

MANUAL DE PISCICULTURA DEL PAICHE

(Arapaima gigas Cuvier)



TRATADO DE COOPERACION
AMAZONICA

SECRETARIA *PRO TEMPORE*
CARACAS, VENEZUELA

1999

MANUAL DE PISCICULTURA DEL PAICHE

(*Arapaima gigas* Cuvier)

Coordinación General

Victor R Carazo
Embajador
Secretario *Pro Tempore*
Tratado de Cooperación Amazónica

Angela Delgado de Salazar
Coordinadora Diplomática
Secretaría *Pro Tempore*
Tratado de Cooperación Amazónica

Lissett Hernández
Coordinadora
Comisión Especial de Medio
Ambiente de la Amazonia (CEMAA)

Aída Santana Nazoa
Coordinadora
Comisión Especial de Ciencia y
Tecnología de la Amazonia (CECTA)

Coordinación Técnica

Víctor Palma
Asesor Técnico Principal
Proyecto FAO GCP/RLA/128/NET

Sophie Grouwels
Profesional Asociada
Proyecto FAO GCP/RLA/128/NET

Elaboración del Estudio

Biólogo Pesq. Mariano Rebaza Alfaro

Dr. Fernando Alcántara Bocanegra

Eco. Miguel Valdivieso García

Institución Co-Patrocinadora

Instituto de Investigaciones de la
Amazonia Peruana (IIAP)

Supervisión y Revisión Técnica

Antonio Brack Egg

Fotografías

Antonio Brack Egg

Ilustraciones

Instituto de Investigaciones de la
Amazonia Peruana (IIAP)

Coordinación Editorial

Dolly Lizárraga

Diagramación

Patricia Monzón

Diseño de Carátula

Yolanda Carlessi

Impresión

Manatí Gráfico S.A.

El Gobierno del Reino de los Países Bajos financió la preparación y publicación de este documento. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a través del Proyecto GCP/RLA/128/NET, "Apoyo a la Secretaría *Pro Tempore* del Tratado de Cooperación Amazónica", tuvo a su cargo la coordinación de las actividades de la publicación del documento.



CONTENIDO

	PRESENTACIÓN	iii
	INTRODUCCIÓN	1
1.	BIOECOLOGÍA	3
	1.1 Descripción de la especie	3
	1.2 Distribución geográfica	6
	1.3 Hábitat	6
	1.4 Hábitos alimentarios	7
	1.5 Reproducción	7
	1.6 Predadores y parásitos	9
2.	PESCA, USOS Y MEDIDAS DE ORDENAMIENTO	11
	2.1 Pesca	11
	2.2 Conservación de la carne	12
	2.3 Usos	12
	2.4 Medidas de ordenamiento	13
3.	INFRAESTRUCTURA PARA LA CRÍA DEL PAICHE	15
	3.1 Ubicación de los estanques	15
	3.2 El suelo	15
	3.3 Profundidad de los estanques	16
	3.4 Construcción de los diques	17
	3.5 Sistema de desagüe	18
	3.6 Vertedero de sobre flujo	19
4.	EL AGUA: CALIDAD Y CANTIDAD	21
	4.1 Temperatura	22
	4.2 Turbidez y color	24
	4.3 Plancton	24
	4.4 Oxígeno disuelto	28
	4.5 ph	29
	4.6 Nitrito	31
	4.7 Amonio	31
	4.8 Plantas acuáticas	32

5.	CULTIVO	33
5.1	Cultivo extensivo	33
5.2	Cultivo semi intensivo	34
5.3	Cultivo asociado	36
5.4	Cultivo intensivo	39
5.5	Reproducción en cautiverio	42
6.	ANÁLISIS ECONÓMICO	45
6.1	Inversiones	45
6.2	Costos de producción	46
6.3	Análisis económico para el cultivo intensivo	48
6.4	Análisis económico para el cultivo semi intensivo	50
6.5	Análisis económico para el cultivo asociado	52
6.6	Resumen de indicadores	54
6.7	Conclusiones del análisis económico	54
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
8.	ANEXOS	63
1.	Costo de construcción de estanque de 1 000 metros cuadrados	63
2.	Costo de construcción de estanque de 5 000 metros cuadrados	63
3.	Tabla de alimentación del paiche	64
4.	Requerimiento de alimento para cerdos	64
5.	Flujos de caja para el nivel tecnológico intensivo	65
6.	Flujos de caja para el nivel tecnológico semi intensivo	66
7.	Flujos de caja para el nivel tecnológico asociado	68
8.	Preparación del ensilado biológico	71



PRESENTACIÓN

En la Cuenca Amazónica, uno de los mayores peces de escama de agua dulce conocidos es el Arapaima gigas, también conocido como paiche en Perú y pirarucú en Brasil. Puede alcanzar hasta tres metros de longitud total y más de 200 kilogramos de peso. En su ambiente natural vive en los lagos, lagunas y otros ambientes menores de la planicie inundable, con abundante vegetación acuática flotante, que en ocasiones llega a cubrir totalmente el espejo de agua.

Es considerado el pez amazónico con la mejor carne, pero también se aprovechan las escamas, para artesanías, y la lengua en Brasil para preparar el guaraná. Los hábitos de esta especie y la excelente calidad de su carne están determinando una captura cada vez más intensa y, a pesar de los programas de protección que se llevan a cabo en los países de la Cuenca, existen evidencias que indican la disminución drástica de las poblaciones naturales y el tamaño de captura de los individuos, siendo muy difícil hoy en día capturar animales de tamaños superiores a 1,50 m.

Ante la situación delicada de la especie, y la alta aceptación y demanda de su carne, a piscicultura del paiche ofrece varias ventajas: 1) disminuir la presión sobre las poblaciones naturales y permitir su recuperación; 2) satisfacer la demanda local, regional e internacional por su carne; y, 3) desarrollar nuevas empresas en base a una especie nativa de la Amazonia, permitiendo la intensificación del uso de la tierra en las zonas ya ocupadas y desboscadas, pues para establecer la piscicultura no se hace necesario intervenir nuevas áreas boscosas.

Este manual ha sido preparado por encargo de la FAO y está orientado a difundir las posibilidades de cultivo de esta interesante especie en la cuenca amazónica como una alternativa para diversificar las actividades del poblador regional e incrementar sus posibilidades de generación de renta. El excelente trabajo realizado por un conjunto de investigadores del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), se revela como un aporte concreto que se perfila frente al objetivo fundamental de las actividades conducidas por la Secretaría Pro Tempore (SPT) del Tratado de Cooperación Amazónica (TCA) con el apoyo técnico y financiero del Proyecto FAO

La Secretaría Pro Tempore de TCA y el IIAP se complacen en poner este Manual a disposición de la comunidad técnica y científica de los Países Parte de Tratado, como una nueva contribución al desarrollo sostenible de la Amazonia.

Caracas, Venezuela, julio de 1999

Iquitos, Perú, julio de 1999

*Victor R Carazo
Embajador
Secretario Pro Tempore
Tratado de Cooperación Amazónica*

*Yolanda Guzmán Guzmán
Presidenta
Instituto de Investigaciones de la
Amazonia Peruana*



INTRODUCCIÓN

La cuenca amazónica en general posee uno de los mayores peces de escama de agua dulce conocidos, el *Arapaima gigas*, llamado paiche en Perú y pirarucú en Brasil.

Este pez puede alcanzar hasta tres metros de longitud total y más de 200 kilogramos de peso. En su ambiente natural vive en los lagos, lagunas y otros ambientes menores de la planicie inundable, con abundante vegetación acuática flotante, que en ocasiones llega a cubrir totalmente el espejo de agua.

Es considerado el pez amazónico con la mejor carne, pero también se aprovechan las escamas, para artesanías, y la lengua en Brasil para preparar el guaraná. Los hábitos de esta especie y la excelente calidad de su carne están determinando una captura cada vez más intensa y, a pesar de los programas de protección que se llevan a cabo en los países de la cuenca, existen evidencias que indican la disminución drástica de las poblaciones naturales y el tamaño de captura de los individuos, siendo muy difícil hoy en día capturar animales de tamaños superiores a 1,50 m. En toda la cuenca el paiche es considerado una especie de alta demanda y en etapa de ingreso a la lista de las especies en peligro de extinción por la alta presión de pesca, especialmente en las cercanías de las grandes ciudades.

Sin embargo, el paiche tiene gran potencial para la piscicultura en la Amazonia, donde se ha desarrollado la tecnología necesaria. A pesar que el paiche tiene régimen alimenticio carnívoro, se vienen desarrollando cultivos en diversas modalidades alcanzando en promedio pesos de hasta 10 kilogramos por año y con producciones que pueden llegar a 8 000/kg/ha/año, mientras con ganadería se llega a producir no más de 200 kg/ha/año.

Ante la situación delicada de la especie, y la alta aceptación y demanda de su carne, la piscicultura del paiche ofrece una triple ventaja: disminuir la presión sobre las poblaciones naturales y permitir su recuperación; satisfacer la demanda local, regional y e internacional

por su carne; y desarrollar nuevas empresas en base a una especie nativa de la Amazonia, permitiendo la intensificación del uso de la tierra en las zonas ya ocupadas y desboscadas, porque para establecer la piscicultura no se hace necesario intervenir nuevas áreas boscosas. En consecuencia, el fomento de la cría de la especie es ventajosa en varios aspectos.

Este manual se ha preparado con el objetivo de orientar y difundir las posibilidades de cultivo de esta interesante especie en la cuenca amazónica y de contribuir a su conservación, así como ofrecer una alternativa para diversificar las actividades del poblador regional e incrementar sus posibilidades de generación de renta.



1. BIOECOLOGÍA

1.1. Descripción de la especie

Generalidades

El paiche, *Arapaima gigas* Cuvier, es un recurso pesquero tradicional y popular en la cuenca amazónica, y de gran importancia económica debido a la calidad y cantidad de su carne. Científicamente es de gran interés por ser una especie primitiva única en su género.

Es considerado como uno de los mayores peces conocidos de agua dulce, alcanzando en estado adulto la longitud de 3 metros y pesos superiores a los 200 kg. (Luling, s.f).

Sistemática

Según Palmeira (1994); Imbiriba (1994) la clasificación taxonómica del paiche es la siguiente:

Orden:	Osteoglossiformes
Suborden:	Osteoglossoidei
Superfamilia:	Osteoglossoidae
Familia:	Osteoglossidae
Género:	<i>Arapaima</i>
Especie:	<i>Arapaima gigas</i> Cuvier

En Perú se le conoce con el nombre común de paiche; en Brasil su nombre más difundido es pirarucú, debido a su coloración rojiza; en Guyana se le llama “arapaima”, probablemente del nombre original “warapaima” (Sánchez, 1969).

El nombre genérico ha sido tomado del vernacular “arapaima” y el específico “gigas”, que significa gigante, en alusión a su gran tamaño.

Morfología

La cabeza del paiche es de tamaño pequeño con relación al cuerpo, correspondiéndole aproximadamente el 10% del peso total.

En la misma cabeza posee 58 placas de diferente tamaño, distribuidas en la superficie y cada una de ellas tiene de 6 a 8 poros en su borde posterior, por donde sale por presión una mucosidad blanquecina que los nativos de la selva consideran como la leche con que se alimentan las crías pequeñas cuando nadan en cardumen cerca de la cabeza de un adulto.

