todos ellos son "asintomáticos", lo que significa que llevan consigo el virus, pero no expresan la enfermedad. Esta enfermedad puede presentarse en forma leve, sin sus aspectos clínicos característicos y producir mortalidades leves, hasta convertirse en aguda y producir el 100 % de mortalidad de los lotes afectados. Las principales temperaturas de infección son las comprendidas entre 5 y 17° C. El tiempo de incubación es corto, de entre 3 a 5 días. El virus es traspasado inclusive a los peces silvestres que aunque no evidencian la enfermedad y que actúan como portadores.

Los síntomas son semejantes a otros ataques virósicos o bacterianos. El virus incide en todos los órganos internos de los peces afectados y la única diferencia con otros virus es, que en la mayoría de estos casos, los peces arrastran

largos tubos de heces saliendo del ano. Sin embargo, a veces, este síntoma no es claro. El diagnóstico seguro es por determinación del virus mediante técnicas especiales.

La transmisión del virus se produce de modo horizontal, a través de los peces infectados por medio de su orina o de las heces, si la infección ataca el tubo digestivo y también puede realizarse por las branquias. Verticalmente, la infección puede darse a través de las ovas donde el virus se encuentre localizado.

Como en todos los virus no existe tratamiento para la enfermedad que causa, la única posibilidad de evitarlo es la NO introducción de elementos afectados y con adquisición de ovas exentas de tal patógeno.

Necrosis Hematopoyética Infecciosa (IHN): el ataque de este patógeno se caracteriza por producir una enfermedad que produce súbitamente mortalidades altísimas, particularmente en los ejemplares jóvenes; bajo condiciones de bajas temperaturas, menores a los 10° C. Los síntomas se registran con branquias pálidas, abdomen hinchado y heces colgando del ano. La trucha es susceptible a este patógeno, al igual que otros salmónidos. Al igual que los otros virus, no existe posibilidad de tratamiento y lo único es tomar medidas de prevención como las ya señaladas anteriormente.

Septicemia Hemorrágica Viral (VHS): similarmente a los restantes virus de salmónidos, atacan principalmente a los peces en crecimiento (de alrededor de 5 cm). Esta enfermedad constituye un grave problema en los criaderos de Europa. La trucha arco-iris es muy susceptible a este virus, mientras que la marrón aparece como resistente. Las pérdidas se producen súbitamente y los peces presentan hemorragias en la piel, pero los peces pueden diferenciarse en sus síntomas según los estadios en que se produzca el desencadenamiento de la enfermedad. Los peces atacados presentan el cuerpo muy oscuro y mueren inmediatamente. Los órganos internos son atacados por el agente. Después de las primeras mortalidades, la enfermedad puede volverse crónica, con mortalidades bajas continuas y donde los animales tardan en morir. En estas condiciones los peces son de color negro, presentan ojos saltones y signos de anemia. La posibilidad de presencia frente a VHS, se supone cuando se observan hemorragias internas. La prevención, al no existir tratamiento, se produce controlando la entrada

de visitantes, eliminando los predadores cuando es posible y certificando los huevos y peces adquiridos en otras pisciculturas nacionales o del extranjero.

Anemia infecciosa del salmón (ISA): esta enfermedad se produce también en las truchas, por lo cual se hace importante la investigación, control y registro de ella como enfermedad de "denuncia obligatoria". No es conocida totalmente en referencia a su sintomatología. Actualmente, se conoce que el agente es un virus. Por el momento, esta enfermedad afecta solamente al salmón del Atlántico (*Salmo salar*), pero se trata de una enfermedad de muy reciente aparición (1984) y faltan estudios más profundos sobre ella. Se conoce que la trucha arco-iris y la marrón pueden (en forma experimental) actuar como portadores asintomáticos. En Noruega las tasas de mortalidad alcanzadas han sido de hasta el 100% en poblaciones de salmón del Atlántico. Sólo se presenta en agua salada en mar y no cuando se trata de salmones cultivados en agua dulce en su primer desarrollo o en todo su ciclo. Se presenta especialmente en la primavera, siendo la mayoría de los salmones silvestres resistentes a ella. Aún no se conoce con exactitud el tipo de virus que actúa como agente patógeno y las formas de transmisión hasta ahora son hipotéticas.

El signo más evidente de su presencia es una intensa anemia (de ahí su nombre), que es detectada en los análisis clínicos de sangre, oscurecimiento general del cuerpo del pez, abundante líquido en la cavidad visceral, hemorragias en órganos internos, etc. La única prevención es similar a la de otros casos de virosis y tratar de efectuar un manejo de la producción, evitando los factores de estrés. Por el momento no existen vacunas eficaces contra este virus.

Aparentemente, Argentina carece de las enfermedades virósicas de "denuncia obligatoria" en Salmónidos u otros peces; pero se necesitan mayores estudios e investigaciones al respecto, para declarar algunas zonas de cultivo "libre" de ellas. Actualmente, la Dirección de Acuicultura de Nación está llevando a cabo en conjunto con el SENASA la Primera Etapa de un Plan Sanitario General de Acuicultura, que incluye a los peces salmónidos (truchas) de cultivo y silvestres del embalse de Alicurá donde se produce en el país, el mayor volumen de la especie de trucha arco-iris. Argentina, por el momento no cultiva salmones.

Más abajo, en el mismo Anexo pueden consultar los productos químicos más utilizados en el tratamiento de patógenos que afectan a los cultivos de peces en estanques e inclusive las referencias a vitaminas preventivas y anti-bióticos más usados.

Enfermedades nutricionales: el ofrecimiento de una adecuada nutrición es fundamental para el buen funcionamiento de una piscicultura de cualquier dimensión. La buena nutrición favorecerá el estado normal de los peces y el funcionamiento de los mecanismos propios de defensa contra parásitos y patógenos en general.

Las deficiencias nutricionales se producen muy raramente en el medio natural donde viven los peces, ya que estos balancean su dieta adecuadamente, consumiendo diversos organismos acuáticos, planctónicos (algas, microcrustáceos, larvas de insectos, pequeños peces, moluscos, etc.). Sin embargo, en los sistemas de cultivo, cuando la cantidad de alimento natural disponible es limitada, es necesario atender a la alimentación con fórmulas para raciones externas que complementen sus necesidades. El éxito en una piscicultura de mediana a alta producción, dependerá del ofrecimiento de una ración alimentaria que contenga los requerimientos nutritivos de la especie que se desea cultivar, para un adecuado crecimiento y respuesta en salud de los peces.

Según Kubitzka & Kubitzka (2004) los desórdenes nutricionales perjudican tanto el crecimiento de los peces, como su éxito reproductivo y las ganancias del productor. Una mala nutrición producirá mortalidades, incidencia mayor de enfermedades, gasto en medicamentos o productos químicos para tratamiento, etc. Los peces mostrarán desde su inicio bajo crecimiento y sobrevivencia, así como deformidades o aspectos no aptos para su comercialización. Los peces alimentados con raciones de baja calidad o con subproductos de residuos serán poco tolerantes al manejo y morirán luego de su clasificación y transporte.

Los principales indicios de un disturbio nutricional, son los siguientes:

- a) reducción del apetito;
- b) lento crecimiento y mala conversión de alimento en carne;
- c) anemia (branquias rojo pálido o rosado);

- d) hígado pálido y con grasa;
- e) ojos saltones, ceguera;
- f) deformaciones corporales y lesiones en piel y aletas;
- g) natación errática, lenta, oscurecimiento de la piel;
- h) susceptibilidad mayor a las enfermedades;
- i) baja resistencia al manejo en etapas de cosechas y transportes;
- j) mortalidades crónicas.

Los peces necesitan en su alimento los 10 aminoácidos considerados esenciales, que constituyen la base de las proteínas para su desarrollo y crecimiento. Si existe desequilibrio en cuanto a los aminoácidos esenciales, puede evidenciarse por detención en el crecimiento y falta de apetito o signos de anemia; la conversión alimentaria desmejora (mayor de 2:1) y se producen mortalidades. Algunas deficiencias específicas, muestran deformaciones de la columna vertebral, erosión de las aletas, deformación o falta de opérculos, etc.

