

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar**

“Diseño de un programa curricular en Acuicultura Rural de pequeña escala aplicado a la enseñanza en colegios agropecuarios”

**TESIS DE GRADO**

Previo la obtención del Título de:

**BIOLOGO**

Presentada por:

Emilio José Castro Mejía

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2010

## AGRADECIMIENTO

A Dios y a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al M.Sc. Marco Álvarez G., (Director de Tesis), Ing. Yahira Piedrahita y el Ing. Ecuador Marcillo por sus invaluable comentarios y ayuda

## DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

## TRIBUNAL DE GRADUACION



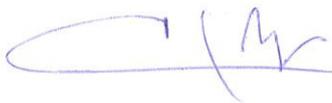
---

M.Sc. Jerry Landivar  
DECANO DE LA FIMCM  
PRESIDENTE



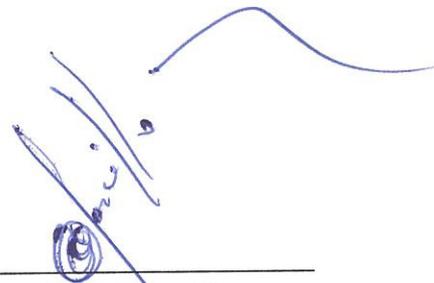
---

M.Sc. Marcos Álvarez  
DIRECTOR DE TESIS



---

Ing. Héctor Ayón  
MIEMBRO PRINCIPAL



---

Ing. Ecuador Marcillo  
MIEMBRO ALTERNO

## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITENICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



---

Emilio José Castro Mejía

## RESUMEN

La Acuicultura rural fue descrita por primera vez por Liu Xun en circa 889-904 AD (Cai et al. 1995), quien se dio cuenta de los beneficios que se presentaban al caer las lluvias en el campo, ayudando a cultivar los peces a la vez que estos crecían , fertilizaban el suelo y ayudaban así en los sembríos de arroz.

La Acuicultura se describe según la FAO (2001) como: “...*el cultivo de organismos acuáticos, incluidos peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. El cultivo implica algún tipo de intervención en el proceso de desarrollo para mejorar la producción, como la siembra regular, alimentación, protección de depredadores, etc.*”. El desarrollo de la Acuicultura en el Ecuador ha estado usualmente asociado a piscinas con grandes extensiones y realizadas por empresas que manejan un enorme volumen de producción.

La Acuicultura rural a pequeña escala (ARPE) ha sido una actividad generalmente poco conocida, en cuyo desarrollo el Estado ha tenido poca participación. A pesar de esto, la ARPE se ha desarrollado en diversas regiones del país, tales como en la región Amazónica con distintas

especies nativas e introducidas, y en la Sierra, donde se cultiva la trucha arcoiris.

En Ecuador, el extensionismo se ha venido dando como un proceso paulatino de adaptación hacia las comunidades más necesitadas, ya algunas instituciones como la ESPOL, CENAIM y otras de carácter privado han ido desarrollando programas en pequeña escala en ciertos lugares del país.

Actualmente, la ARPE se está impartiendo mediante programas realizados por la Subsecretaría de Acuicultura a través de talleres sobre Acuicultura rural básica, en todo el país, como un plan de transferencia de tecnología para brindar a las personas otra alternativa económica y de sustento que sea rentable, de bajo costo y al menor tiempo posible.

Así mismo el gobierno ya ha iniciado planes de cambio en la educación superior, mediante el SENPLADES, que plantea realizar cambios, que vayan ligados desde el colegio hasta las universidades, se decir generar verdaderos sistemas de orientación vocacional y articulando el sistema educativo a la realidad social y a los procesos de desarrollo, que en este caso es el crecimiento de la acuicultura rural de pequeña escala.

El escaso aprovechamiento de manera sostenible a nuestras tierras; y la riqueza y biodiversidad de nuestro país, hacen de la Acuicultura rural un gran objetivo a alcanzar en poco tiempo, ya que se ha ido despertando interés en muchos agricultores en esta actividad y los programas de extensionismo han venido mejorando la capacidad y metodologías para este fin.

Este tema de tesis intenta recopilar y promover todas estas experiencias adquiridas en extensionismo aplicado a la Acuicultura rural básica, mediante la difusión correcta por medio de un Manual instructivo que facilite la transferencia de tecnología hacia los alumnos de los colegios, mediante docentes preparados para impartir el conocimiento sobre Acuicultura, ya que somos un país que posee un gran potencial acuícola, cuya importancia debe fomentarse desde el colegio a través de un programa de Acuicultura rural básica, el cual se fomentará y se aplicará como materia de conocimiento básico, en los quintos cursos de los colegios agropecuarios del Ecuador.

# INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
INDICE DE FOTOS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE CUADROS.....	VIII
CAPITULO 1.....	1
1.1    Introducción.....	1
1.2    Acuicultura global.....	4
1.2.1    Historia.....	6
1.2.2    Historia de la Acuicultura en el Ecuador.....	9
1.2.3    Acuicultura rural.....	18
CAPITULO 2.....	22
2.1    Concepto de Extensionismo.....	22
2.2    Metodología para capacitar en Acuicultura rural.....	25
2.3    Programa curricular del ARPE aplicado a colegios agropecuarios.....	29
CAPITULO 3.....	32
3.1    Manual de Piscicultura rural a pequeña escala.....	32
3.2    Sugerencias para el uso de este manual.....	33
3.3    Acuicultura básica.....	35

3.3.1	Selección del lugar .....	36
3.3.2	Suelo .....	36
3.3.3	Fuente de agua .....	39
3.3.4	Río y canal de riego.....	40
3.3.5	Pozo. ....	42
3.3.6	Transparencia.....	44
3.4	Infraestructura Básica del Cultivo .....	45
3.4.1	Las partes básicas de una piscina son:.....	46
3.4.2	Ingreso del agua.....	46
3.4.3	Salida del agua.....	48
3.4.4	Fondo de la piscina. ....	50
3.4.5	Muros .....	51
3.5	Construcción de piscinas.....	56
3.5.1	Pasos .....	56
3.5.2	Vías de acceso.....	60
3.5.3	Provisión de alevines.....	60
3.5.4	Clima. ....	62
3.6	Biología.....	64
3.7	Tilapia.....	66
3.7.1	Biología básica de la tilapia .....	66
3.7.2	Adaptaciones y ventajas de la especie.....	67
3.8	Cachama .....	71
3.8.1	Biología básica de cachama.....	71
3.8.2	Ventajas de la especie .....	72
3.8.3	Adaptaciones de la especie.....	73
3.9	Chame .....	76
3.9.1	Biología Básica del chame .....	76
3.9.2	Adaptaciones y ventajas de la especie.....	77
3.9.3	Parámetros óptimos .....	80
3.9.4	Alimentación.....	80

3.10	Bocachico .....	82
3.10.1	Biología básica del bocachico .....	82
3.10.2	Adaptaciones de la especie.....	84
3.10.3	Reproducción Artificial.....	85
3.10.4	Alevines.....	86
3.10.5	Alimentación.....	87
3.11	El medio acuático .....	88
3.11.1	Oxígeno disuelto.....	89
3.11.2	El Oxígeno disuelto y los peces-su relación .....	91
3.11.3	Factores bajan el oxígeno en una piscina. ....	94
3.11.4	Cómo evitar el descenso de oxígeno en la piscina.....	96
3.11.5	Temperatura.....	97
3.11.6	PH .....	98
3.11.7	Alcalinidad .....	101
3.11.8	El Amonio.....	102
3.11.9	El Amoniaco .....	103
3.12	Fertilización y desarrollo de organismos acuáticos en una piscina.....	107
3.12.1	Fertilización .....	108
3.12.2	Fertilizantes. ....	111
3.12.3	Niveles de aplicación.....	112
3.12.4	Determinación de la fertilización.....	117
3.12.5	La cadena alimenticia en una piscina.....	118
3.12.6	La aplicación de cal en los suelos de la piscina. ....	120
3.13	Siembra de alevines .....	122
3.13.1	Densidad de siembra.....	125
3.13.2	Fauna presente .....	127
3.14	Alimentación suplementaria de peces .....	130
3.14.1	Notas importantes de recordar sobre el alimento suplementario.	

3.14.2	Proteínas.....	133
3.14.3	Lípidos.....	134
3.14.4	Carbohidratos.....	135
3.14.5	Tasas de alimentación.....	135
3.14.6	Forma y hora de alimentación.....	140
3.14.7	Conversión de alimento.....	141
3.14.8	Manejo del alimento y almacenaje.....	141
3.15	Cosecha.....	143
3.15.1	La cosecha final.....	144
3.15.2	La cosecha continua.....	144
3.15.3	Otros Métodos.....	145
3.15.4	Artes de Pesca.....	146
3.15.5	Sistema de Cosecha.....	149
3.16	Programa de producción y costos estimados.....	150
3.16.1	Costo de construcción de una piscina de 0,1 ha.....	151
3.16.2	Condiciones.....	151
3.16.3	Uso de balanceado.....	151
3.16.4	Protección para los peces.....	153
3.17	Aspectos legales, técnicos y ambientales que se deben cumplir para la autorización de cultivos acuícolas.....	154
3.17.1	Acuerdo 338, 26 septiembre 2007.....	155
3.17.2	Codificación de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero (Codificación 7, H. Congreso Nacional. RO N° 15, del 11 de Mayo de 2005).....	156
3.17.3	Autorización para ejercer la actividad.....	156
3.17.4	Requisitos.....	157
3.17.5	Valores de tasa de Autogestión.....	158
CAPITULO 4.....		160
4.1	Discusión.....	160