Cuerpo

Tiene cuerpo alargado, circular y elipsoidal en sección, revestido de grandes y gruesas escamas cicloideas; las aletas pectorales están separadas de las ventrales, en tanto que las dorsales y anales se encuentran cerca de la aleta caudal.

Color

El color del paiche es castaño claro a partir del octavo a noveno mes de edad, con color pardo negruzco en la cabeza y el dorso, las escamas abdominales en la mitad posterior del cuerpo ribeteadas de rojo oscuro; las aletas ventrales en los adultos con manchas negras y amarillas, dispuestas en forma de ondas irregulares; la aleta dorsal, anal y caudal con manchas claras.

En observaciones e investigaciones sobre ejemplares adultos de paiche criados en estanques (Fontenele, 1948), durante el período de reproducción surge un carácter sexual extragenital, en que los ejemplares machos tienen una acentuada coloración oscura en la parte superior de la cabeza prolongándose a la región dorsal hasta casi la intersección de la aleta dorsal, y en los flancos, vientre y parte caudal toman una coloración roja intensa. En la hembra la variación de la coloración es poco perceptible, tomando un color castaño claro. Las larvas y alevinos son negros. Esta variación de la coloración que adopta el paiche en sus diferentes etapas puede atribuirse a la calidad del agua, naturaleza del suelo y partículas en suspensión del lugar donde habita.

Anatomía

Aparato respiratorio:

Anatómicamente el paiche presenta un sistema branquial con un grado relativo de atrofia y que es insuficiente para abastecer de oxígeno a la gran masa corporal, lo que es compensado por la vejiga natatoria.

La vejiga natatoria presenta numerosas travéculas, semejando un pulmón, y funciona como órgano respiratorio principal. La modificación sufrida por la vejiga consiste en que las paredes internas de este órgano han desarrollado un abundante tejido vascular, que contribuye a aumentar la superficie que sirve para el intercambio de gases entre el aire y la sangre circulante por los capilares, tal como ocurre en los pulmones.

La capacidad de la vejiga es muy grande, pues ocupa totalmente la parte dorsal de la cavidad abdominal, y se comunica con la parte posterior de la garganta, saliendo frente a la glotis.

Un paiche adulto (Sánchez, 1961) adulto no permanece sumergido más de 40 minutos, cosa que sólo hace cuando es perseguido, pero normalmente sale a la superficie a tomar aire a intervalos de 10 a 15 minutos, mientras los jóvenes realizan esta actividad con más frecuencia, habiéndose constatado que los alevinos de 2,5 cm suben a la superficie rítmicamente cada 2 a 3 segundos; los de 5 cm cada 6 a 8 segundos y los de 8 a 10 cm a intervalos de un minuto más o menos.

Aparato digestivo

La **boca** es superior, grande y oblicua, provista de muchos dientes relativamente pequeños y más o menos iguales entre sí.

La **lengua** está bien desarrollada y tiene la notoria particularidad de poseer un hueso interno achatado y ligeramente arqueado llamado hioides, cuya longitud oscila entre 10 y 20 centímetros; está recubierta por una infinidad de pequeños conos esmaltados, muy resistentes.

Además de la lengua ósea, en la boca se observan dos placas óseas laterales que funcionan como verdaderos dientes, los cuales detienen a la presa, matándola por aplastamiento antes de la deglución.

El **tubo digestivo** es corto, como en todos los peces carnívoros.

Aparato reproductor

Tanto los machos como las hembras presentan una sola gónada desarrollada, que es la del lado izquierdo.

Durante el período de reproducción, cuando son capaces de producir gametos normales, el testículo izquierdo es alargado y casi cilíndrico, teniendo el lado plano hacia abajo, libre y el opuesto curvado adherido fuertemente al peritoneo, en toda su longitud mediante un ligamento. La parte media es más ancha y gruesa. La parte cefálica es más angosta y termina en una punta redondeada, mientras que la parte de la cola es más gruesa.

Un paiche macho de 1,88 m de longitud presenta un testículo de 260 mm de longitud, mientras que en lado derecho mide apenas 25 mm.

La constitución anatómica del ovario es foliar, parecida a las hojas de un libro. Entre cada dos láminas que lo integran y soldados por los bordes están fijos los óvulos al estroma.

El ovario está localizado en los dos tercios de la cavidad abdominal, en la parte media del lado izquierdo. El peso del ovario en hembras con un promedio de dos metros de longitud varía de 495 a 1 300 g.

En el estado de celo las hembras muestran el ovario color verde petróleo intenso.

El número promedio de óvulos de una hembra de 1,80 m de longitud y 62 kg. de peso es de 180 000, de los cuales sólo el 25% presentan maduración total y están en condiciones de ser liberados para su fecundación. En comparación con el pez *Prochilodus argenteus*, que pesando 2,7 kg. puede proporcionar más de un millón de óvulos en un solo desove. Sin embargo en su hábitat natural, el total de larvas sobrevivientes después de cada desove es sin lugar a dudas mayor en el paiche en vista de la protección dada a cada huevo y larva por los progenitores, que no ocurre en la otra especie (Fontenele, 1946).

1.2. Distribución geográfica

El paiche se encuentra en toda la cuenca del Amazonas y también otros ríos comprendidos desde Guyana hasta Bahía en el Brasil.

En el Perú se encuentra en las cuencas bajas de los ríos Napo, Putumayo, Marañón, Pastaza y Ucayali, con abundancia en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria (Lülinng s.f).

1.3. Hábitat

Vive en las cochas y ríos de poca corriente, particularmente de aguas negras, pero los lagos de tercer orden de tipo eutrófico, conocidos por los lugareños como cochas, son sus lugares preferidos.

No tiene especiales exigencias en lo referente a la química y la intensidad de sedimentación del agua, pero exige como lugar para vivir las orillas densas de hierbas, que se extienden al agua sin estar arraigadas en el suelo, como por ejemplo las gramíneas conocidas como gramalote (*Echinochloa polystachia* y *Paspalum repens*). En la zona del río Pacaya las especies *Pistia stratiotes*, *Neptunia oleracea* y *Eichornia azurea* son las plantas más comunes que se encuentran en las zonas que prefiere el paiche para habitar.

El tenor de oxígeno disuelto en el agua de las cochas es sensiblemente bajo, debido a la temperatura elevada, abundancia de organismos vivos, presencia de gases provenientes de

la descomposición de materia orgánica, y falta de movimiento por circulación u oleaje. Sin embargo los peces de estos lugares muestran una perfecta adaptación a tales condiciones y especialmente el paiche por poseer doble respiración.

1.4. Hábitos alimentarios

Es un pez carnívoro, que se alimenta básicamente de pequeños peces en proporción de 8 a 10% de su peso vivo, cuando joven, y 6% cuando es adulto. Puede alcanzar hasta 10 kg. durante el primer año de vida.

Suele comer peces de los géneros *Prochilodus*, *Tetragonopterus*, *Leporinus*, prefiriendo claramente las carachamas (Loricariidos).

Captura su presa mediante una fuerte succión con la boca, produciendo un chasquido y brusco movimiento de la cabeza, acompañado muchas veces de un coletazo. Las formaciones óseas de la boca, indican que estruja la presa matándola antes de tragarla.

El paiche, como la gran mayoría de peces de agua dulce, procura alimentarse en el atardecer o amanecer; durante el día cuando el calor es intenso, se mete debajo de la vegetación acuática en busca de cualquier sombra para huir de los fuertes rayos solares, manteniéndose quieto en el fondo del agua, emergiendo algunas veces para tomar aire.

En cautiverio acepta peces vivos o muertos, enteros o en trozos, vísceras de pescado, embriones de pollo, que mueren durante el periodo de incubación artificial, y también ensilado biológico de peces.

1.5. Reproducción

El paiche es una especie heterosexual, sin dimorfismo sexual y con fecundación externa, y se aclimata con facilidad en los ambientes artificiales, tanto en grandes embalses o en pequeños estanques en donde se reproduce naturalmente.

Comportamiento Reproductivo en Ambientes Naturales

En la cuenca amazónica a partir de noviembre, cuando las primeras lluvias elevan el caudal de los ríos y cochas, busca los lugares de agua limpia para preparar su nido. Durante este período el pez busca los puntos menos frecuentados por los lagartos y pirañas, enemigos de su prole. En esos lugares, con un metro y medio de profundidad, es donde la pareja realiza un cortejo nupcial con un intenso alboroto, unas veces asomándose a tomar aire y luego sumergiendo el cuerpo, y emitiendo sonidos semejantes a la voz humana. Al igual que en otras especies de escamas, el paiche adquiere una coloración más intensa, presentando el carmesí de las escamas más brillante y el rojo se presenta en tonos más pronunciados, cubriendo puntos donde no había vestigios de ese color, como sucede con la parte inferior de la mandíbula.

Preparación de las “camas” o “nidos”

Después de la fase de cotejo nupcial, la hembra busca el fondo más limpio y construye allí con el hocico y con la boca un nido de aproximadamente 20 cm de profundidad por 60 cm de diámetro.

La hembra toma las posiciones que le faciliten la perfecta ejecución del nido y no es raro verlas con la cabeza para abajo, las aletas posteriores en la superficie del agua y moviéndose en forma complicada para equilibrarse en esa curiosa posición.

Eclosión

Terminada la concavidad de la cama o nido, la hembra deposita allí los huevos, que son inmediatamente fecundados por el macho. La eclosión sucede después de unos cinco días, dependiendo de la temperatura del agua. Las larvas después de la eclosión miden 11,6 mm de longitud total y pueden ser criadas artificialmente. Después del quinto día buscan su alimento en el medio externo.

Protección natural de las larvas y alevinos

Durante todo el período de incubación, la hembra mantiene sus crías sin permitir que otros peces se aproximen a ellas. Por el lapso de tres a cuatro días los recién nacidos permanecen en un bolo, que difícilmente se diría son los alevinos del coloso amazónico, y nadan sobre la cabeza del padre, quien los encamina en sus primeros movimientos. El reproductor macho es directamente responsable de la protección del cardumen de larvas y pequeños alevinos.

Al contrario de lo que se juzgaba, no se observa en esta especie la incubación oral (Fontenele, 1948).

En esa primera fase la naturaleza provee a los pequeños paiches de un segundo instinto de defensa contra los riesgos del medio en que viven: ante el menor peligro las crías son acogidas por el padre en sus aberturas branquiales, las que se dilatan desmesuradamente, y donde permanecen hasta que pase el peligro.

Por ese tiempo las crías se alimentan de larvas de insectos presentes en las raíces y el lodo, y donde abundan pequeños seres, y a medida que van creciendo se distancian de su progenitor nadando cada vez más atrás de él, sobre su dorso, y cuando alcanzan un poco más de una palma se emancipan totalmente de la tutela paterna y pasan a vivir independientemente.

Epoca de desove y madurez sexual

En la Reserva Nacional Pacaya-Samiria (Guerra, 1978) el desove se produce durante todo el año, con un período de máxima intensidad de septiembre a diciembre, mientras la mínima actividad reproductiva se da entre marzo y mayo. Comienza a madurar entre 1,60 m y 1,70 m de talla, pero el desove ocurre cuando llega de 1,80 a 1,90 m lo que podría significar que los paiches que empiezan a madurar a 1,65 m de longitud total media, un año después llegarían a desovar.