Las deficiencias en vitaminas, por su lado, pueden producir innumerables signos en los peces, desde ojos saltones, decoloración del cuerpo, edemas, distrofia muscular, pérdida del equilibrio, pobre crecimiento, desórdenes nerviosos, anemias, erosiones en piel y aletas, deformaciones en el esqueleto, hemorragias, desórdenes en el hígado, etc.; dependiendo de cuál vitamina sea la faltante o que se encuentre disminuida en referencia al requerimiento necesario (Lovell1988).

La mayoría de los peces no sintetizan (o sea, no producen por sí mismos) la vitamina C (ácido ascórbico) que es de extrema importancia en la construcción de todos los tejidos corporales e importantísima en la formación de los huesos. Su deficiencia en las raciones pueden originar malformaciones en los huesos y cartilagos, opérculos, deformación de arcos y branquias, escoliosis (desvío lateral columna) y lordosis (desvío ventral columna). Estos últimos, son dos de los signos más comunes de ausencia o falta de la cantidad necesaria de esta vitamina.

También es importante controlar la presencia de minerales que son necesarios para los peces dentro de las raciones alimentarias. Las raciones comerciales que se ofrecen, generalmente, presentan niveles suficientes de minerales. Por otra parte, las raciones para peces de aguas cálidas incluyen una

gran cantidad de cereales y algunos de ellos, como la soja o el algodón por ejemplo, pueden contener antinutrientes que alteren el crecimiento de los individuos. Las raciones para peces carnívoros (surubi, trucha) deben incluir mayores cantidades de harina de pescado o ensilado de pescado. Minerales como el fósforo, cobre, manganeso, selenio, hierro, zinc, son imprescindibles a ser incluidos en cantidades determinadas en los alimentos para peces, según la especie de que se trate. Las especies más comúnmente cultivadas en el mundo, tienen sus requerimientos nutricionales conocidos por estudios específicos pero lamentablemente, en aquellas especies autóctonas de nuestro país, raramente se conocen, por lo que las raciones son desarrolladas por fórmulas generales según sus hábitos alimentarios y luego probadas por experimentación en campo. Estas investigaciones son las que aportan los datos posibles para el desarrollo de los cultivos y el avance de la piscicultura en general.

Otros disturbios: cuando los hidratos de carbono o carbohidratos han sido colocados en exceso dentro de las raciones (especialmente en los peces carnívoros) se puede observar degeneración hepática y por lo tanto, disfunciones en el hígado. El mal funcionamiento de este órgano produce también disturbios en el funcionamiento de los riñones, produciendo edemas en otros órganos. En las especies de Salmónidos se verá comprometida su salud.

Otras enfermedades y disfunciones por disturbios nutricionales, pueden consultarse en la bibliografía, especialmente para el caso de los técnicos que deben actuar cerca de los productores.

XV - MÉTODOS SIMPLES DE CONSERVACIÓN DEL PESCADO, UNA VEZ COSECHADO

Conservación en frío: enseguida de muerto, el pez comienza a descomponerse debido a la acción de las enzimas propias existentes en su cuerpo (que permanecen activas luego de la muerte) y también por acción de las bacterias existentes, responsables de la putrefacción y de las reacciones químicas donde interviene el oxígeno del aire y la grasa del pescado y que pueden dar lugar también a la aparición de olores y sabor a rancidez.

Se emplean 3 métodos importantes para prevenir la descomposición rápida de pescado: **a)** cuidado; **b)** limpieza y **c)** enfriamiento.

a) Cuidado: este paso se considera esencial durante el manipuleo, debido a que los daños mecánicos ocasionados, facilitan el acceso de las bacterias de putrefacción al músculo del cuerpo.

b) Limpieza: todo pescado cosechado que no sea vendido a "pie de estanque" deberá guardarse luego de eviscerado. Las vísceras deben retirarse con cuidado e inmediatamente debe lavarse muy bien la cavidad del cuerpo con agua limpia, quitando los restos adheridos y la grasa. A medida que se van eviscerando, los pescados se colocan en recipientes contenedores tapados con telas mosquiteras o en ganchos de donde los cuelga para evacuar el agua restante del lavado, y bajo tela si el proceso fuera a la intemperie, ya que es necesario evitar el accionar de los insectos. Posteriormente a ello, se los debe acondicionar bajo frío hasta su venta.

c) Enfriamiento: como la velocidad a la que se desarrollan las bacterias dependerá de la temperatura del sitio donde se trabaja, si ésta es suficientemente baja, la acción bacteriana se detendrá totalmente (por ejemplo cuando el pescado se almacena a -30°C puede permanecer comestible durante largo tiempo). A una temperatura de -10°C todavía proliferan algunas bacterias, pero a ritmo lento. A temperaturas superiores a este punto, el producto se deteriora rápidamente. (Figuras 18 y 19) muestran como preparar el pescado con hielo acondicionándolo para su transporte.

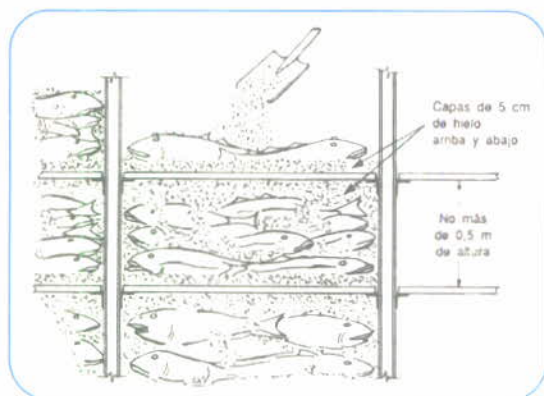


Figura 18. Mantenimiento de pescado en hielo Fuente: Coto, M. & otros, 2001.

Cuando se lo conserva a 0°C muestra una durabilidad de 15 días, 6 días a 5°C y solo por unos días a 15°C , luego de lo cual **NO ES CONSIDERADO COMESTIBLE**.

XVI - VALOR AGREGADO EN EL PRODUCTO

Fileteado: El productor puede aprender a retirar filetes de los pescados luego de su cosecha, eviscerado, terminándolos de esta forma, presentándolos con o sin piel. Puede hacerse con dos técnicas: "filete común" y "filete mariposa".

Fileteado común: Para el fileteado común, se debe hacer un corte en la parte dorsal del cuerpo, deslizando un cuchillo apropiado para esta tarea, sobre el espinazo. Se sigue separando el costado superior (filete más grueso) dejando la menor cantidad de carne posible sobre el espinazo y tratando de alcanzar el lado opuesto del pescado sin cortar la piel de la panza. Se voltea el pescado y se corta la piel de la panza, obteniéndose de esta forma los dos costados por separado. Se separa el espinazo y las espinas visibles. Esta operación debe ser realizada con suavidad para evitar que el costado del animal salga en una sola pieza y cuidando de no perforar la piel.

Fileteado mariposa: consiste en cortar el pescado por la región ventral (una vez limpio), a lo largo desde debajo de la cabeza hasta la aleta caudal, quedando unido por la espina dorsal como se ve en la Figura 19.

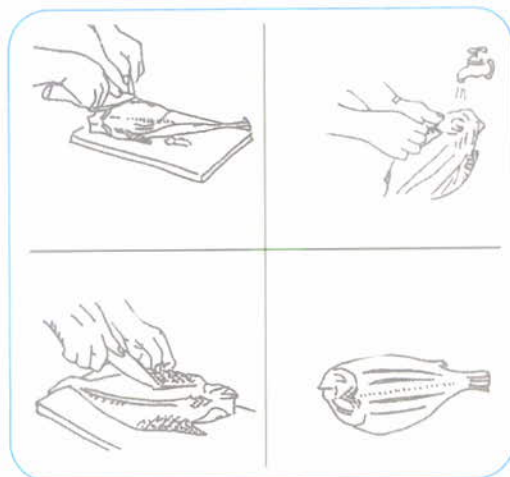


Figura 19: Filet tipo "mariposa" Fuente: Coto, M. & otros, 2001.