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	162
Conclusiones.....	162
Recomendaciones.....	164
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	

## ABREVIATURAS

A.C.	Antes de Cristo
cm.	Centímetro
Ca	Calcio
Cc	centímetro cúbico
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
°C	Grados centígrados
Hb	Hemoglobina
H <sub>2</sub> O	Agua
H <sub>2</sub> S	Sulfuro de hidrogeno
Kg	Kilogramos
Lb/ha	Libras por hectáreas
Mg	Miligramos
mt	Metros
NH <sub>3</sub>	Amoniaco
NH <sub>4</sub>	Amonio
Nv	Nombre vulgar
Nc	Nombre científico
O <sub>2</sub>	Oxigeno
OH	Hidroxido
ppm	Partes por millón
TAN	Total de medida de amoniaco mas el amonio
ton-ha-año	Toneladas por Hectárea al Año
TM	Toneladas Métricas

## INDICE DE FOTOS

Foto # 01	Realizando una captura de Cachama ( <i>Colossoma macropomum</i> ) en una piscina de cultivo.....	32
Foto #02	Piscina de tierra o estanque de tierra de 40 m. x 25 m. en Naranjal, provincia del Guayas nótese la entrada de agua y la vegetación que la rodea.....	35
Foto #03	Canal de abastecimiento con tubería PVC para permitir ingreso de agua.....	42
Foto #04	Estructura para incrementar en el nivel de oxígeno del agua proveniente de un pozo profundo.....	43
Foto #05	Determinado la transparencia con el disco Secchi.....	44
Foto # 06	Piscina de tierra o estanque de tierra de 40 m. x 25m. en Churute, provincia del Guayas.....	45
Foto # 07	Ingreso de agua a través de tubos PVC.....	46
Foto # 08	Muros bien contruidos y muros mal contruidos.....	55
Foto # 09	Tanque de oxígeno usado en preparación de fundas con alevines.....	62
Foto # 10	Colocando en gavetas la tilapia roja <i>Oreochromis nilótius</i> .....	64
Foto #11	Tilapia roja, <i>Oreochromis nilótius</i> .....	66
Foto # 12	Tilapias rojas, <i>Oreochromis nilótius</i> , en una piscina.....	67
Foto #13	Cachama de 300 gramos de peso, cultivada por 120 días .....	71
Foto # 14	Cachama Negra, <i>Piaractus brachipomus</i> .....	73
Foto # 15	Chame, <i>Dormitator latifrons</i> .....	76
Foto #16	Colocación de Chame en gavetas para su venta.....	78
Foto # 17	Chame sobreviviendo en poco agua.....	79
Foto # 18	Bocachico, <i>Ichthyoelephas humeralis</i> .....	82
Foto # 19	Varias especies recién cosechadas listas para comercializar.....	84
Foto # 20	Ordeña de macho.....	85
Foto # 21	Ordeña de hembra.....	85
Foto # 22	Incubadores de aluminio.....	86
Foto # 23	Bocachicos en estanques.....	87
Foto #24	Agricultores realizando una pesca o cosechaparcial.....	147

Foto #25	Levantando la red de pesca mientras se realiza una cosecha parcial para distribuir al mercad local de la provincia de Guayas.....	147
Foto #26	Hilos finos para la protección de los peces.....	153

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01	Oxigenación del agua a través de pendientes o cascadas.....	39
Figura 02	Diagrama de talud, entrada y salida de agua de una piscina.....	46
Figura 03	Entrada de agua con bomba .....	47
Figura 04	Entrada y salida de agua.....	49
Figura 05	Diferencias entre un fondo apto y un fondo no apto.....	51
Figura 06	Dique construido en una zona de suelo impermeable hecho con materiales impermeables.....	52
Figura 07	Dique construido en una zona de suelo permeable y hecho con núcleo con materiales impermeable de otro sitio.....	53
Figura 08	Medidas generales de un muro.....	54
Figura 09	Construcción del fondo de la piscina.....	58
Figura 10	Proceso para empacar alevines para el transporte.....	60
Figura 11	Bolsa para el transporte alevines.....	61
Figura 12	Espectro de alimentación de una cachama.....	74
Figura 13	Densidad optima.....	80
Figura 14	Pasos para fertilizar una piscina .....	81
Figura 15	Distribución del bocachico del Ecuador .....	82
Figura 16	Efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre peces de agua caliente en cultivo. ....	91
Figura 17	Peces cerca de la superficie por falta de oxígeno en la piscina .....	93
Figura 18	Escala de pH para peces.....	97
Figura 19	Fertilización con abono.....	109
Figura 20	Fertilización natural de una piscina.....	110
Figura 21	Algas microscópicas.....	111
Figura 22	Pirámide alimenticia de una piscina.....	115
Figura 23	Determinación de la fertilización de manera artesanal de una piscina.....	117
Figura 24	Organismos del zooplancton.....	118
Figura 25	Insectos acuáticos.....	119
Figura 26	Aclimatación y siembra de alevines.....	123
Figura 27	Proceso de siembra.....	124
Figura 28	Encierro de peces conocido como "hapa".....	125
Figura 29	Diferentes densidades de alimentación.....	123
Figura 30	Ejemplo en el cual otra especie favorece a otra, lo cual no se lleva a cabo mucho en nuestro país.....	127
Figura 31	Alimentación por "boleo" .....	140
Figura 32	Muestro con atarraya.....	143