En ambiente natural la edad de la madurez sexual de esta especie no está bien definida y se reporta (Fontenele, 1944) que casi la totalidad de desoves se da cuando los reproductores están con más de cinco años de vida.

1.6. Predadores y parásitos

Predadores

Además del hombre, los paiches juveniles tienen como enemigos en potencia ciertas aves (Sánchez, 1961), entre ellas la sharara (*Anhinga anhinga*), el martín pescador (*Megaceryle torcuata*), el cushuri (*Phalacrocorax brasilianus*), y muy ocasionalmente también algunas garzas (*Ardeidae*).

Entre los peces predadores de paiches juveniles se señalan en primer lugar a las pirañas (*Serrasalmus spp.*), que son muy abundantes en el hábitat del paiche, y en segundo lugar al shuyo (*Erythrinus erythrinus*), al tucunaré (*Cichla ocellaris*) y al acarahuzú (*Astronotus ocellatus*). En los adultos, la piel cubierta de grandes escamas y su gran corpulencia constituyen su principal protección natural.

Parásitos

Dos nemátodos parasitan con mucha frecuencia al paiche: *Goezia spinulosa*, que se aloja en el estómago, y *Philometra senticosa*, que parasita la vejiga aerífera en grandes cantidades. Como parásitos externos se señalan a las sanguijuelas y al copépodo *Argulus*.



2. PESCA, USOS Y MEDIDAS DE ORDENAMIENTO

2.1 Pesca

El paiche presenta características que lo convierten en la especie más vulnerable por los pescadores comerciales y ribereños por ser el predador más alto de la cadena alimenticia de las cochas; por tener un gran tamaño; por su costumbre de cuidado parental de la prole; por el gran valor comercial de su carne; y por la buena aceptación de parte del público consumidor.

A finales del siglo pasado su captura fue catalogada como “pesquería grande” por abastecer a la industria local y aportar considerablemente al fisco regional. A inicios del presente siglo la explotación económica de los recursos acuáticos se caracterizó por una brusca reducción de recursos hidrobiológicos como la vaca marina o manatí (*Trichechus inunguis*), y las tortugas acuáticas como el cupiso (*Podocnemis sextuberculata*), la charapa (*Podocnemis expansa*), y la taricaya (*Podocnemis unifilis*), lo que trajo como consecuencia que la pesca del paiche se convirtiera en una importante actividad pesquera.

Entre los años de 1971-76 se explotó agresivamente el recurso paiche, debido al cambio del sistema de pesca, que tradicionalmente se realizaba con arpón, por la utilización de redes agalleras o tramperas de 12 pulgadas de tamaño de malla.

Durante los últimos años, el paiche viene sufriendo los efectos negativos de la sobrepesca, lo que también ha contribuido marcadamente a la reducción de las poblaciones naturales, traducida en la disminución anual del volumen de carne y en el distanciamiento cada vez mayor de las localidades de captura (Imbiriba, 1994).

Actualmente en la Amazonia peruana la presencia de este recurso en los mercados locales ha disminuido considerablemente y su comercialización se realiza al estado fresco y

seco-salado. En el Perú, el mayor volumen de producción proviene de la Reserva Nacional Pacaya-Samiria. En el departamento de Ucayali se extrae principalmente de los lagos Imiría y Chauya.

Para la pesca del paiche se utilizan aparejos de origen indígena, como el arpón, que mide 20 centímetros de longitud y está introducido en una madera sumamente pesada, de unos dos metros de longitud y tres centímetros y medio de diámetro. Su parte terminal se introduce en un cilindro de palo de balsa, que hace de boya cuando se separa del arpón después del impacto. El arpón está amarrado a la sogá o cuerda de pesca, que es de unos catorce metros de largo y un centímetro de diámetro, y por lo general de nylon. El pescador especializado, que se conoce con el nombre de fisga, espera de pie en la proa de la canoa, y cuando el paiche asoma a tomar aire y expone todo el dorso fuera del agua, el fisga arroja la lanza y normalmente no falla a diez metros de distancia. Un fisga experto puede llegar a pescar tres paiches con un total de 300 kilos en un día de labor.

La pesca comercial se realiza utilizando redes agalleras o malleras de 12 pulgadas de tamaño de malla, la misma que puede ser operada por una o dos personas. Es selectiva y efectiva, de fácil manejo, y puede ser operada en creciente o vaciante.

2.2 Conservación de la carne

Como el animal tiene un gran tamaño, rinde piezas de carne firme que pueden ser conservadas por varios meses a través de un proceso artesanal de salado y deshidratación, semejante al usado para el bacalao.

El salado de la carne debe ser realizado inmediatamente después de su captura, cuando el pez se presenta absolutamente fresco. Días después debe ser lavado, escurrido y bien prensado, y luego secado por exposición al aire y al sol.

Es común escuchar que la carne de paiche fresca es menos sabrosa que la salada, como sucede con el bacalao. En cambio los nativos de la Amazonia prefieren la carne fresca o simplemente sometida a una ligera salmuera.

Otra modalidad de presentación muy recomendable es la de los filetes en salmuera congelada, según el método de Ottesen.

2.3 Usos

Desde tiempos remotos esta especie ha sido aprovechada por los nativos de la selva como uno de los productos indispensables para la alimentación equilibrada. El “paiche” tiene un valor nutritivo más elevado que otras especies.

Composición Química del *Arapaima gigas* Cuvier (Paiche)

Composición	%
Humedad	35.0
Proteínas totales	36.5
Grasa bruta	1.6
Carbohidratos	2.4
Sales minerales	24.5
Calorías	147.8

Sánchez, 1994.

Las escamas se utilizan en el Amazonas como sustituto de lija para pulimento fino, para la confección **artesanías** (hojas, flores artificiales, cortinas, quitasueños, etc.), y como adorno de vestimentas típicas.

Lo que vulgarmente se considera como la lengua, o sea el hueso hioides, se usa como **utensilio para rallar** la yuca y los bastones o pastas de guaraná, obtenidos de los granos tostados y molidos de la planta del mismo nombre.

2.4 Medidas de ordenamiento

Esta especie, al igual que todo recurso vivo natural, puede desaparecer por la sobrepesca, y para ello se hace necesaria la realización de una extracción racional y del fomento del cultivo en estanques para su conservación.

Para aplicar una adecuada reglamentación son indispensables los estudios que conduzcan al conocimiento de la relación existente entre el volumen de la pesca permisible y la magnitud de la población natural. De acuerdo a los resultados se determinará la factibilidad de incrementar el rendimiento de paiche con el aumento o disminución de las actividades de pesca. Un ejemplo de ello es la creación de la Reserva Nacional Pacaya-Samiria.

En la Amazonia peruana (Ucayali, Loreto, Madre de Dios) la población del paiche está siendo protegida por el Ministerio de Pesquería a través de la Resolución Ministerial N° 470-97-PE, que establece la temporada de pesca y prohíbe su explotación durante el período de mayor incidencia de reproducción natural que es de octubre a febrero, y en el que se produce el crecimiento inicial de los alevinos. Así mismo, mediante Resolución Ministerial N° 226-85-PE, está prohibida la captura de ejemplares menores de un metro sesenta centímetros de longitud total, por no haber alcanzado la talla mínima de captura.

El Estado, a través de instituciones como el Ministerio de Pesquería y el Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), está fomentando la crianza del paiche en piscigranjas con la finalidad de conservar la especie y disminuir los efectos de la excesiva presión de pesca en el medio natural.



3. INFRAESTRUCTURA PARA LA CRIA DEL PAICHE

La infraestructura de cultivo, tanto para la modalidad extensiva, semi intensiva e intensiva es básicamente la misma, lo que diferencia a cada una de las modalidades es la oferta de fertilizantes o de alimento.

3.1 Ubicación de los estanques

Los estanques se pueden ubicar al inicio de los vallecitos intercolinosos, ya que de este modo se economizan costos de construcción y, de otro lado, se previene la destrucción de los diques por avenidas de agua en cantidades impredecibles luego de una fuerte precipitación.

En algunos casos se han construido estanques o embalses en la parte baja de los valles, sin tener en cuenta el área de la cuenca de drenaje, lo que ocasiona a la larga la rotura de los diques con la pérdida consiguiente de los peces.

En los vallecitos intercolinosos sin embargo, resulta fácil y además barata la construcción de los estanques porque se requiere, por lo general, construir un solo dique transversal o perpendicular al canal central de la depresión.

Si la topografía del terreno lo permite, es preferible derivar el agua a través de las paredes laterales del valle situando los estanques en la parte inferior del canal de derivación. Esta modalidad ofrece mayor garantía de control de la cantidad de agua que ingresa a cada estanque, eliminando el peligro de ingresos de agua en un volumen excesivo.

3.2 El suelo

Para la construcción de los estanques es necesario tener en cuenta la naturaleza del suelo. Los suelos arenosos o pedregosos ofrecen pocas posibilidades de impermeabilización

por lo que requieren de diques con sección transversal amplia, que determina incremento de los costos de construcción.

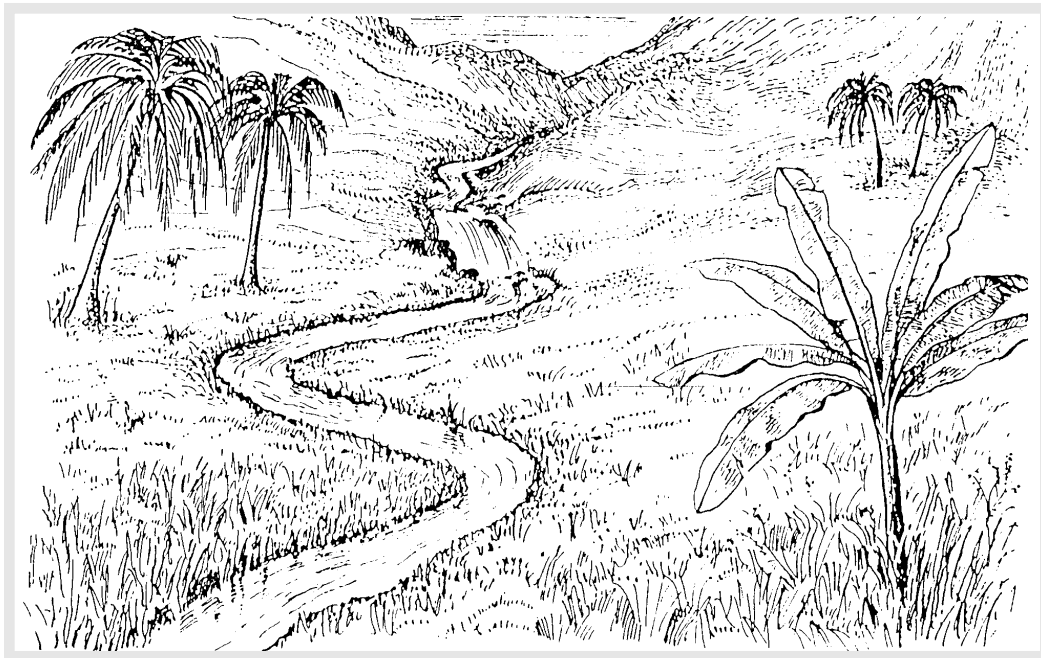
Sin embargo los suelos arcillosos o arcillo arenosos ofrecen mejores condiciones de impermeabilización, por lo que sus dimensiones son menores y por consiguiente representan bajos costos de construcción.