Pescado salado: para el salado del pescado deben utilizarse peces con poca grasa (pescado magro). Si fuera necesario utilizar especies grasas (tipo anchoita o sardina o carpa común) el método a emplear será la "salmuera". El pescado puede prepararse en forma de tiras (50 x 12 x 2 cm), en filetes comunes o filetes mariposa.

Este proceso puede realizarse de tres formas:

- Salado en pila seca
- Salado en pila húmeda
- Salado en salmuera

Salado en pila seca: (Figura 20). En un recipiente con orificios en la parte inferior para el drenaje de líquido (tipo colador de fideos) se coloca una capa de sal; luego el pescado ya abierto o en tiras, con la piel hacia abajo y se recubre con otra capa de sal y otra de pescado. A partir de la segunda capa colocada, los pescados son ubicados con la piel hacia arriba y así sucesivamente hasta llenar el recipiente. La última capa de pescado deberá cubrirse con una capa más gruesa de sal y el mismo recipiente se cubre a su vez con una lona o repasador amplio. Se lo deja de esta forma durante dos a tres días (el tiempo dependerá del clima y de la especie a tratar). Posteriormente, deberán intercambiarse los pescados, colocando los de arriba, abajo y viceversa; permaneciendo así durante dos a tres días más.

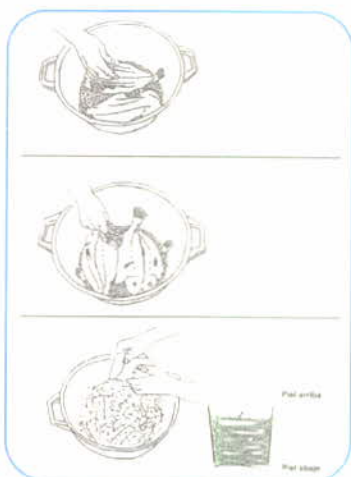


Figura 20: salado en "pila seca".

Fuente: Coto, M. & otros, 2001.

Salado en pila húmeda: para hacer el salado en pila húmeda se procede de la misma forma que en el proceso anterior, pero en este caso el recipiente a utilizar deberá tener perforaciones por donde escurra el agua, de tal forma que se forme salmuera. Si al cabo de las 72 horas, el pescado no ha quedado cubierto por la salmuera, se deberá añadir una solución saturada de sal, que se prepara en un recipiente aparte con agua de canilla, agregando sal hasta que se observe que ésta ya no se diluye en el agua. El pescado debe remojar durante una semana en la salmuera y luego lavarse en otra salmuera, al 10%.

Salado en salmuera: esta operación se efectúa sumergiendo el pescado en una solución de agua y sal (salmuera) que presenta una alta concentración de sal, permaneciendo así, durante un lapso de entre 24 y 48 horas según el tamaño de los peces utilizados (25 a 45 cm).

Saturación de salmuera %	Cantidad de agua litros	Cantidad de sal Tazas
10	10	$\frac{3}{4}$
15	10	$1 \frac{1}{3}$
20	10	$1 \frac{3}{4}$
50	10	$1 \frac{1}{2}$
100	10	3

Tabla 3: obtención de salmuera concentrada según porcentaje Fuente: Coto, M y otros, 2001.

Para consumo familiar se puede conservar el pescado ya limpio, seco y salado siempre que el clima del sitio donde se elabora el material lo permita y no sea demasiado cargado de humedad. Si el proceso es bien llevado a cabo hasta su finalización, se lo podrá conservar por dos o tres meses, utilizándolo posteriormente, en la preparación de diferentes platos.

Pescado seco-salado: para este tipo de elaboración se utiliza el pescado sometido al proceso de "salado en pila seca". Para comprobar que la carne del pescado apilado haya "madurado", la misma no debe escurrir líquido. Al tocarla no debe sentirse pegajosa y la marca dejada por presión de un dedo sobre la carne, debe desaparecer rápidamente.

Transcurrido el tiempo de proceso de pila seca, los pescados elaborados de esta forma, deberán ser colocados en bandejas o en tendaleros al sol o a la sombra, con suficiente aire para que el agua se evapore (al incidir un viento suave). El secado al sol muestra el inconveniente de que los rayos solares directos vuelven la carne amarilla. Durante las tres primeras noches del periodo de secado, se recogerá el pescado colgado en los tendaleros o bastidores o colocados sobre mesas, y se los apilará aportando suficiente peso para efectuar un prensado.

No es necesario agregar más sal al proceso. El secado finalizará aproximadamente a los 6 días y el producto final contendrá entre 30 y 35 % de humedad y más de 14% de cloruro (salazón fuerte). Por último, de 100 kilos de pescado iniciales, se obtendrán unos 30 kilos de "pescado seco". Este producto puede ser empacado en cajas de cartón, o cajones de madera y almacenado en lugares secos protegidos contra insectos, ratas y polvo. Se lo mantendrá tapado y sobre madera elevada del suelo. NO debe utilizarse material de diarios o periódicos, ya que contienen contaminantes como el plomo en la tinta. Deben mantenerse en lugar relativamente fresco, donde el aire circule libremente.

XVII - BONDADES DEL PESCADO PARA LA SALUD HUMANA

El pescado constituye una importante parte de la dieta humana, especialmente durante la edad de crecimiento en los niños y también para las personas de la tercera edad. Sin embargo, a nivel mundial aún es insuficiente el uso que el hombre hace de este recurso, de amplias bondades; aunque en las últimas décadas ha aumentado su consumo (que a veces se ve limitado por el precio en góndolas y pescaderías). Los principales componentes de la carne de pescado, son las proteínas (y sus aminoácidos esenciales) así como los lípidos; además de un cierto aporte en vitaminas y minerales (calcio, hierro y fósforo). El consumo de pescado es sumamente importante para el ser humano, además, debido a su conocida acción en las defensas del organismo frente a enfermedades como las cardiovasculares, lupus, depresión, etc.; sumado al aporte que hacen a sustancias útiles como son los productos medicinales, complementos para dietas y otros aspectos ligados al mejoramiento de la salud y de la calidad de vida.

El reducido contenido en grasa de muchas especies de peces y los efectos beneficiosos aportados por los ácidos grasos del tipo Omega 3 y Omega 6, benefician en general al ser humano. La alimentación humana, correctamente balanceada, debe atender una relación óptima entre los dos ácidos grasos mencionados (de 4:1). Sin embargo, el ritmo actual de vida, no permite muchas veces una alimentación rica y seleccionada.

Los pescados son además mucho más digestivos que las carnes (rojas y blancas) debido a ciertas características de sus tejidos. Por otra parte, el aporte en proteínas de estos productos es comparable con la que ofrecen las carnes de vaca y de pollo. Su contenido en grasas es bajo y cuando se trata de los originados en cultivo y según el alimento balanceado que consuman, se puede reducir el porcentaje total de ellas. La diferencia entre la grasa de las carnes de otros animales y la de pescado, es que la de este último es muy rica en ácidos grasos como los ya señalados. La acción de estos puede reducir el riesgo de enfermedades coronarias como infartos, arteriosclerosis o embolias, reduciendo los niveles sanguíneos de colesterol y triglicéridos. Su carne debe consumirse como mínimo de 3 a 4 veces a la semana, en una cantidad de 200 gramos por vez. Tanto los pescados de mar como los de aguas dulces, contienen estos ácidos grasos en diferentes cantidades y según las especies.

El ambiente, las temperaturas de cultivo, la especie, los periodos del año de que se trate, el estado de nutrición de los peces y su fase de desarrollo reproductivo, repercutirán sobre le producto a obtener.