Figura 33	Cosecha final.....	144
Figura 34	Cosecha continua.....	144
Figura 35	Otro método de cosecha.....	145
Figura 36	Modo alternativo de pesca.....	146
Figura 37	Red de pesca.....	148
Figura 38	Partes de una piscina.....	149

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.-	Superficie total bajo cultivo, especies cultivadas y área dedicada a las distintas especies (1983).....	14
Cuadro 2.-	Resultados sobre abastecimiento y consumo de pescado...	16
Cuadro 3.-	Producción y consumo proyectado en toneladas de peso vivo.....	17
Cuadro 4.-	Malla curricular de colegio agropecuario.....	29
Cuadro 5.-	Módulos afines a la especialización.....	30
Cuadro 6.-	Componentes del modulo de piscicultura Básica propuesto.....	31
Cuadro 7.-	Programa de producción de tilapia 1,000 m <sup>2</sup> .....	70
Cuadro 8.-	Producción de cachama 1000 m <sup>2</sup> .....	75
Cuadro 9.-	Niveles de tolerancia de Alcalinidad para los peces.....	101
Cuadro 10.-	Niveles máximos del amoniaco total (mg/l).....	104
Cuadro 11.-	Porcentaje de proteína en cachama y tilapia.....	134
Cuadro 12.-	Taza de alimentación de peces omnívoros.....	136
Cuadro 13.-	Calculo de volumen en jarra plástica.....	139
Cuadro 14.-	Alimento consumido en los meses de cultivo.....	141
Cuadro 15.-	Costos de construcción de una piscina.....	152
Cuadro 16.-	Ley de pesca para ejercer actividad acuícola.....	157
Cuadro 17.-	Valores de pago para ejercer la actividad.....	158

# CAPITULO 1

## 1.1 Introducción

Así como los primeros humanos fueron aprendiendo desde el Neolítico las actividades relacionadas con la Agricultura y la ganadería, el cultivo del agua es aun poco explotada. Sin embargo en la antigüedad se aplicaban pequeños cultivos en aguas dulces y marinas, como los romanos y galos que cultivaban ostras; o los chinos que sabían cómo mantener producciones de carpas en cautividad hace 3500 años antes de Cristo; al igual que en Babilonia, Grecia y Roma hace 1400 A.C.

Actualmente la Acuicultura pasa por un proceso de transición que va hacia un futuro más sustentable el cual podría sustituir a la pesca, así como la ganadería reemplazó a la caza. Una característica que dota a la acuicultura de grandes posibilidades de explotación, es la superficie de cultivo que se podría disponer para esa actividad (1).

Existen varios métodos de producción en esta actividad dependiendo de las alteraciones que se realizan en el medio, o el control que se establece sobre el mismo. El más simple de todas ellas es el cultivo extensivo, realizado en aguas naturales en las cuales no se alteran en absoluto sus condiciones ambientales. Estas actividades se realizan también en aguas naturales, pero en este caso se impide el escape de los animales cerrando sus salidas.

Así mismo la Acuicultura para ser desarrollada de forma más precisa se necesita tener una base o comienzo, mejorando las tecnologías y manejo en los cultivos, mediante extensionismo aplicado en una base rural, como es la Acuicultura rural básica, que implementa un sistema en la cual se empieza con una mínima inversión, y se recupera en poco tiempo, utilizando solo una especie dependiendo del lugar y las condiciones del medio.

Para el correcto uso y aplicación de esta actividad se necesita de capacitaciones, de un extensionismo enfocado a mejorar, incentivar y ayudar al sector rural en Acuicultura, mediante un manual que les ayude a comprender el manejo y funcionamiento de la actividad piscícola.