Una forma práctica de conocer si el suelo del lugar en que se espera construir un estanque es apropiado consiste en recoger un poco de este material, si está húmedo se homogeniza con la mano y luego se trata de hacer una bola de tierra húmeda. En seguida, se arroja la bola de tierra al aire y se la recibe en la mano nuevamente. Si la bola mantiene mas o menos su aglutinación el suelo es bueno para la construcción de estanques y si se disgrega rápidamente no es adecuado y será preferible buscar otro lugar.

Figura

1

VALLE ADECUADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTANQUES

(Bard *et.al.*, 1995)

3.3 Profundidad del estanque

Si se construye un solo estanque o embalse, o varios estanques en un vallecito intercolinoso, se debe tener en cuenta que las profundidades deben variar entre 1,20 y 0,60 m, ya que los peces no requieren de profundidades mayores, y pueden utilizar eficientemente las zonas someras de los estanques. Profundidades menores a 0,60 m pueden ser utilizadas por los peces pero propician la invasión de vegetación acuática emergente, que deviene en reducción del espacio útil.

3.4 Construcción de los diques

Antes de la construcción del estanque y, sobre todo, de los diques se debe eliminar la materia vegetal y el material coloidal producto de la descomposición de la materia orgánica. En ningún caso se debe aplicar la tierra para la construcción de los diques sobre este material pues una vez llenados los estanques se producirán filtraciones de agua y hasta rotura de los diques.

Cuando los suelos son de tipo arenoso es preferible construir un núcleo con suelo arcilloso en el centro del dique o sobre él, a fin de prevenir posteriores filtraciones de agua.

En todo caso siempre se debe tener en cuenta que la línea de saturación es inversamente proporcional al contenido de arcilla del dique (Fig. 2).

Figura 2 LÍNEA DE SATURACIÓN EN UN DIQUE CON SUELO ARCILLOSO (1) Y SUELO ARENOSO (2)

2

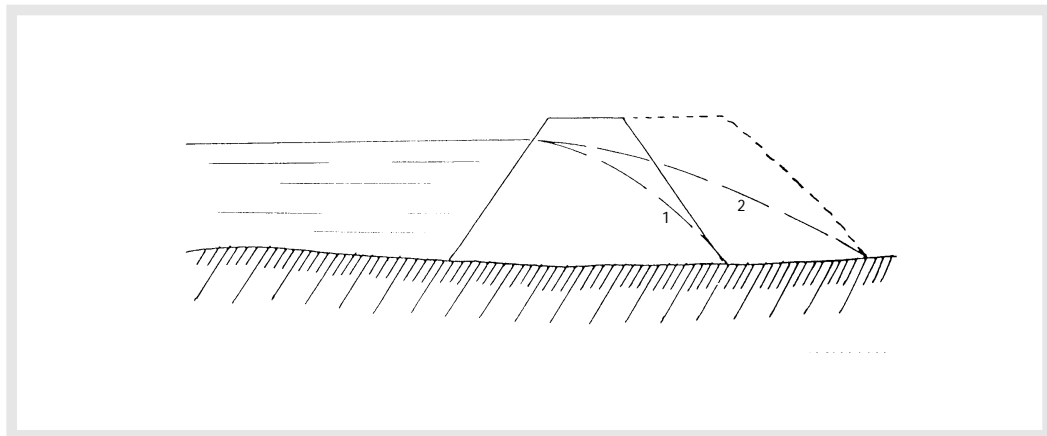


Figura 3 ESTACADO DEL TERRENO DE UN ESTANQUE

3

(Bard et al., 1975)

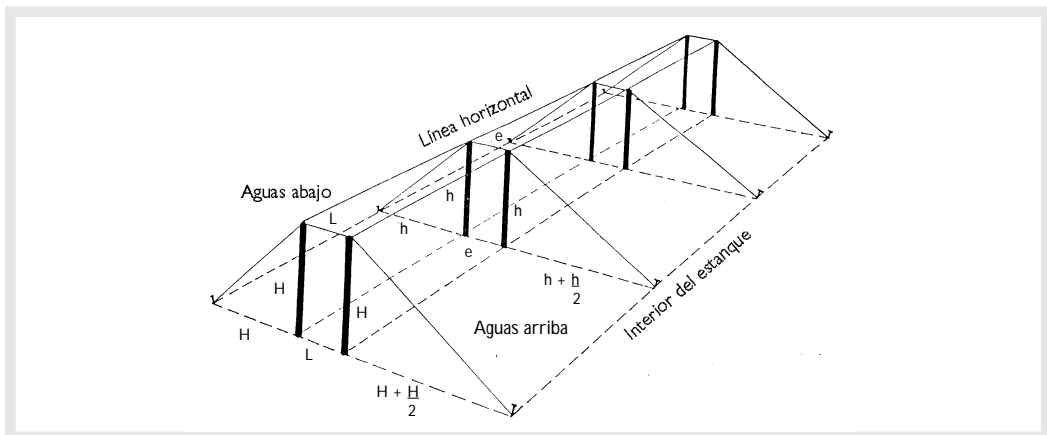
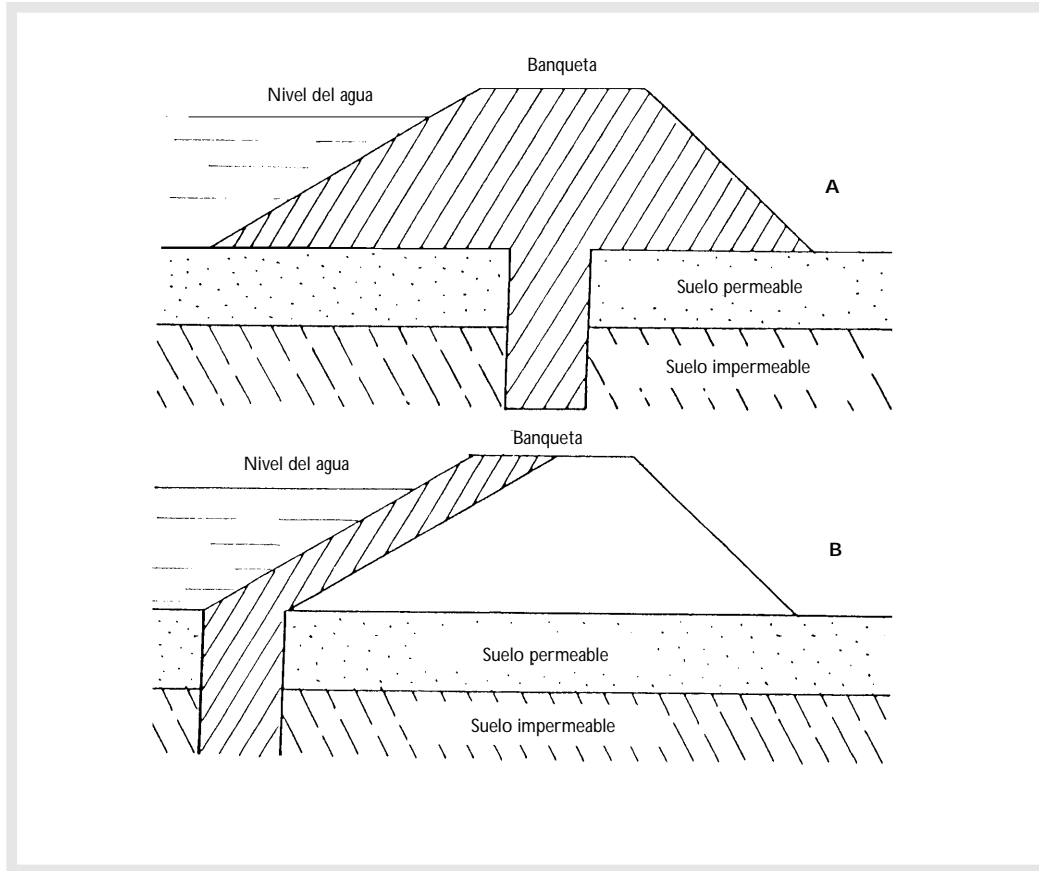


Figura
4

DIQUES ESTABLECIDOS SOBRE TERRENOS NO ARCILLOSO



- A) DIQUE CON ZONA DE TIERRA ARCILLOSA
 B) NÚCLEO Y CAPA DE ARCILLA QUE CUBRE EL DECLIVE INTERNO DEL DIQUE (Bard *et. al.*, 1975)

3.5 Sistema de desagüe

El sistema de desagüe más simple lo constituye el tubo de polivinílico (PVC), ya sea de 6, 8 o 10 pulgadas de sección, preferentemente del tipo usado en las instalaciones de abastecimiento de agua potable. Puede usarse también el tubo de desagüe pero es menos resistente que el anterior y colapsa con facilidad cuando se bloquea el ingreso de agua por cualquier circunstancia.

El sistema de desagüe con tubo permite regular el nivel del agua con la sección vertical que se ubica en el interior del estanque. Esta sección puede funcionar en forma abatible inclinándola hacia la izquierda o la derecha en ángulo de 90° desde su posición vertical hasta el nivel del fondo del estanque o desembonando la sección para el vaciado, o levantándola o embonándola nuevamente para el llenado.

En el sistema de desagüe se considera también el vertedero de sobre flujo que se coloca en la parte superior del dique, a la altura del nivel de máxima inundación.

Figura 5 **CORTE TRANSVERSAL DEL DIQUE MOSTRANDO EL TUBO DE DESAGÜE Y EL VERTEDERO DE SOBREFLUJO**

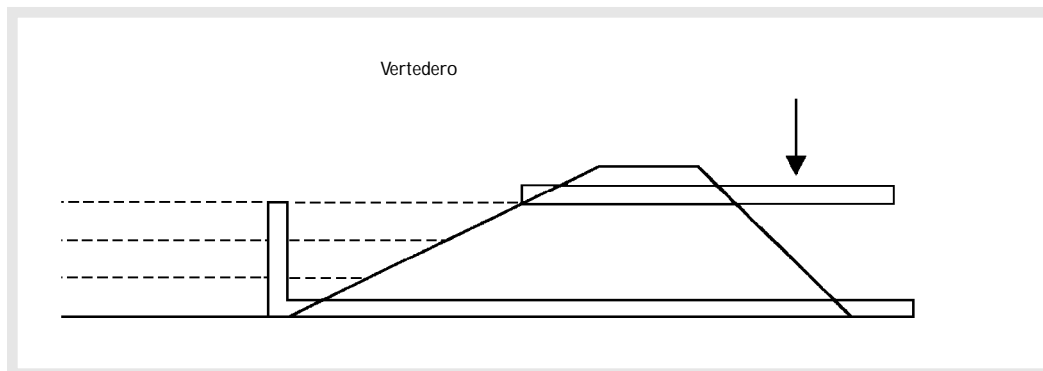
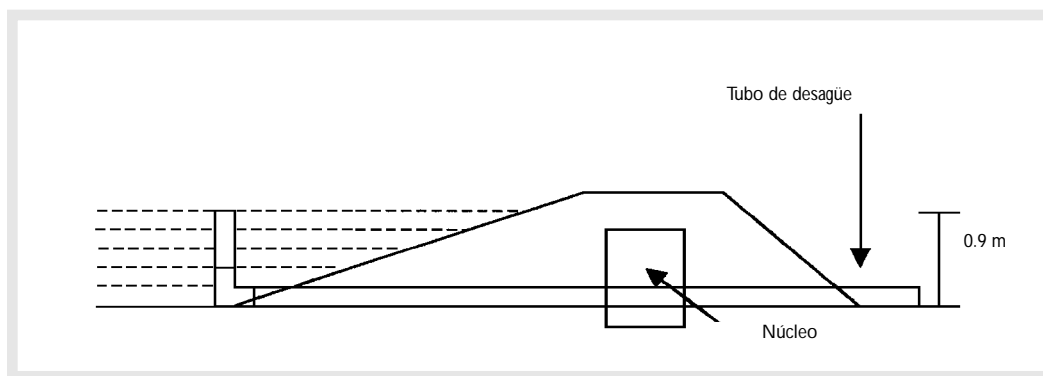


Figura 6 **CORTE TRANSVERSAL DEL DIQUE MOSTRANDO EL SISTEMA DE DESAGÜE Y EL NÚCLEO DEL DIQUE**



Dependiendo del tamaño del estanque y de la cantidad de agua que capte, se usa también el monje de hormigón, que es una estructura fija de sección transversal en forma de U que se coloca en el interior del estanque, conectada al tubo de desagüe. En la abertura de la U se colocan tablas en sendas ranuras construidas en las paredes laterales del monje y entre ellas se coloca tierra para asegurar el cierre hermético del sistema de vaciamiento. Para regular el nivel o llenar el estanque se colocan las tablas y para vaciarlo se retiran las tablas y la tierra.