XVIII - APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE PESCADO PROVENIENTES DE LAS PISCICULTURAS

En los procesos de post-cosecha, aún vendiendo el pescado cosechado a "pie de estanque", existen desperdicios, principalmente vísceras que, en general, son desperdiciadas y enterradas en lugares apropiados para evitar contaminaciones del ambiente en el sitio del emprendimiento. Estas vísceras, pueden ser almacenadas al frío en un freezer y ser utilizadas posteriormente para la elaboración de los llamados "ensilados ácidos" que son agregados en determinadas proporciones a las fórmulas alimentarias, junto al resto de los insumos y reemplazan en gran parte o totalmente (dependiendo de la fase de cultivo) a la harina de pescado de alto costo y cada vez más escasa; lo que contribuirá a la disminución de los costos operativos en una piscicultura; especialmente cuando se trate de cultivos rurales y también en la piscicultura comercial de baja escala, cuando ambas son desarrolladas en sistemas semi-intensivos. El Centro Nacional de Desarrollo Acuícola - CENADAC, junto al Consejo Federal de Inversiones-CFI, llevó adelante los estudios referidos a ensilados y editó asimismo, un Manual Para el Proceso de Productos de la Acuicultura (Ahumados, patés y otras técnicas) que se puede solicitar al mismo CFI o a la Dirección de Acuicultura y/o CENADAC (Wicki, G. & otros, 2006). Actualmente, está terminando para su próxima edición por la FAO, un Manual específico de producción y utilización de ensilados.

Igualmente, para cuando el productor necesite elaborar recetas con pescado procedente de cultivo para dar a conocer a los consumidores, puede recurrir a consultar a la Dirección de Acuicultura (011-4349-2321/2313) donde les será ofrecido material sobre dicho tema o al Consejo Federal de Inversiones - CFI, quien editó varias recetas en algunos de los tantos Talleres de trasposos tecnológicos organizados en varias provincias del Nordeste argentino.

BIBLIOGRAFÍA

Bernardino, G.; Peret, A.C.; Ferrari, V.H. & Verani, J.R., 1998. Biomassa sustentavel do Pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) criados em viveiros com baixa renovacao de agua. Resumos do Aquicultura, 1998. Pp. 261.

Billard, R. (Ed.), 1995. Carp biology and culture. INRA, Paris: 342 pp.

Boyd, C. y F. Lichtkoppler, 1982. Water quality management for pond fish-culture. Amsterdam. Elsevier Publ., 318 pp (Development in Aquaculture and Fishery Science, 9).

Boyd, C., 1997. Manejo do solo e da qualidade da água en viveiros para aqüicultura. Alabama: Auburn University: 55 pp.

Chemiller, J., 1997. Técnicas simples para equilibrar el pH en los estanques (en francés). *Aqua Revue*, nº 69.

CIID/INDERENA/INPA/COLCIENCIAS, (sin fecha). El Policultivo. La mejor alternativa de producción.

Consejo Federal de Inversiones- CFI, 2006. II Seminario Internacional de Acuicultura continental. 9-11 Diciembre de 2006. Posadas, Argentina

Coto, Magali & otros, 2001. Manual de Acuicultura y Procesamiento de Peces de Agua Dulce, Centro de Investigaciones Pesqueras del MIP, Cuba: 44 pp.

Dupree, H. & J. Huner (Eds.), 1984. Third Report to the Fish Farmers. U.S. Fish and Wildlife Service, Washington DC, 270 pp.

FAO, 2000. Los pequeños estanques como grandes integradores de la producción agropecuaria y la cría de peces. Servicio de Gestión Agraria y Economía de la Producción, Roma: 1-29.

FAO/ICLARM/IIRR, 2003. Agroacuicultura-integrada: manual básico. FAO documento Técnico de Pesca nº 407. Roma, 159 pp.

FAO, 2004. Agro-acuicultura Integrada. Manual Básico. FAO - Doc. Téc.

Pesca 407. Roma-Italia: 159 pág.

García Badell, 1985. Tecnologías de las explotaciones piscícolas. Madrid. Mundi-Prensa, 326 pp.

Graeff, A., 2006. Manejo alimentario de las carpas en policultivo. Etología aplicada a un sistema de producción. Policopia (resumen presentado a CFI, Posadas-Argentina).

Hepher, B & Y. Pruginin, 1985. Cultivo de Peces Comerciales. Ed. Limusa: 316 pág.

IBAMA, 2007. Pesquisas patológicas e Genéticas em Recursos Pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai. IBAMA (Brasília), Brasil. 169 pág.

Jacobo, A. 2000. Reproducción artificial de manduré cuchara (*Sorubim lima*, Bloch 1801). Primer logro argentino. Presentado en la XXI Sesión de Comunicaciones Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste.

Kubitza, F. 2000. TILAPIA: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí, SP. Brasil: 287 pág. 1ª edición.

Kubitza, F y L. Kubitza, 2004. Principias parasitoses e doenças dos peixes cultivados. Coleção Piscicultura Avançada, JUNDIAI, SP. Brasil: 116 pág.

Lovell, T., 1988. Nutrition and Feeding. AVI Publ., New York - Estados Unidos: 260 pág.

Odum, E., 1959. Fundamentals of Ecology, Saunders Cia, Second Ed.: 546 pp.

Oliveira, C. & otros, 2001. Cultivo de mojarra. Panorama da Acuicultura, 11 (67).

Paggi, Juan César, 1972. Contribución al conocimiento de los Lernaieidos de Argentina. *Lernaea argentinensis* sp. nov. y *Taurocheros salminisii*, Brian 1924. Acta Zoológica Lilloana, 29: 35-46.

Pavanelli, G.C. & otros, 1998. Doenças de Peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento. Ed. Nupelia (Maringá) Brasil. 264 pág.

Pilarski, F. et al., 2004. Consorcio suíno-peixe: aspectos ambientais e qualidade do pescado. Rev. Brasileira de Zootecnia, 33 (2): 11 pp.

Ramos Henao, A. 1979. Fundamentos de la Piscicultura Agrícola. Univ. de Caldas (Fac. Medicina Veterinaria y Zootecnia). Colombia 74 pp.

Roberts, R. J. & C. J. Shepherd, 1974. Handbook of Trout and Salmon Diseases. Fishing News (Books) Ltd., England. 168 pág.

Sipauba-Tavares, 1995. Limnologia aplicada à acuicultura. FUNEP, Bol. Téc. UNESP, 70 pág.

Vilela, C. & Hayashi, F. 2001. Desenvolvimento de juvenil de lambari *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), son diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. Maringá, 23 (2): 491-496.

Wicki, G. A. & L. Luchini, 1996. Evaluación del potencial para acuicultura en la región del Comahue (provincias Neuquén y Río Negro). Información Básica. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentos - SAPYA: 52 pág.

Wicki, G.; M. Martinez, E. Wiltchinsky, P. Maizels, S. Panne Huidobro y L. Luchini, 1998. Ensayo sobre policultivo de camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*) y pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en sistema semi-intensivo en estanques e intensivo en jaulas, respectivamente. Natura Neotropicalis, 29 (1): 69-73.

Wicki, G., F. Rossi & L. Luchini, 2000. Crecimiento compensatorio en *Piaractus mesopotamicus* y su importancia en producción. Memorias del Congreso ALA, México (presentado y aceptado en la WAS).

Wicki, G.; Panne Huidobro, S. y Manca, E., 2006. Manual para el proceso de productos de la acuicultura (ahumados, patés y otras técnicas). Consejo Federal de Inversiones & Dirección de Acuicultura Nación (SAGPyA): 65 pp.

ANEXO GENERAL

GLOSARIO

Acuicultura: actividad productiva de organismos acuáticos (vegetales y animales) con ciclo de vida total o parcial que se cumple en el agua (dulce, salobre y marina)

Antinutriente: sustancias que, bien por sí mismas o a través de los productos metabólicos, interfieren en el empleo del alimento, afectando la salud y producción animal perseguida.

Autóctono: especies de vegetales y animales propios de los ambientes continentales y marinos de un determinado país.