El objetivo de crear un manual que pueda dirigir hacia un mayor entendimiento, incentivando a una manera nueva de pensar a través de la enseñanza de los colegios agropecuarios en donde se forman las actitudes y

las vocaciones, es decir dirigir la enseñanza de la Acuicultura rural en extensionismo hacia los alumnos a nivel nacional en un programa curricular; debido la importancia de la Acuicultura como medio de auto sustento y como parte importante de la producción y divisas que genera. Si esta actividad puede palear o sustituir a la pesca artesanal que produce 40 millones para el mercado externo, y 100 millones para el consumo del mercado interno, las expectativas de iniciar la Acuicultura rural de pequeña escala son enormes considerando que el Ecuador es un país netamente agrícola y que por ende depende en su gran mayoría del sector rural. (SRP, 2008)(2).

Este tipo de desarrollo a pequeña escala no ha sido tomado en cuenta en los planes de desarrollo, a pesar de existir un gran interés del sector rural por participar en una nueva actividad que diversifique tanto su producción como los riesgos inherentes en las actividades agrícolas, además de proporcionar una fuente de ingreso y alimento adicional.

En distintos países del Sudeste de Asia, la incursión en ARPE por parte de pequeños agricultores con piscinas de no más de 2 hectáreas ha tenido mucho éxito, contribuyendo a mejoras en la dieta de sus habitantes rurales por medio del aumento en consumo interno de pescado; y como fuente de productos de calidad para exportación, como es el caso de los bagres del género *Pangasius sp.* en Vietman (Edwards 2002)(3).

Un ejemplo de la enorme importancia y éxito de ARPE es el rol que ha proporcionado en el desarrollo del sector rural de China, donde pasó de 1.21 millones de TM en 1978 a 20.00 millones de TM en 1997. En la India, esta actividad ha servido para satisfacer los mercados locales, donde pasó de 788.310 TM en 1987 a 1.768.422 TM en 1996 (Martínez 1999) (4).

Es importante ver a la Acuicultura como parte del proceso de desarrollo en el agro y no como un ente separado y comprender que esta actividad ayudará a complementar el ingreso y las actividades que se llevan a cabo en este sector. Sólo de esta manera ARPE puede ayudar a diversificar el riesgo que se tiene en la actividad agrícola y no crear una dependencia hacia una nueva actividad.

## **1.2 Acuicultura global**

La Acuicultura se describe según la FAO (2001) como: *“el cultivo de organismos acuáticos, incluidos peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. El cultivo implica algún tipo de intervención en el proceso de desarrollo para mejorar la producción, como la siembra regular, alimentación, protección de depredadores, etc.”*. El desarrollo de la Acuicultura en el Ecuador ha estado usualmente asociado a piscinas con grandes extensiones y realizadas por empresas que manejan un enorme volumen de producción (5).

La Acuicultura, es la ciencia y arte del cultivo de organismos acuáticos. Considerada como la producción, procesamiento y venta de organismos biológicos de un sistema acuático (6). Cualquiera que sea el criterio utilizado, la Acuicultura ha demostrado ser un método sustentable y práctico para aumentar la producción de los rubros alimentarios acuáticos.

Es decir que la Acuicultura comprende el conjunto de las actividades de producción de vegetales y animales en agua dulce o marina. Estas se caracterizan por una intervención humana más o menos marcada, destinada a incrementar la producción natural del medio. En síntesis y con una definición sencilla y resumida, podemos decir que la acuicultura es el cultivo o la crianza de animales vivos y/o de vegetales acuáticos.

En tal sentido, podemos clasificar la Acuicultura según el específico tipo de riesgo, como ser:

- Piscicultura: es la correspondiente a la crianza intensiva de peces en cautiverio.
- Carcinicultura: es la correspondiente a la crianza de camarones, es decir, a crustáceos de la familia *Penaeidae*.
- Algacultura: es la correspondiente a la cultivo de algas, tales como las microalgas, como el fitoplancton y las macrófitas.

- Conchicultura: es la correspondiente a la crianza de ostras, conchas, mejillones (7).
- Ranicultura: es la correspondiente a la crianza de ranas.

### **1.2.1 Historia**

Desde tiempos muy antiguos existe la Acuicultura, como en la antigua China donde existen referencias de practicas de cultivo de carpas (3.500 años A.C.), así como en Babilonia, Egipto, Grecia y Roma, 1.400 años A.C. y en el año 475 A.C. se dicto el primer tratado sobre el cultivo de carpas, realizado por el chino Fang-li (Acuicultura en Ecuador, 2010) (8).

La crianza tropical de camarones se generó en los años setenta y se desarrolló en los años ochenta permitiendo que los países costeros del mundo tropical adquirieran fuertes divisas, sin que ello tenga repercusiones en los precios del consumidor final.