3.6 Vertedero de sobreflujo

Por razones de seguridad en el control del nivel de agua del estanque se debe instalar un tubo adicional a través del dique a la altura del nivel máximo de llenado. Este tubo permite controlar el agua de exceso durante la presencia de fuertes lluvias. Dependiendo de la cantidad de agua, se puede reemplazar el tubo mediante un canal abierto sobre la superficie del dique hacia uno de los extremos y preferentemente debe estar situado en tierra firme.



4. EL AGUA: CALIDAD Y CANTIDAD

El paiche es una especie oriunda de las cuencas Amazónica, Araguaia-Tocantins y sistemas Rupununi y Esequibo, con clima tropical lluvioso y temperatura ambiental media anual próxima a 28° C.

En su medio natural esta especie vive en ambientes acuáticos laterales a los grandes ríos (lagos, lagunas, remansos o pantanos) caracterizados por ser de color negro o ligeramente verde, ácidos, con abundante vegetación macrofítica flotante y emergente, que en ocasiones llega a cubrir prácticamente todo el espejo de agua.

En cultivo, sin embargo, el paiche soporta niveles variables de calidad de agua, como se aprecia en la tabla que se da a continuación.

Tabla 1 VARIABLES LIMNOLÓGICAS DE UN ESTANQUE DE CULTIVO DE PAICHE, ARAPAIMA GIGAS, EN IQUITOS. PERÚ
(Alcántara y Guerra, 1992)

T. AMBIENT. °C	T. DEL AGUA °C	TRANSPARENCIA CM	pH	CONDUCT. ELÉCT. K25 UMHOS/CM	OXÍGENO DISUELTO PPM	ANHIDRIDO CARBÓNICO PPM
R 23 – 32,8	25,7 – 34,8	32 – 105	5,0 – 9,5	10,2 – 33,0	4,5 – 10,6	0,0 – 4,0
X 28,4	29,6	52,4	6,5	19,3	8,0	0,9

Es importante anotar que el paiche tiene respiración aérea en gran parte a través de la vejiga natatoria, por lo que es independiente de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Sin embargo, el oxígeno disuelto en el agua es importante para el proceso respiratorio de los peces que se utilizan como alimento del paiche, sobre todo cuando se recurre al cultivo predador – presa.

Por otra parte en el cultivo del paiche no se requiere de grandes cantidades de agua, debiendo anotarse que sólo es necesario contar con pequeñas cantidades que permitan compensar las pérdidas producidas por evaporación y filtración. En la Amazonia peruana éstas pérdidas se compensan con el agua de escurrimiento superficial producto de las lluvias ya que estas ocurren con una periodicidad de 8 a 9 días. La precipitación promedio anual que se registra en esta región es de cerca de 2 500 mm.

4.1 Temperatura

La temperatura del agua de los ambientes naturales donde se desarrolla la especie varía entre 25 y 32 °C y en los estanques o embalses de cultivo en las regiones tropicales se producen también variaciones en este rango, con algunas excepciones en que el límite superior alcanza los 36° C.

Figura
7

ESTRATIFICACIÓN TÉRMICA EN EL ESTANQUE DE CULTIVO

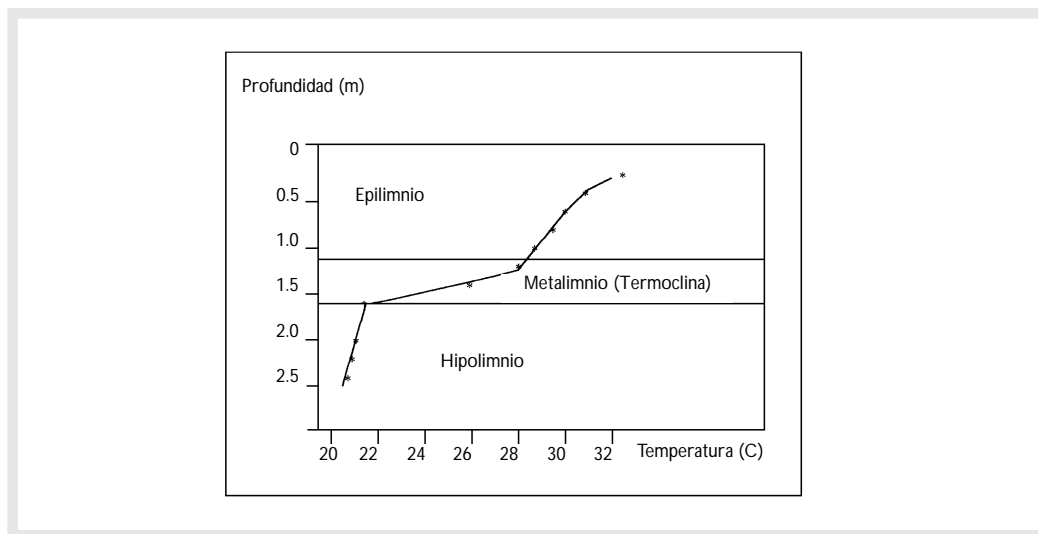


Figura
8

DESAGÜE CONTUBO MÓVIL

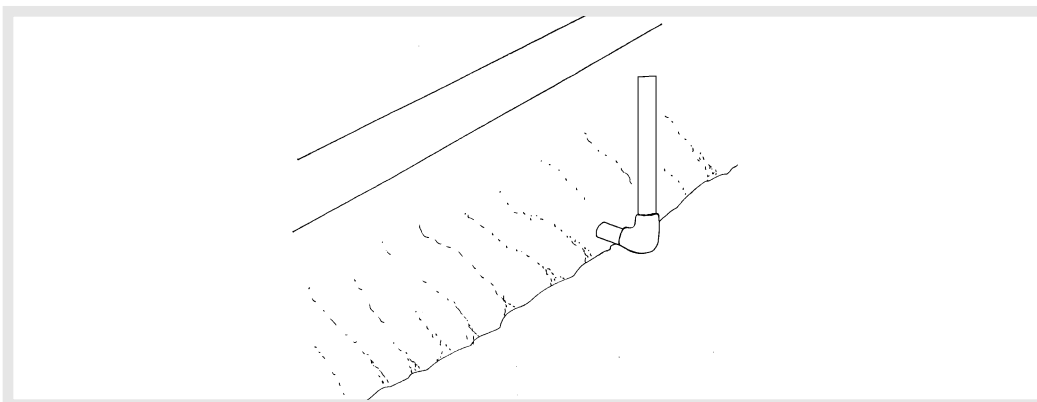
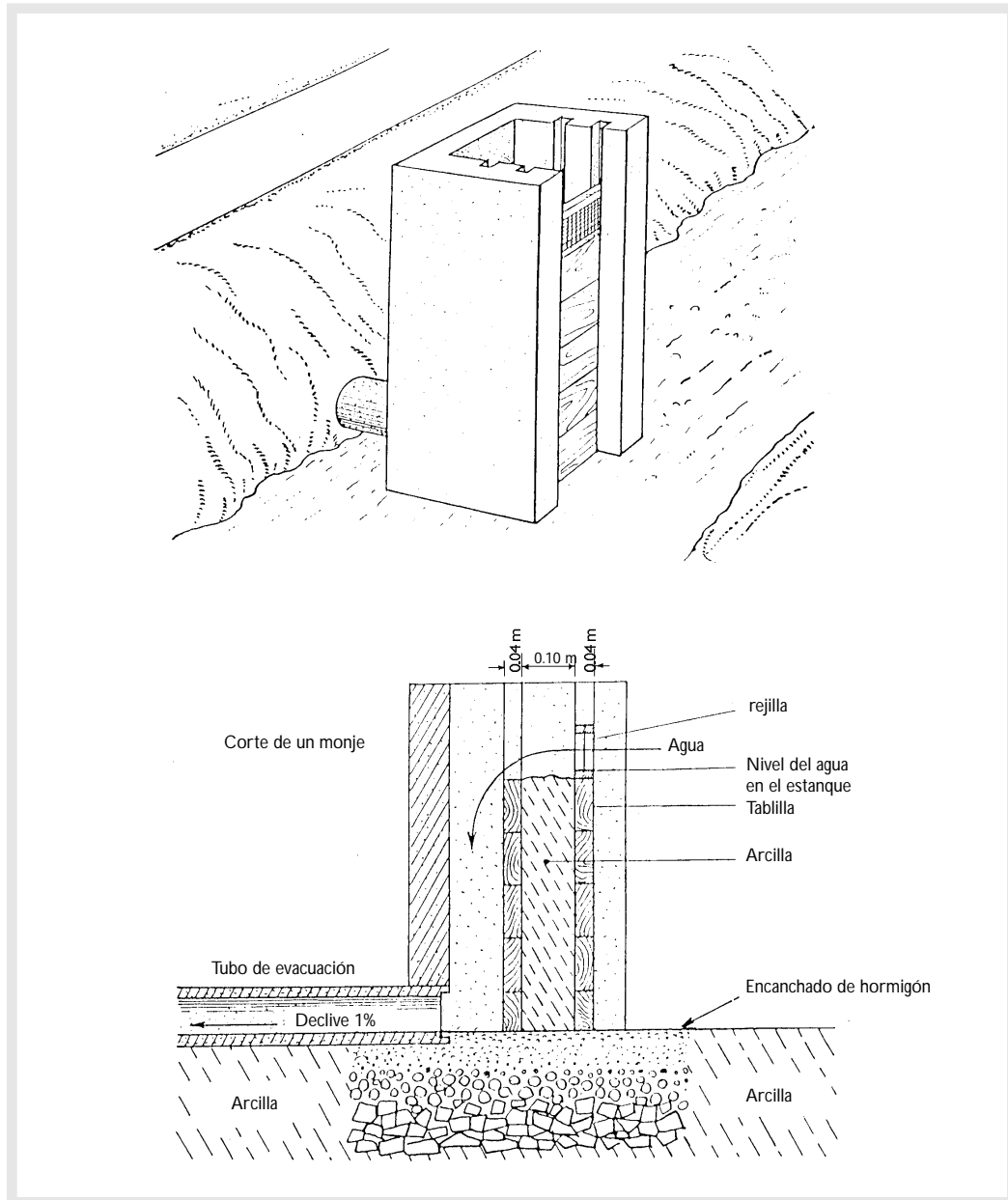


Figura
9

MONGE DE HORMIGÓN

(Bard *et al*, 1985)

En los estanques y en los grandes embalses el calentamiento de la película superficial del agua es más rápido que el de las capas inferiores determinando la distribución desigual de la temperatura y por tanto la estratificación de la columna de agua. En este caso el estrato superficial recibe el nombre de epilimnio y el estrato profundo el de hipolimnio, siendo el estrato medio o de transición rápida el metalimnio o termoclina. La estratificación térmica del estanque limita la circulación normal del agua del estanque y por tanto la distribución normal del oxígeno y de los nutrientes. El estrato superficial o epilimnio puede presentar circulación

y buena distribución del oxígeno, pero a la vez el hipolimnio puede llegar a una falta de oxígeno (anoxia), presentando niveles inadecuados para los peces y para los organismos en general.