Abiótico: variables ambientales, físicas y químicas, que actúan directa o indirectamente sobre los organismos que viven dentro de un ambiente acuático determinado

Alevino: nombre con que se denomina a los peces durante el estadio comprendido entre larvas y hasta juveniles. Por extensión vulgarmente todos los peces de pequeño tamaño son denominados bajo este nombre.

Alevinaje: fase durante la que se producen los pequeños peces de cualquier especie de pez.

Asimilación: incorporación de sustancias alimenticias que son convertidas en la materia viva de los animales, por el proceso biológico denominado metabolismo.

Asintomático: significa que el pez es "portador" del agente patógeno (bacteria o virus) pero no muestra signo clínico alguno de la enfermedad que el mismo agente produce.

Bentos: El conjunto de organismos vivientes en o sobre la superficie del sedimento. Los representantes más comunes son las larvas de Quironómidos, los gusanos o vermes, moluscos y un grupo que abarca a Ostrácodos y Copépodos, crustáceos, moluscos y otros organismos.

Biótico: variables fisiológicas y demográficas que influyen sobre las respuestas de los peces sometidos a un cultivo en cautiverio.

Carnívoro: animales acuáticos cuyos hábitos alimentarios están directamente relacionados a la ingesta de elementos de alto contenido proteico.

CENADAC: Centro Nacional de Desarrollo Acuícola, Delegación dependiente de la Dirección de Acuicultura de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, del Ministerio de Economía y Producción.

Cerramiento: contenedores empleados en el desarrollo de cultivos de peces y otros organismos acuáticos, como tanques, raceways, estanques, jaulas, etc.

Desnitrificación: proceso bacteriano, por el cual los nutrientes a base de nitrógeno son reducidos a otro tipo de nutrientes (nitratos, nitritos y amoníaco).

Detritus: material particulado producto de la descomposición de materia vegetal y animal.

Digestión: proceso que abarca la conversión de los alimentos ingeridos en simples compuestos que pueden ser absorbidos por el organismo a partir del tracto digestivo.

Dolomita: roca sedimentaria calcárea constituida por carbonato de magnesio.

Eclosión: proceso por el cual se produce la rotura de la cubierta externa de los huevos de peces y el nacimiento de la larva, a la finalización de la fase de incubación.

Ecología: ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio ambiente en que transcurre su vida. Abarca el estudio de los factores físicos y químicos del ambiente, así como los factores biológicos de los seres vivos y sus interrelaciones.

Ecosistema: el conjunto de seres vivos y materia inerte que actúan interrelacionados, dentro de un sistema (terrestres, acuático, aéreo).

Energía: clásicamente, la energía se define como la capacidad de un organismo vivo para realizar un trabajo y es requerida para todos los procesos de vida de un animal. La energía de un alimento se define en términos de calorías.

Engorde: fase última del cultivo de los organismos acuáticos a través de la cual se alcanza el peso y talla óptima para su comercialización en mercados.

Excreta: desechos que son expulsados al ambiente (terrestre o acuático) por los animales silvestres o de cultivo y producción, como productos últimos del metabolismo, luego de efectuada su digestión.

Exótico: se refiere a organismos que no son propios del país y del ambiente donde se encuentran.

Extrusado: técnica de elaboración de alimentos balanceados que utiliza altas temperaturas (80-200° C) por cortos períodos de tiempo (30 a 200 sec), que mejora la calidad del gránulo o péllet, debido al incremento de la digestibilidad del almidón (y consecuentemente de la energía) de los ingredientes vegetales. Este proceso disminuye los niveles de los factores antinutricionales, así como la cantidad de bacterias en el alimento terminado; mejorando además, las características físicas del mismo por disminución de los elementos finos e incrementando su estabilidad en el agua.

FCR: estas siglas se refieren al Factor de Conversión Relativa, que es la relación existente entre la cantidad de alimento ofrecido y la respuesta de los peces en ganancia de su peso cuando son sometidos a cultivo.

Fitoplancton: conjunto de elementos que constituyen una comunidad algal principalmente microscópica. Está conformado por diferentes tipos de algas: azules, verdes, amarillas, marrones.

Fitoplanctófagos: peces que se alimentan directamente del fitoplancton. El zooplancton también se alimenta en gran parte del fitoplancton.

Fotosíntesis: proceso químico por el cual los vegetales (superiores e inferiores) captan la energía de la luz solar y elaboran sus propias sustancias corporales.

Genética: ciencia biológica que estudia la herencia y su variabilidad en los seres vivos

Gonadas: órganos reproductores que contienen los elementos reproductivos (ovarios en hembras y testículos en machos). Los productos que liberan son, respectivamente los óvulos y los espermatozoides. Como "huevo" se define al producto resultante de la unión del óvulo con el espermatozoide.

Grasas o lípidos: es el material orgánico que provee la mayor fuente de energía en las dietas y son especialmente importantes en los peces de aguas frías (salmónidos) y en los marinos. Están constituidos por largas cadenas del elemento Carbono que son requeridos para el máximo crecimiento de los peces. Los aceites, las grasas y otros insumos son empleados en la elaboración de las dietas.

Habitat: conjunto de factores ambientales, que determinan de un modo natural, la vida de una determinada especie de animal o vegetal.

Hatchery: denominación inglesa que se refiere al laboratorio donde se desarrolla durante el cultivo de peces u otros organismos acuáticos, las fases de reproducción, incubación y alevinajes de los mismos (proviene del inglés, to hatch = eclosionar).

Hidratos de Carbono o Carbohidratos: material orgánico existentes en las dietas alimentarias, que es empleado por los animales para obtención de su energía en forma menos costosa. Su empleo varía según el habitat alimentario de las diferentes especies. Los peces herbívoros y omnívoros emplean los carbohidratos en forma más eficiente que los carnívoros. Los vegetales constituyen la mayor fuente de carbohidratos en las raciones alimentarias (azúcares, almidón y fibra).

Ingestión: proceso por el cual se introduce alimento en el estómago, pasando por la boca.

Jaula: cerramiento construido en tela de red o similar al arte de pesca o de material plástico, que posee diferente tamaño de malla, que consta de 4 lados, un fondo y puede llevar tapa o protección contra predación por aves y también un comedero (según la especie cultivada), constituida por marcos

en madera tratada u otro material resistente al agua y que se coloca en forma suspendida, sostenida por flotadores, en la superficie de un cuerpo de agua, anclándola a los fondos del mismo. El tamaño general de las jaulas utilizadas en el cultivo de peces de clima templado a templado-cálido y cálido, abarcan desde 1 a 5 m³.

Larvicultura: fase de cultivo de las larvas, una vez nacidas, cuando captan alimento externo. Puede tratarse de un cultivo "bajo techo", en laboratorio o hatchery, o bien, de cultivos externos en estanques a "cielo abierto".

Letal: mortal, que muere.

Lípidos: ver grasas.

Lola: pez pulmonado, de la especie *Lepidosiren paradoxa* que habita en el nordeste subtropical argentino (especialmente en la provincia del Chaco), en oquedades construidas en el barro, protegiéndose de las intensas temperaturas de estío en ambientes que permanecen con pobre cantidad de agua o faltos de ella, en periodos de grandes sequías.

Metabolismo: se define como el conjunto de procesos biológicos **que emplea** los nutrientes absorbidos para el crecimiento y otras síntesis y también para el gasto de energía. El metabolismo abarca los procesos biológicos de partición de los alimentos; donde las proteínas terminan en aminoácidos, lípidos y ácidos grasos, hidratos de carbono, incluyendo a la glucosa. La energía liberada de estos compuestos es empleada por los animales en todas sus funciones vitales.

Minerales: se denomina así a las sustancias naturales que forman parte de la corteza terrestre y que se clasifican según su composición química y sus características estructurales.

Nicho: conjunto de condiciones físicas y químicas ambientales que posibilitan el desarrollo vital de una determinada especie de pez.