En el curso de los últimos 20 años, la Acuicultura ha progresado en unos 12 millones de toneladas (pasando de 5 a 17 millones de toneladas de producción anual), mientras que la pesca, en el mismo período de tiempo, ha progresado en 30 millones de toneladas anuales (pasando de 69 a 99 millones de toneladas anuales)(9).

El promedio per cápita mundial del consumo proveniente de la Acuicultura está establecido aproximadamente en los 18 Kilogramos, en comparación con los 32 Kg. del consumo promedio mundial per cápita proveniente de las carnes (fundamentalmente por el consumo de pollo y cerdos) (10).

Desde la década de los ochenta adquirió tanta importancia que desde el punto de vista del seguro económico de las instalaciones y de la producción de la Acuicultura fue desarrollado e intensificado. Noruega, país pionero en la producción de salmón, ha sido uno de los primeros en tomar esta cobertura de seguro.

Los primeros años fueron los de la edad de oro: los márgenes eran importantes, los problemas eran casi inexistentes y las condiciones de seguro eran interesantes.

Luego, vinieron las dificultades técnicas y económicas debidas principalmente a las enfermedades, el cambio climático y a las algas tóxicas.

Estos fenómenos se produjeron primero en Noruega y enseguida afectaron a otros mercados relacionados con el desarrollo de los criaderos de salmón (Reino Unido, Irlanda, Islas Feroe, Canadá, Chile, etc.)(11).

Al principio, los resultados negativos para el sector del seguro fueron como consecuencia de una importante competencia entre un gran número de aseguradores, donde prevalecía el menor costo del seguro en desmedro de la especialización, con suscripciones inadecuadas y sin contar con un sólido respaldo asegurador y reasegurador.

No obstante, hoy en día a nivel mundial se está obteniendo una notable mejoría en la comercialización de este seguro, debido a: La comprensión, cooperación y apoyo de todas las partes intervinientes (Asegurados, aseguradores, productores asesores; brokers de Seguros y de Reaseguros; Inspectores de riesgos, especialistas en Acuicultura, Ingenieros hidráulicos, reaseguradores; difusión de las revistas especializadas y cooperación de las entidades intermedias y de los organismos gubernamentales).

La profesionalización del mercado y del producto, donde prevalecen los actores especializados. La existencia de adecuados equipamientos y la creación de nuevas vacunas que ayudan a prevenir y/o combatir enfermedades (11).

### **1.2.2 Historia de la Acuicultura en el Ecuador**

La Acuicultura en el Ecuador es de relativamente reciente desarrollo. En el último decenio, esta actividad ha recibido un impulso importante a partir de la explotación en salitrales y tierras altas cultivando camarón blanco.

La explotación pesquera en aguas continentales, presenta una incógnita en su desarrollo y en su potencialidad de convertirse en una actividad productiva que origine alimentos ricos en proteínas y a bajo costo.

Algunos organismos de carácter público y privado han iniciado proyectos encaminados a fortalecer la actividad piscícola en varias regiones del país y para darnos una idea de cómo esta podría incidir en la producción nacional, se presentan en forma resumida los resultados de las consultas directas sobre abastecimientos y consumo de pescado realizados por la Misión FAO/BID en 1998 (Cuadro 2).

Los orígenes de la Acuicultura en el Ecuador se remontan a 1873 en la provincia del Chimborazo donde se intento cultivar peces por primera vez, en 1928 se cultivo trucha arco iris en Machangala en Quito, y para 1973 se crea la Subsecretaria de Recursos

Pesqueros para que administre las instalaciones piscícolas que quedaron a cargo en 1962 por parte de la Dirección de General de Pesca (Arregui, Benalcázar, Guerrero. 2010) (12).

Cuando el Instituto Nacional de Pesca utilizó cinco criaderos en el centro de Chirimachay, en la Provincia del Azuay; este centro contó con nueve piletas de incubación y siete de alevinaje con una producción de 100 000 alevines/año.

En adición, algunos organismos públicos, pero autónomos, han desarrollado programas piscícolas, como es el caso de PREDESUR (Programa Regional Ecuatoriano para el Desarrollo del Sur), que comenzó en 1976 construyendo seis estaciones piscícolas cuyas funciones son proveer alevines para los programas de extensión e incluyen especies introducidas como tilapias y carpas, añadiendo a la nativa llamada chame para la zona tropical.

Esta Institución cubre tres provincias sureñas: Provincia de Loja, Provincia Oriental de Zamora y Provincia Litoral de El Oro.

Otras de las Instituciones con programas similares son el CREA que tuvo jurisdicción para las provincias de Azuay y Napo, el Rancho Ronald con apoyo del grupo 4F y Ministerio de Agricultura

y Ganadería en las provincias de Pichincha y Esmeraldas, el SEDRI (Servicio para el Desarrollo Rural Integral) en la Provincia de Esmeraldas, el CRM (Comisión para la Rehabilitación de Manabí) y la Fundación Ciencias con la Universidad Católica en la Provincia de Manabí, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en la cuenca baja del Río Guayas, CEDEGE (Comisión de estudio sobre el desarrollo de la Cuenca del Río Guayas) que en conjunto con la Dirección General de Pesca implementaron un programa piscícola en la Provincia del Guayas.