4.2 Turbidez y color

El término turbidez se emplea para indicar el material en suspensión sea de origen biológico, como el plancton, o de origen inerte, como el material arcilloso.

La turbidez interfiere la penetración de la luz en la columna de agua de los ambientes de cultivo, limitando la producción de organismos planctónicos, que requieren de la energía solar para el proceso fotosintético, a través del cual se forman compuestos orgánicos en los vegetales, en base a la fijación de elementos simples disponibles en el agua en forma disuelta (C O₂, O₂ y nutrientes).

Los estanques y embalses construidos en la región amazónica normalmente contienen una gran cantidad de material húmico en suspensión, debido a la materia vegetal parcialmente descompuesta. Este material transmite al agua un característico color oscuro, como de un café claro, por lo que usualmente se la denomina “agua negra”. Este color restringe también la penetración de la luz y reduce el crecimiento del plancton. De otro lado, estos ambientes tienen agua ácida con un pH que varía entre 5,5 a 6,5, que también limita la producción planctónica.

La aplicación de cal agrícola o cal apagada en dosis de 500 a 1 000 kg./ha para elevar el pH a niveles cercanos a 7 hace precipitar gran parte del material en suspensión y permite mayor penetración de la luz solar y, a la vez, mejora la producción planctónica.

4.3 Plancton

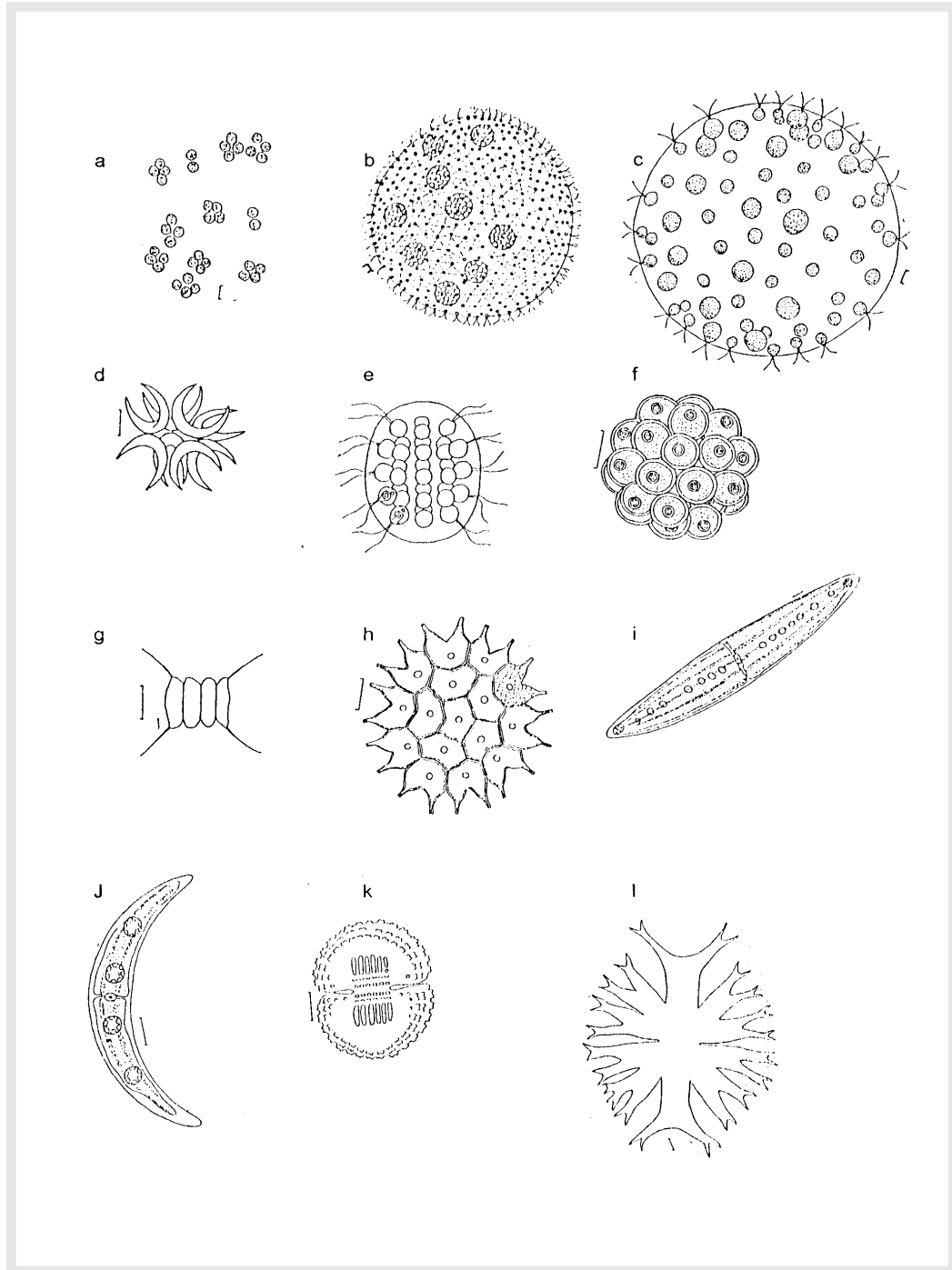
Los microorganismos que se encuentran en suspensión en el ambiente acuático reciben el nombre de plancton, y que está compuesto de pequeñas plantas, que en conjunto reciben el nombre de fitoplancton; de pequeños animales, que a su vez reciben el nombre de zooplancton; y además de numerosas bacterias (ver Fig. 10).

El fitoplancton utiliza sales minerales disueltas en el agua, CO₂ y luz solar para producir compuestos orgánicos; el zooplancton utiliza plancton vivo o muerto y otras pequeñas partículas de materia orgánica presentes en el agua; y las bacterias utilizan cualquier tipo de materia orgánica muerta como alimento.

Existen numerosas técnicas para medir la abundancia de plancton, pero la mayoría de ellas requieren de equipos y técnicas especiales. La técnica más práctica para estimar la producción planctónica en los estanques es la visibilidad del disco Secchi, que es la profundidad a la cual el disco deja de ser visible en el agua.

Figura
10

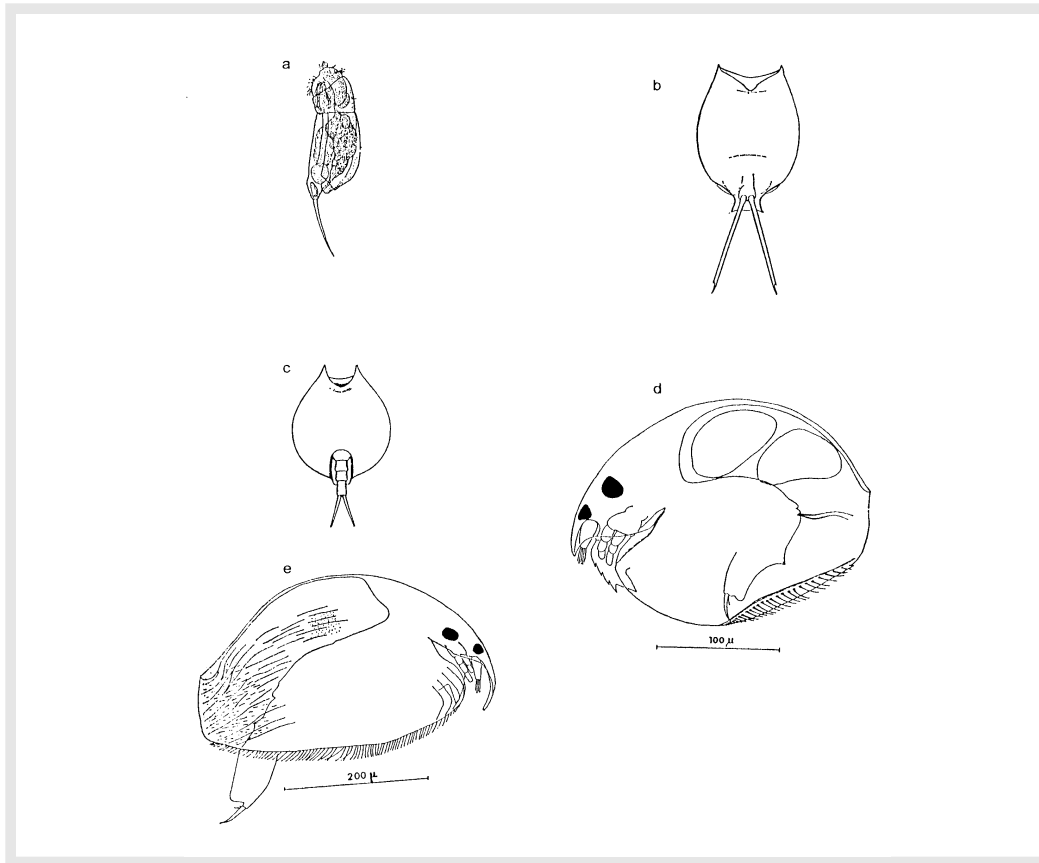
FITOPLANKTON



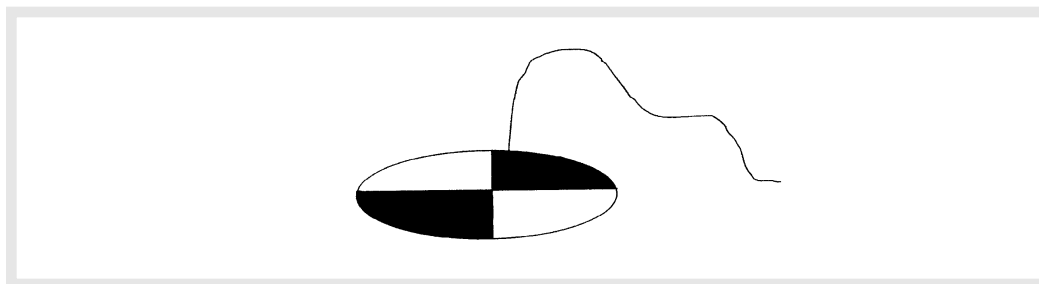
- | | | |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| a. <i>Tetraspora</i> sp. | b. <i>Volvox aureus</i> . | c. <i>Pleodorina spherica</i> . |
| d. <i>Selenastrum gracile</i> . | e. <i>Eudorina elegans</i> . | f. <i>Coelastrum microporum</i> |
| g. <i>Scenedesmus quadricauda</i> | h. <i>Pediatrum boryanum</i> | i. <i>Closterium lanceolatum</i> |
| j. <i>Closterium parvulum</i> | k. <i>Cosmarium binum</i> | l. <i>Micrasterias radians</i> . |