Nitrógeno: gas incoloro, inodoro e insípido que forma parte de numerosos compuestos utilizados en cultivo de organismos acuáticos. Se trata de un elemento constituyente de la atmósfera terrestre (el mayor de ellos) en

un 79%. El ciclo del nitrógeno es un proceso que se desarrolla en los ambientes (suelo, agua y aire) y en el que participan los organismos animales y vegetales.

Nutrientes: sales cuyo efecto y acción es la de nutrir a los organismos (vegetales y animales); proporcionándoles las sustancias básicas necesarias para la organización de su cuerpo.

Oligoelementos: elementos químicos que son requeridos en mínimas cantidades, pero que son indispensables para el bienestar de los organismos animales y vegetales.

Palatable: cualidad de un alimento para ser grato al paladar de un animal.

Pesque y Pague: cuerpo de agua acondicionado con peces sembrados de una o más especies, que es explotado para pesca deportiva. Su nombre se hizo popular hace una década en Brasil, existiendo cantidades de ellos que proporcionaban recreación y alimento a una gran cantidad de personas (es indistinto del término "coto de pesca").

Peletizado: proceso de mezcla de insumos para elaboración de las dietas para animales, entre los que se incluyen los peces. Una vez mezclados los insumos que constituirán los alimentos en forma de gránulos o pastillas, los mismos son pasados a través de una máquina, denominada "peletizadora". Las máquinas poseen discos con agujeros de diferente diámetro correspondientes a las fases de cultivo encaradas. Además de utilizar la mezcla de insumos, puede incluir ensilados obtenidos a partir de desechos de pescado.

Péllets: gránulos o pastillas empleadas en el caso de los alimentos elaborados para los organismos acuáticos que son obtenidos a través del proceso de pelletización.

Plancton: el conjunto de organismos vivos (animales y vegetales) que flotan en la columna de agua y cuyos movimientos no son capaces de resistir las corrientes de agua que suelen producirse en un medio acuático. Está compuesto por organismos vegetales en general de algas microscópicas unicelulares o pluricelulares, tratándose entonces del fitoplancton y de organismos animales que constituyen el zooplancton, conformado por una

gran mayoría de Crustáceos (Cladóceros y Copépodos); así como también bacterias (bacterioplancton).

Piscicultura: actividad dentro de la acuicultura, específicamente dedicada al cultivo de peces.

Poiquilotermo: animales que no regulan su temperatura corporal (incluye a todos los organismos acuáticos)

Predación: captura de presas vivas como fuente de alimento. Para el caso de los peces, se refiere a aquellos que son carnívoros y en algunos casos hasta exclusivamente piscívoros.

Predador: animal que ejerce predación.

Pre-engorde: fase del cultivo que abarca desde la finalización de la fase de larvicultura hasta la obtención de juveniles de diferentes tallas, para dar inicio a la última fase de engorde hasta alcanzar el peso y talla de su comercialización.

Productividad: capacidad o grado de producción de un sistema de cultivo por superficie o volumen empleado.

Proteínas: material orgánico que constituye desde un 65 a 75% (sobre base seca) de los tejidos de los peces. Los animales consumen las proteínas obteniendo así, los aminoácidos que las componen. Los peces necesitan 10 aminoácidos como requerimiento esencial para su vida.

Raceway: cerramientos mayormente construidos para el caso del cultivo de truchas en sistema intensivo en terreno. Son estrechos (cerca de 2-2,5 m) y largos (15 a 30 m) lo que permite un flujo alto de caudal y hasta tres reemplazos horarios del agua, necesarios para mantener una calidad óptima en los cultivos de esta especie en dicho sistema.

Salmuera: solución de sal sobresaturada.

Submuestra: se refiere al porcentaje (no menos del 10%) del total de los peces colocados en un cerramiento para obtener diferentes parámetros,

como tallas, pesos y proceder al cálculo del Factor de Conversión Relativo; observación física de los peces, detección de parásitos o enfermedades, etc. Las submuestras deben tomarse mensualmente (cada 15 días como mínimo) en los cultivos.

Talud: inclinación o declive de la pared o muro de contención en los cuatro costados de un cerramiento tipo estanque.

Timer: mecanismo que posee un sistema que permite determinar (a manera de un reloj), el horario de ofrecimiento del alimento al tiempo determinado por el productor y necesario para un buen crecimiento de los peces.

Tóxico: se dice de las sustancias que matan o dañan las células de los organismos, como es el caso de los venenos o las toxinas.

Turbidez: alteración del color del agua por presencia de algún material (arcilla, barro, fitoplancton) que disminuye la claridad o transparencia del agua por disminución de la entrada de luz.

Vertebrados: animales que poseen un esqueleto interno, característica que los diferencia del resto de los animales.

Vitaminas: constituyen compuestos orgánicos necesarios en las dietas en pequeñas cantidades para el crecimiento, la salud y las funciones de los animales en general y de los peces en particular. La necesidad de las vitaminas fue determinada a principios del siglo XX. Los requerimientos en vitaminas de los peces difieren según las especies. A diferencia de los animales terrestres, los peces necesitan de determinadas vitaminas. Los peces y otros elementos acuáticos son altamente sensibles a la deficiencia de la vitamina C (ácido ascórbico) en las fórmulas alimentarias, especialmente en el caso de los peces juveniles. Los peces no pueden producir por sí mismo esta vitamina. Su rol en el metabolismo y en la defensa contra las enfermedades (como prevención de las mismas), es sumamente importante y en determinadas dosis (Lovell, 1998) aumenta la resistencia a las enfermedades.

Volatilización: acción de transformación de un cuerpo sólido a líquido, vapor o gas, motivo por el cual la sustancia inicial desaparece.

PRODUCTOS UTILIZADOS EN TRATAMIENTOS CONTRA PATÓGENOS EN CULTIVOS DE PECES DESARROLLADOS EN ESTANQUES

Introducción: la utilización de productos químicos para prevención o tratamientos de los peces en cultivo, debe ser realizada con sumo cuidado, especialmente en aquellas fases de larvicultura, post-larvicultura y alevinaje; debido a que las larvas y post-larvas constituyen estadios muy delicados que absorben particularmente gran parte de dichos productos a través de su piel, debido a su mayor actividad metabólica, al comparárselas con los peces de mayor porte. Por otra parte, al nacer y durante la fase de larvicultura, los peces no poseen aún activado su complejo enzimático corporal y no poseen por lo tanto, la posibilidad de reducir la toxicidad de algunos productos preventivos o bien, de tratamiento. Asimismo, es necesario que el técnico y/o productor comprendan que cuanto mayor sea la temperatura del agua, mayor será la toxicidad de dichos productos hacia los peces y ello también se produce debido a la mayor y más rápida absorción detectada. Por lo tanto, las dosis que se emplean con peces de aguas templado-frías (truchas por ejemplo) o de clima templado (pejerrey) no son posibles de utilizar con los peces de aguas cálidas o del subtropical.

A continuación, se ofrece información sobre estos productos, tomadas en su gran mayoría de Kubitz & Kubitz, 2004.

Los peces toleran más un determinado producto químico, una vez que han sido sometidos varias veces a ellos. Por lo tanto, aquellos peces sometidos a un primer tratamiento deberán ser expuestos a bajas concentraciones y así producirán determinadas sustancias corporales que actuarán en los procesos, permitiéndoles tolerar los productos en las concentraciones y frecuencias de aplicación que sean recomendados. Para proceder a tratar a los peces con productos químicos, las condiciones de calidad del agua (pH, anhídrido carbónico, oxígeno disuelto, así como concentraciones de amoníaco y nitrito) debe ser la mejor posible. De esta forma, los productos serán más tolerados por los animales.