Casi todas estas instituciones advirtieron en sus programas de extensión la necesidad de orientar a la comunidad rural hacia los sistemas integrados (Agricultura, Acuicultura) en pequeños estanques de tipo familiar.

Referente a la organización del sector en el país en el año de 1983 se distinguían unas series de organismos de estado tales como: El Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos que fue el encargado de dirigir y ejecutar la política pesquera del país por intermedio de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, correspondiéndole a esta última las siguientes funciones:

- Cumplir y hacer cumplir las leyes y reglamentos referentes al sector pesquero nacional.

- Elaborar los planes y programas de desarrollo pesquero y someterlos a la aprobación del Consejo Nacional de Desarrollo Pesquero.
- Controlar y exigir el cumplimiento de las labores que deben realizar los demás organismos y dependencias del sector público pesquero.
- Coordinar las labores del sector público pesquero, así como sus relaciones con el sector pesquero privado.
- Conformar comisiones para el estudio de asuntos concernientes a la actividad y desarrollo del sector.
- Disponer la ejecución de los trámites administrativos pertinentes.
- Fomentar el crédito financiero pesquero y supervisar su utilización.
- Colaborar con los sujetos potenciales de crédito, especialmente con los del sector artesanal, en la preparación de proyectos de inversión y operación que procuren financiamiento de mediano y largo plazo.

La Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) que tuvo como unidad dependiente la Dirección General de Pesca (DGP) que mantuvo a su cargo la dirección y control de la pesca, el control de

la industria y comercialización, así como la ejecución de programas de gobierno, por ejemplo como fue el de Piscicultura.

En el año 1983 por disposición del Ministerio de Recursos Naturales y ante la proliferación de albardas por efectos del fenómeno del Niño, y, de una mayor capacidad de agua en las represas de la provincia del Guayas, se sembraron 5 millones de alevines de tilapia, siendo la primera y única vez que se realizó un programa de siembra masivo.

En la década de los 90, la tilapia era una industria sostenible ante las enfermedades que presentaba el camarón marino.

Como organismos adscritos a la subsecretaría de Recursos Pesqueros operan el Instituto Nacional de Pesca como organismo de investigación que tiene entre otros el Departamento de Investigación Básica cuya sección de Limnología tiene las siguientes funciones:

Realizar investigaciones en el medio fluvial, lacustre y de aguas represadas para establecer y controlar las interrelaciones existentes entre el medio ambiente y el comportamiento de los recursos de interés pesquero.

Participar en investigaciones sobre plancton y productividad primaria, estableciendo las relaciones con las características abióticas de las aguas continentales en coordinación con las demás unidades del Instituto.

Proporcionar la información y resultados de las investigaciones a las demás unidades del Instituto Nacional de Pesca.

Otros organismos que estuvieron adscritos a la Subsecretaría de Recursos Pesqueros fueron: la Escuela de Pesca de Manta, entidad de capacitación pesquera de mandos medios para la fase extractiva y la Empresa Pesquera Nacional (EPNA), orientada a la ejecución de proyectos sobre comercialización de los productos pesqueros.

**Cuadro 1.- Superficie total bajo cultivo, especies cultivadas y área dedicada a las distintas especies (1983)**

Especies de Agua Dulce	Lugar	Características del Cultivo
<b><u>Especies de aguas cálidas</u></b>		
<b><u>Peces locales</u></b>		
Nv: Chame Nc: <i>Dormitator latifrons</i>	Chone, Bachillero, San Antonio (Prov. Manabí) Atacames y Quinindé (Prov. Esmeraldas), Churete y Taura (Prov. Guayas)	Pez herbívoro y fitoplanctófago, su carne es blanca y representa el 70% de su peso. Resistencia a baja calidad de agua (<1 mg /1 DO) de CO <sub>2</sub> , gastan energía en mantenerse en densidades de 45 ind/m <sup>3</sup> , su distribución es entre agua dulce y salitres. Area aproximada cultivada 200 ha. No se reproduce en estanques.
Nv: Bocachico Nc: <i>Ichthyoelephas humeralis</i>	Cuenca Hidrográfica del Guayas	Pez fitófago, de valor comercial alto, no existe registro de manejo Acuacultural, pero si existen experiencias en pequeños estanques necesitando por ej.: valores mayores a 4 mg/1 de O <sub>2</sub> y aguas "limpias". Probablemente existe 20 ha cultivadas. No se reproducen en estanques.