Figura
11

ZOOPLANCTON

a. *Cephalodella gibba*.
d. *Chydorus sp.*b. *Lecane leontina*.
e. *Pleuroxus sp.*c. *Lepadella sp.*Figura
12

DISCO SECCHI

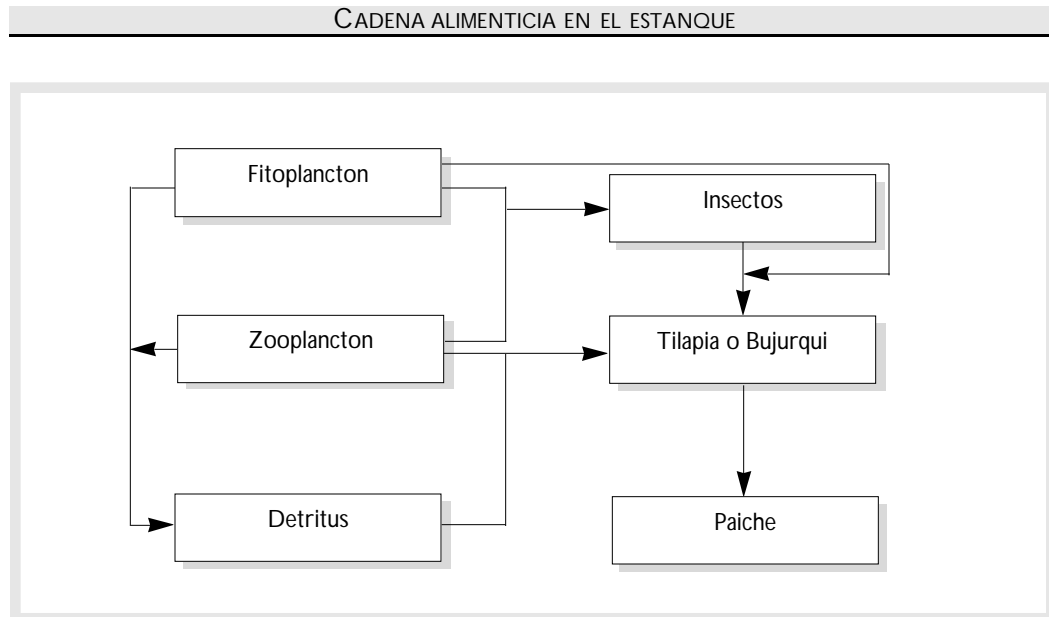


El disco Secchi es un disco de fierro o acrílico de 20 cm de diámetro, con sus cuatro cuadrantes pintados de blanco y negro en forma alterna. En el centro del disco se instala una argolla para fijar una cuerda de 2 m de longitud, graduada en tramos de 10 cm, y en la parte inferior del disco se fija un lastre de plomo para darle el suficiente peso y facilitar su hundimiento en el agua (Fig. 12).

Las mejores producciones de peces en cultivo se obtienen cuando la visibilidad del disco Secchi varía de 30 a 60 cm. Cuando la visibilidad del disco es menor de 30 cm la producción planctónica es alta y deriva en altas producciones de oxígeno disuelto durante el día y bajas concentraciones durante la noche, y, por otro lado, cuando la visibilidad del disco es mayor de 60 cm significa que las concentraciones de plancton son muy bajas y la luz penetra hasta el fondo en las zonas someras de los estanques favoreciendo el crecimiento de las plantas acuáticas macrofíticas, que no son utilizadas para la producción de peces.

Además de los componentes del plancton, en los ambientes acuáticos se desarrollan otros organismos tales como los insectos, que también participan en el proceso de producción acuática.

Figura
13



En la Fig. 13 se resume las interrelaciones entre estos organismos y los peces que se desea producir.

Los factores más importantes para la producción planctónica en los estanques son los nutrientes inorgánicos (oxígeno, fósforo, nitrógeno, azufre, potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, cobalto, cloruro y otros), siendo los más importantes el fósforo, que regula la producción planctónica, seguido del nitrógeno, carbono y potasio.

Para elevar la disponibilidad de nutrientes en el estanque, en especial de los limitantes más frecuentes, tales como fósforo, nitrógeno y potasio, se recurre a técnicas de fertilización para aportar estos nutrientes. El fósforo se encuentra en el mercado en varias formas y marcas por eso es preferible expresarlo en términos de P_2O_5 . Según las experiencias de Costa de Marfil la cantidad necesaria de P_2O_5 por hectárea de estanque por mes es de 27

kg. Si en el mercado se encuentra el superfosfato triple, por ejemplo de 45% de P_2O_5 , la dosis necesaria se calcula mediante una regla de tres simple:

$$\begin{array}{r} 100 \text{ kg.} \text{ -----} 45 \text{ kg.} \\ x \text{ -----} 27 \end{array}$$

$$x = \frac{100 \times 27}{45}$$

$$x = 60 \text{ kg. de superfosfato triple/ha/mes}$$

De otro lado, la dosis mínima para el nitrógeno es de 60 kg. por hectárea de estanque por mes y a diferencia del fósforo se mineraliza rápidamente, permaneciendo en suspensión de 8 a 10 veces más tiempo que el fósforo.

4.4 Oxígeno disuelto

El oxígeno es uno de los factores más importante que regula la calidad del agua en los estanques de cultivo de peces. Su solubilidad varía con la temperatura del agua. Con el rango de temperatura de 25 a 35 °C la solubilidad del oxígeno varía entre 8 y 7 miligramos por litro (mg/l). Sin embargo, la concentración normal del oxígeno en el agua es menor que su solubilidad. Cuando se da el caso de que la concentración sea igual a la solubilidad se dice que el agua está saturada de oxígeno.

Figura

EFECTOS DE LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO EN EL CULTIVO DE PECES

14

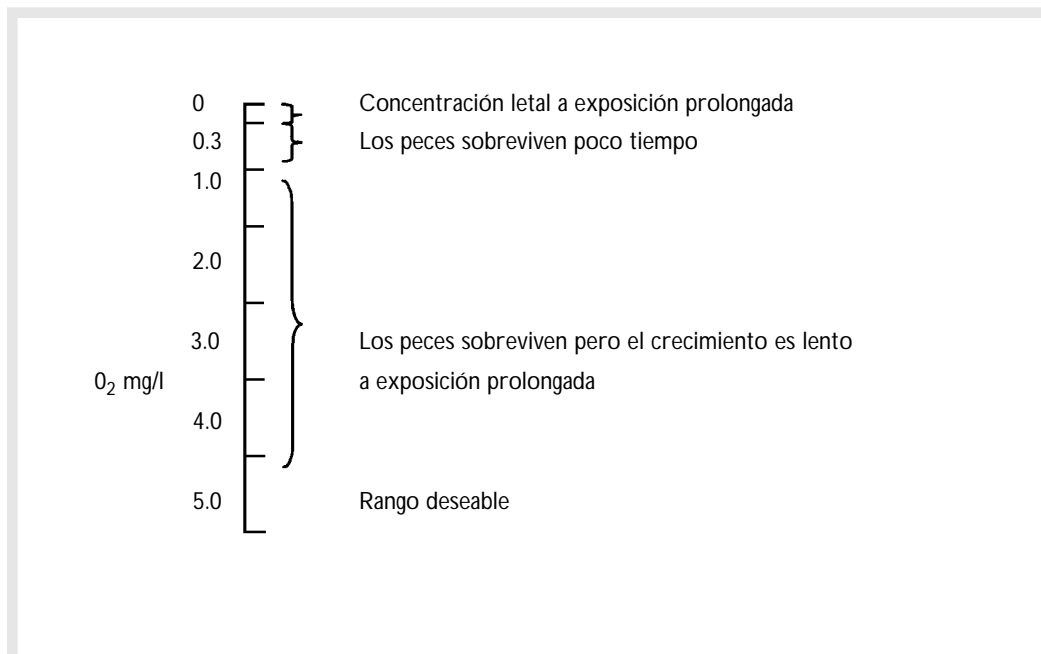
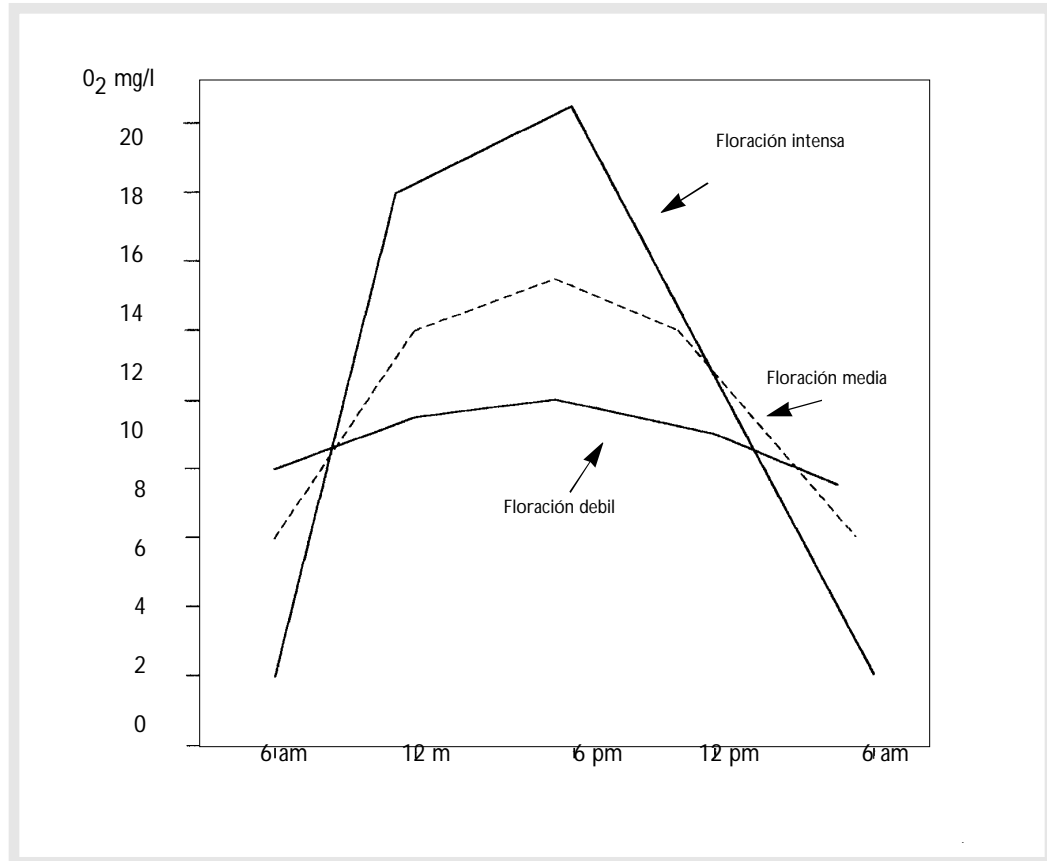


Figura
15

VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO
SEGÚN LA INTENSIDAD DE FLORACIÓN DE PLANCTON EN EL ESTANQUE



4.5 pH

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno y sirve para indicar la capacidad de reacción ácida o básica del agua.