A.- Sal común de mesa o cloruro de sodio (ClNa): debe tratarse de sal pura, carente de yodo o fluor u otros aditivos. Se trata de un producto barato y seguro en el tratamiento de algunos parásitos y bacterias externas. Se emplea en general, la sal gruesa pura. Evidentemente, estos tratamientos

no son recomendados para estanques de grandes superficies dada la cantidad a emplearse para alcanzar concentraciones efectivas. Los tratamientos con sal, se realizan en contenedores por medio de baños de inmersión de los animales y cuidando las concentraciones aplicadas. Algunos peces toleran solamente concentraciones de 0,5 a 0,8% (5-8 g/litro); mientras que resisten solo por breves minutos concentraciones de 30 g/litro como son las recomendadas para obtener el desprendimiento de parásitos como las "lirneas" o las "sanguijuelas". La solución empleada debe diluirse rápidamente o bien, deben retirarse los peces cuando se observe que los animales se estresan o pierden el equilibrio.

El efecto de las soluciones salinas en los peces, muestra que este producto estimula la secreción de mucus de la piel y las branquias y reduce los niveles de amoníaco en sangre. Es muy útil como preventivo, especialmente cuando se trata de empelar reproductores que se encuentran almacenados en estanques, pero que son originarios de ambientes naturales y portan parásitos en sus cuerpos. En estos casos conviene siempre, previo a su traslado a la hatchery para su manipulación, proceder a efectuar un baño con sal gruesa disuelta (0,2 a 0,5%) en un recipiente. El traslado realizado en estas soluciones también ayuda a sedar a los peces. También es importante cuando se captura y trasladan nuevos reproductores a una piscicultura, efectuar los baños de sal antes de su colocación en los estanques y cada vez que se revisan los peces, es conveniente efectuar nuevamente dichos baños. La sal no tiene ninguna restricción para ser empleada en peces que serán destinados al consumo.

B.- Permanganato de Potasio: se emplea como un producto eficaz en el control de las flavobacterias (*Flavobacterium columnaris* especialmente), para eliminar algunos Protozoos, crustáceos parásitos y para el caso de presencia de hongos. En este último caso se aplica en tópicos, no en baños. Se trata de un producto razonablemente tóxico para los peces, que debe ser manejado con sumo cuidado. Las aplicaciones muy frecuentes en dosis excesivas pueden causar destrucción del mucus e irritación en la piel y en las branquias, afectando la vida de los animales. Debido a su acción química durante el tratamiento, el permanganato reduce la presencia del oxígeno en los cerramientos donde sea aplicado cuando estos contienen altas concentraciones de fitoplancton, por lo que es necesario aplicarlo en dicho caso, con acompañamiento de oxigenación.

Para eliminar parásitos y bacterias externas, se lo emplea en dosis de 10 g/m³ en baños de 20-30 minutos. En dosis de 2 g/m³ para tiempo indefinido en estanques y para controlar hongos, se lo aplica en tópico con una solución al 1%.

En ocasiones, los estanques requieren mayores concentraciones en la aplicación de este químico, debido a su alto contenido en materia orgánica (plancton u otros desechos). Esta demanda de permanganato debe abastecerse hasta que el agua tome el color del vino (sucesivas aplicaciones de 2 gramos/litro). El uso del permanganato está autorizado (Estados Unidos) como oxidante de la materia orgánica en la producción de peces de consumo. No parecen existir restricciones a su uso en el caso de peces para consumo humano.

C.- Azul de Metileno: se trata de un colorante con acción bactericida y parasiticida que es muy empleado en el cultivo o mantenimiento de peces ornamentales. Puede emplearse para el control de hongos y protozoarios. En estanques con alto contenido de fitoplancton o gran cantidad de vegetación acuática, puede causar problemas debido a que disminuye la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Estados Unidos solamente admite tratamientos con este producto para el caso de peces ornamentales y no para peces de consumo. No es de gran utilidad en piscicultura de peces en estanques.

En tiempo indefinido se emplean aplicaciones de 2-3 g/m³.

D.- Formol comercial (40% de formaldehído): es uno de los productos químicos más utilizados en piscicultura en general. Se lo emplea para control de Protozoos, Hongos y Trematodes monogeneos y también para desinfecciones de tanques previo a su utilización. Es de gran utilidad en piscicultura en hatchery y en estanques y conviene que el productor mantenga siempre a mano este producto. Se lo debe adquirir en frascos oscuros, color caramelo, en droguerías y observar que el líquido sea transparente y no presente un residuo de color blanco depositado en el fondo, puesto que este compuesto, denominado paraformaldehído, es sumamente tóxico para los peces. Debe ser guardado en la oscuridad y a temperaturas por encima de los 10° C para evitar la producción del compuesto. Si se produjera este precipitado en el fondo, el formol puede emplearse, filtrando previamente el líquido, eliminándolo sin removerlo.

El formol reduce también la concentración del oxígeno disuelto en el agua, por lo que su aplicación en estanques deben estar acompañadas con oxigenación por aireación del agua, producido fácilmente si se emplea una bomba que extraiga agua del fondo (sin oxígeno), dispersándola en la superficie del estanque, oxigenándola de esta forma. Se puede esperar una reducción de oxígeno de cerca de 1 mg/litro por cada 5 mg/l de formol aplicado. Las dosis excesivas de formol aplicado a los peces pueden afectar su respiración por severos problemas en las branquias o excesivo acúmulo de mucus en ellas. En estados Unidos está aprobado para uso en el tratamiento de huevos en incubación, así como para control de parásitos externos (especialmente en ataques del protozoario que produce la enfermedad del "punto blanco") en peces destinados al consumo humano. Se emplean concentraciones de 1 en 4.000 para tratamientos preventivos contra parásitos y hongos en larvicultura a canilla cerrada, pero con atención al estrés que puedan sufrir los pequeños peces y dilución inmediata, por entrada de agua, en estos casos.

La aplicación del formol para hongos y bacterias externas, puede hacerse en concentraciones de 150-250 ml/m³ en baños de 30-60 minutos. En el caso de parásitos externos, se emplean baños de 24 horas, con concentraciones de 25-30 ml/m³. Para el caso de huevos en incubación, las aplicaciones son de 600 ml/m³, por 20 minutos y en el caso de emplearlo a "tiempo indefinido" se usan concentraciones de entre 15-25 ml/m³.

E.- Sulfato de cobre: se recomienda en casos de eliminación de protozoarios, trematodes monogeneos, hongos y bacterias externas. Se trata de un producto químico aprobado en Estados Unidos como "alguicida" en estanques de peces de cultivo para consumo humano; pero es necesario utilizarlo con cuidado pues suele ser sumamente tóxico para los mismos peces; sobre todo tratándose de aguas que son bajas en alcalinidad total o "aguas blandas" (con contenidos menores a 40 mg de carbonato/litro). Si bien el sulfato de cobre es un alguicida muy potente, puede también causar problemas de mortalidades de peces por bruscas disminuciones de oxígeno al morir el fitoplancton y/o las plantas acuáticas. Las dosis excesivas también producen estrés en los peces, pudiendo causar la reducción de estado de inmunidad, predisponiéndolos a posteriores enfermedades.

La dosis de sulfato de cobre (en mg/l, g/m³ o ppm) se calcula dividiendo la

Alcalinidad Total determinada, por 100.

F.- Verde de Malaquita: se trata de un colorante que es eficaz contra determinados parásitos de peces, especialmente del protozoo productor de la enfermedad del "punto blanco" y que para ser empleado debe estar exento de zinc, de cloruros y sulfatos, ya que estos compuestos son letales para los peces. El Verde de Malaquita en sales de oxalato es el más recomendable.

Sin embargo, al tratarse de un producto "carcinogénico" (que produce deformidades en peces y puede producir cáncer en el personal que lo emplea) ha sido prohibido su uso en Estados Unidos y la Unión Europea, para peces de consumo y de pesca deportiva; estando admitido solo en aquellos tratamientos de peces ornamentales. En los peces modifica la fórmula sanguínea, con aumento de algunos de sus constituyentes y reducción en otros, que influyen en el mantenimiento de la defensa de los animales y comprometen la salud de los peces. Los residuos de este colorante, pueden permanecer en los filetes de pescado para consumo, hasta más de 40 a 60 días cuando han sido tratados de esta forma; dependiendo de las dosis aplicadas y de la frecuencia de su aplicación. Su uso está prohibido si el productor pretende exportar producto final.