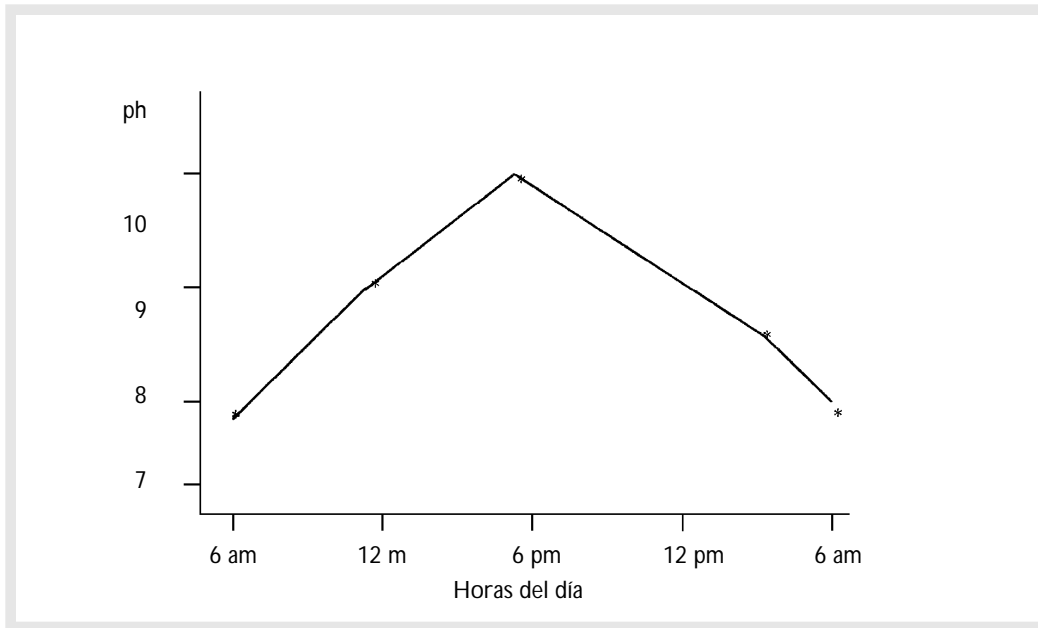
Los valores del pH varían de 0 a 14. El punto medio tiene un valor de 7 y en este nivel se dice que el pH del agua es neutro. Cuando los valores del pH son menores de 7 se dice que el pH del agua es ácido y cuando son mayores de 7 se dice que el pH del agua es básico.

El pH del agua natural es fuertemente influenciado por la concentración del dióxido de carbono que actúa como una sustancia ácida.

El fitoplancton y todas las plantas acuáticas fijan el dióxido de carbono durante el día y contribuyen a su incremento durante la noche, por esta razón se producen variaciones de pH a través del curso diario, observándose altos niveles durante el día y bajos durante la noche. Por eso es una buena práctica hacer mediciones de pH en las primeras horas de la mañana y al final de la tarde a fin de conocer el cuadro de distribución diaria de este factor.

Figura
16

VARIACIÓN DEL pH EN EL CURSO DIARIO EN UN ESTANQUE DE PISCICULTURA

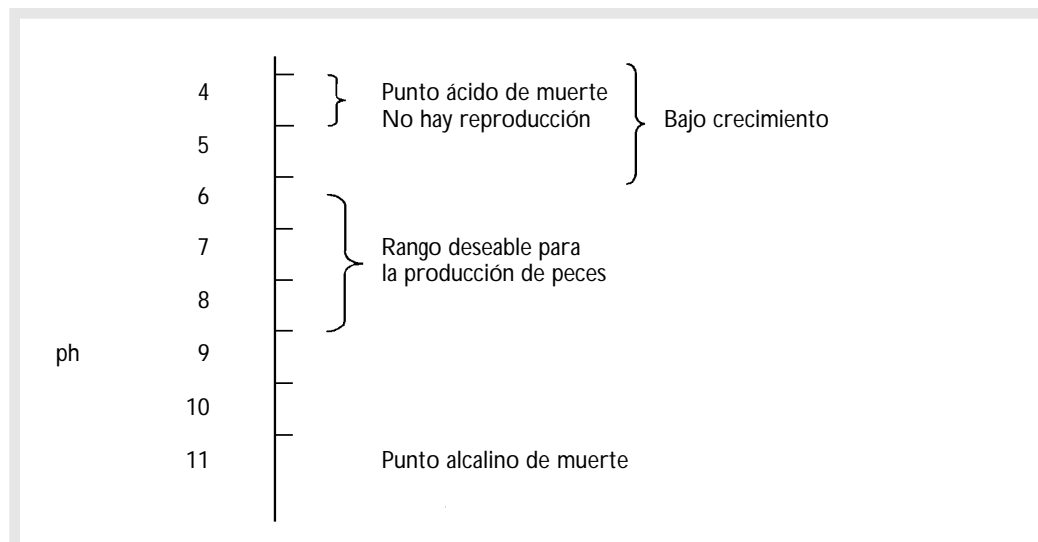


De otro lado en el curso anual los valores de pH también presentan variaciones observándose valores bajos durante la estación de lluvias y los valores más altos durante la estación seca.

Los niveles óptimos de pH para el cultivo de peces están comprendidos entre 6,5 y 9. Valores inferiores o superiores a estos niveles son inadecuados para los peces en cultivo debido a que se produce bajo crecimiento. Los niveles letales de pH son menores a 4 o superiores a 11, debido a que se produce excesiva acidez o alcalinidad, respectivamente.

Figura
17

EFFECTOS DEL pH EN EL ESTANQUE DE CULTIVO DE PECES



4.6 Nitrito

La presencia del nitrito en los estanques se debe a la nitrificación, en la que el amonio derivado de la excreción y de la descomposición de la materia orgánica es oxidado a nitrito. Sin embargo, el nitrito también puede derivarse de la reducción del nitrato por acción de las bacterias anaeróbicas del fango del fondo del estanque.

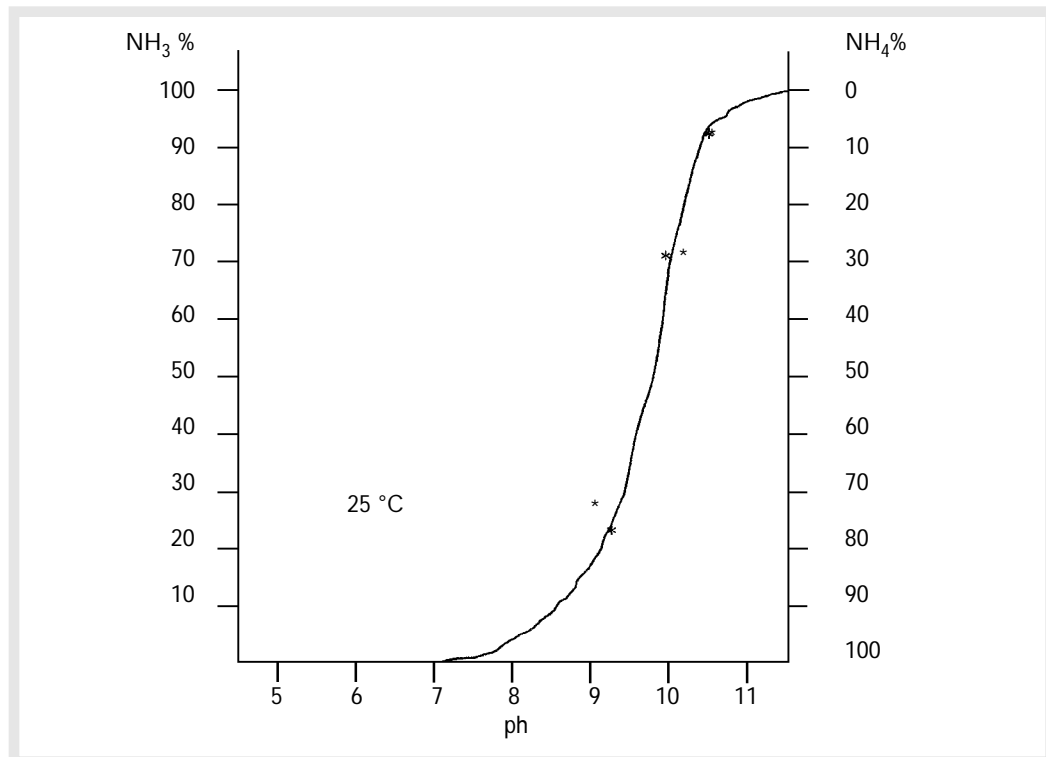
Cuando el nitrito es absorbido por los peces, reacciona con la hemoglobina formando metahemoglobina, y hace que la sangre pierda su capacidad de transportar oxígeno para los procesos biológicos. Por eso en exposición prolongada a nitrito se puede llegar a la hipoxia y a la cianosis. La sangre con apreciable cantidad de nitrito es de color marrón, dando lugar a la “enfermedad de la sangre marrón”. La concentración letal de nitrito varía con las especies y con la temperatura. La adición de calcio y cloruro al agua de cultivo reduce la toxicidad del nitrito en los peces.

4.7 Amonio

El amonio se encuentra presente en los estanques como un producto del metabolismo de los organismos y como resultado de la descomposición de la materia orgánica por medio de las bacterias.

Figura
18

CONCENTRACIÓN DE NH_3 Y NH_4^+ SEGÚN LA TEMPERATURA Y EL pH



El nitrógeno amoniacal en el agua se encuentra en forma no ionizada como amoníaco (NH_3), o en forma ionizada como amonio (NH_4^+). En la forma no ionizada es tóxico y los peces sólo pueden soportar pequeñas cantidades, que varían con el tiempo de exposición (0,6 a 2,0 mg/l). Sin embargo, en la forma ionizada no es tóxico, salvo que se encuentre presente en grandes concentraciones. El pH y la temperatura interactúan con el nitrógeno amoniacal y, en cierta forma, regulan la presencia de uno u otro ion.

4.8 Plantas acuáticas

Durante la implementación de los cultivos se presentan con frecuencia en los estanques diversas plantas acuáticas, tanto flotantes como emergentes, que limitan las operaciones de alimentación y captura de los peces, y la fertilización de los estanques, entre otros aspectos.

Entre las plantas flotantes más frecuentes en la Amazonia se encuentran: *Salvinia auriculata*, *Eichornia crassipes*, *E. Azurea*, *Pistia stratiotes* y *Wolffia sp.*, que alcanzan a cubrir totalmente el espejo de agua del estanque, siendo necesaria su erradicación.

La forma más simple para eliminar estas plantas es manualmente, empujándolas de un extremo a otro del estanque a través de la película de agua, mediante una vara flotante que puede ser el peciolo de la hoja del aguaje (*Mauritia flexuosa*), y una vez concentradas en un extremo del estanque se arrojan a tierra y sirven para formar materia orgánica.

En los estanques someros se presentan también las plantas enraizadas emergentes, que también limitan las operaciones de pesca, alimentación y fertilización, por lo que también se requiere su eliminación.

Existen medios químicos para eliminar la vegetación acuática en general, pero generalmente resultan caros y difíciles de aplicar.