En Argentina actualmente, se iniciará un control, a través del SENASA, para evitar que las pisciculturas apliquen este producto en peces destinados al consumo humano.

Es mejor realizar aplicaciones con formol para erradicar al protozoo que produce el "punto blanco" de mayor incidencia durante la fase del alevinaje de los peces.

CONSIDERACIÓN SOBRE INVERSIÓN Y OPERACIÓN EN UN CULTIVO RURAL

Considerar para 50 hectáreas, una producción de 250 toneladas de pescado. *UNA VEZ QUE EL PRODUCTOR RURAL YA SE ENCUENTRA CAPACITADO Y CON SUFICIENTE MANEJO PRÁCTICO.*

Los siguientes ítems son necesarios a considerar en el momento de realizar un estudio que permita una “pre-factibilidad” del proyecto a insertar, evaluando los costos de inversión fija para la instalación de un emprendimiento rural (mínimo de 3 a 30/50 hectáreas) y los costos operacionales (variables):

- construcción de estanques, incluido desagües, canaletas, etc.
- abastecimiento de agua
- Grado de manejo de la piscicultura (semiintensivo).
- Mano de Obra para diferentes trabajos (transporte, submuestreos, etc.)
- Mano de Obra para cosecha, eviscerado, etc.
- Redes de diferente tamaño para cosechas
- Vehículo
- Alimentos suplementarios o insumos para producirlos
- Fertilizantes orgánicos e inorgánicos
- Adquisición de alevinos para producción final de peces
- Medicamentos básicos (formol)

EJEMPLO DE POLICULTIVO DE CARPAS:

El siguiente ejemplo resumido, fue tomado de las producciones que en esta modalidad de cultivo, efectúan en Santa Catarina, Brasil (Graeff, A, 2006), que son también producidas por los pequeños productores rurales de la provincia de Misiones.

El policultivo de carpas, emplea las siguientes especies:

- Carpa común (*Cyprinus carpio*); como especie principal
- Carpa cabezona (*Aristichthys nobilis*)
- Carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*)
- Amur o Salmón siberiano (*Ctenopharingodon idella*)

Productividad obtenida a partir de un "policultivo" de las carpas mencionadas. Cultivo extensivo (a baja densidad de siembra):

- Alimentación a través del aumento de la cantidad de alimento natural pro fertilizantes;
- Densidad a sembrar: 3.500 peces por hectárea;
- 2.800 de carpas comunes
- 350 carpas plateadas
- 250 carpas cabezonas
- 100 amur o salmón siberiano

Productividad: 300-600 kg/hectárea

NOTA: la productividad variará según que le productor realice o no fertilizaciones adecuadas para aumentar el alimento natural disponible para los peces. Se puede aumentar la producción, aportando alimento externo en granos de cereales admitidos por las carpas o en alimento de bajo contenido proteico, elaborado por el mismo productor. .

Cultivo semi intensivo (a mediana densidad)

- alimentación a través del aumento de la cantidad de alimento natural;
- más aporte del 50% de ración ;
- Densidad a sembrar: 7.500 peces por hectárea;
- 6.000 carpas comunes
- 750 carpas plateadas
- 520 carpas cabezonas
- 230 amur o salmón siberiano

Productividad: cerca de 5.000 a 6.000 kilos/hectárea

NOTA: este sistema simple exige control de cada estanque. Se emplea fertilización para aumentar alimento natural. Se puede emplear encalado para aumentar la productividad llevando el pH a básico. La productividad esperada, utilizando alimentos basados en maíz, salvado de soja, restos de cultivos, puede acercarse a las 6.000 kilos/hectárea, en un cultivo bien manejado.

Cultivo intensivo (a alta densidad)

- Alimentación a través de las necesidades nutricionales de las especies en cuestión
- Aporte del 100% a través de raciones preparadas
- Densidad de siembra: 10.000 peces por hectárea
- 7.000 carpas comunes
- 1.500 carpas plateadas
- 1.000 carpas cabezonas
- 500 amur o salmón siberiano

Productividad: 12.000 kilos/hectárea

NOTA: implica el uso de raciones "completas". No se aconseja para piscicultura rural, debido a los altos costos de este tipo de ración. El uso de fertilizaciones debe controlarse extremadamente debido a las disminuciones muy posibles del oxígeno disuelto en el agua, necesario para la respiración, mantenimiento y buena sanidad en los peces. Deben controlarse diariamente los parámetros físicos y químicos del agua para mantenimiento de su calidad. En este caso, las raciones especiales deben contener, para la "carpa común", 34% de proteína cruda y 3.400 de energía /kilo, al 5% de su peso vivo diario; para la "carpa cabezona", 34% de proteína cruda y 3.100 de Energía/kg, ofreciendo al 2% de su peso diariamente. Para la "plateada", 34% de proteína cruda y 3.100 energía/kilo, ofreciendo al 2% de su peso diariamente. La ración para estas dos carpas debe ser elaborada en forma pulverizada y ofrecida en toda la extensión de estanque o en anillos como "comederos". En el caso del amur o salmón siberiano (pez herbívoro), es necesario ofrecerle diariamente hasta el 10% de su peso vivo en forma de gramíneas y leguminosas (incluida la "lenteja de agua"), en "comedero flotante", de geometría cuadrada o en anillos. En este último caso, pueden ofrecerse raciones a base de soja, con agregado de vitaminas y minerales al tratarse de cultivos intensivos.

Para los cultivos de modalidad semi-intensiva e intensiva, existen ciertas normas a cumplir, con respecto a estas especies de carpas y/o sus variedades.

Según su comportamiento y hábitat, las especies deben alimentarse a diferentes horarios diarios, pero se deben respetar los mismos. Por ejemplo, la

"carpa común" debe manejarse con comederos a profundidad y alimentarla iniciando por la mañana con ración de 28% de proteína bruta y 2.800 kilocalorías de energía; la "carpa cabezona", y la "plateada" deben alimentarse a continuación de la "común", en comederos flotantes; mientras que el "amur o salmón siberiano" debe alimentarse al final de la tarde, antes de la disminución de la luz del día, en comederos flotantes.

El porqué de seguir esta rutina en la alimentación se debe a que:

- a) Las "cabezonas y plateadas" NO comen en el fondo y tampoco lo harán, si la ración es granulada;
- b) El apetito del "amur o salmón siberiano" se exagera por la tarde antes del fin de la luminosidad del día;
- c) Al ofrecer a las "cabezonas y plateadas" su ración y posteriormente a las "comunes", estas últimas no lo consumirán por tener su apetito saciado.
- d) El consumo de todos los animales estará siempre en relación a la temperatura de la región y a la época del año.
- e) La alimentación debe ser ofrecida siempre al mismo horario y en los mismos comederos.

No se adjuntan los costos del producto "en vivo" para su comercialización, debido a que los mismos dependerán del sitio y provincia donde se ubique el emprendimiento, de la producción planificada e inclusive del manejo que realice el productor durante el cultivo. La capacidad de operación del productor en un determinado mercado dependerá últimamente del costo de producción obtenido, así como de las características del mismo (distancia y ubicación, al conocimiento de los consumidores a quienes responde, a la demanda general existente en pescado y a los gustos de los consumidores, entre otros factores).



**DIRECCIÓN DE ACUICULTURA DE LA NACIÓN
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA**



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

Dirección de Acuicultura: Paseo Colón 982 - Anexo Pesca (1035) Buenos Aires
República Argentina • Tel./Fax (54-11) 4349-2321 / 2313 • www.sagpya.gov.ar

CFI: San Martín 871 (C1004AAQ) Buenos Aires República Argentina
Tel. (54 -11) 4317-0700 Fax (54-11) 4315-1238 www.cfired.org.ar