Nv: Vieja Azul Nc: <i>Aequidens rivulatus</i> y otros cíclidos	Cuenca Hidrográfica del Guayas, Río Santiago y Río Amazonas	Pez omnívoro, de resistencia a bajos niveles de O <sub>2</sub> y gran distribución en Ecuador. No alcanza mayores tamaños en estanques y es conseguido a bajo costo. Se reproduce en estanques.
Nv: Dama Nc: <i>Brycon dentex</i>	Cuenca del Río Guayas, Santiago y Amazonas	No se ha experimentado manejo Acuacultural alguno, es la segunda especie en valor comercial.
<u>Peces introducidos</u>		
Nv: Tilapias Nc: <i>Oreochromis niloticus</i> O. <i>mossambicus</i>	Litoral ecuatoriano, zona oriental y sierra	Fueron introducidas en 1965. Se han construido algunos estanques de tipo familiar y sirven para los programas de extensión. Las bondades técnicas son conocidas, pero no han sido difundidas. Se estima que existen unas 5000 ha en la actualidad.
Nv: Carpa común Nc: <i>Cyprinus carpio</i> , Nv: Carpa cabezona Nc: <i>Aristichthys nobilis</i> , Nv: Carpa herbívora Nc: <i>Ctenopharyngodon idella</i>	Rancho Ronald (Prov. Pichincha). PREDESUR (Prov. Loja y Zamora)	Introducidas en 1978 por PREDESUR. Existe una adaptación de su técnica Acuacultural. Es probable que existen 20 ha en cultivos.
<u>Crustáceos</u>		
Nv: Guingara, Coca Nc: <i>Macrobrachium sp</i>	Cuenca del Río Guayas, Chone, Prov. Manabí	Se ha iniciado de manera extensiva su cultivo en ciénagas a partir de hembras grávidas. No se tiene un manejo técnico conocido. Se calcula que existen unas 5 ha naturales.
Nv: Camarón Malayo Nc: <i>M. rosenbergii</i>	Prov. El Oro	Fue introducida por PREDESUR en 1978. Sólo existen reportes de Kasaoka, que no tuvo éxito en su manejo. Pocos los ejemplares que viven actualmente.
<u>Especies de aguas frías</u>		
<u>Peces</u>		
Nv: Trucha Nc: <i>Oncorhynchus mykiss</i>	Cordillera de los Andes (lagos y ríos)	Representa el potencial pesquero para la zona. Se requiere alta tecnología. El estado ha tomado a su cargo el proyecto. Cerca de 300 ha cultivadas de manera extensiva en cuerpos de aguas naturales.
Especies de Aguas Salobres	Lugar	Características del Cultivo
<u>Peces</u>		
Nv: Lisa Nc: <i>Mugil curema</i>	Golfo de Guayaquil	Pez fitófago, con técnicas de cultivos conocidos, pero no se han implementado, invaden los estanques camaroneros. Se prioriza que puede ser un potencial pesquero para el consumo interno. No es posible cuantificar las hectáreas por que no se han constatado estanques para su cultivo exclusivo.
<u>Crustáceos</u>		
Nv: Camarón blanco Nc: <i>P. vannamei</i> , <i>P. stylirostris</i>	Litoral ecuatoriano (salitrales, manglares, tierras altas)	Este es el principal recurso para la acuicultura en Ecuador, representa un 60 % del total de exportaciones del sector pesquero. Existen cerca de 50 000 ha en producción y un 30 % más proyectadas con un promedio de 810 kg/ha/año de cola de camarón en su fase extensiva. El costo actual por hectárea es de 5 952 dólares EE.UU., y el monto alcanzado por exportación fue 129 727 000 dólares EE.UU. con un total de 17 000 t para 1982.

Nv: Cangrejo rojo Nc: <i>Ucides occidentalis</i>	Litoral Ecuatoriano especialmente en el estuario del río Guayas	Es comercializado en grandes cantidades. A manera extensiva se controla el recurso al ser capturados sólo los machos. El manglar y los bajos de sedimentos es su hábitat, se calcula unas 2 000 ha disponibles.
<u>Moluscos</u>		
Nv: Ostión, Nc: <i>Crassostrea columbiensis</i> Nv: Mejillón, Nc: <i>Mytilus guyanensis</i> Nv: Concha prieta, Nc: <i>Anadara tuberculosa</i>	Litoral Ecuatoriano en los estuarios principalmente	No son significativos en la actualidad en la comercialización por la destrucción paulatina de su hábitat. Sólo mencionamos a manera de información para tomar medidas posteriores.

Nv: Nombre vulgar      Nc: Nombre científico

Fuente: Informes 1984 nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina. FAO (13).

## Cuadro 2.- Resultados sobre abastecimiento y consumo de pescado

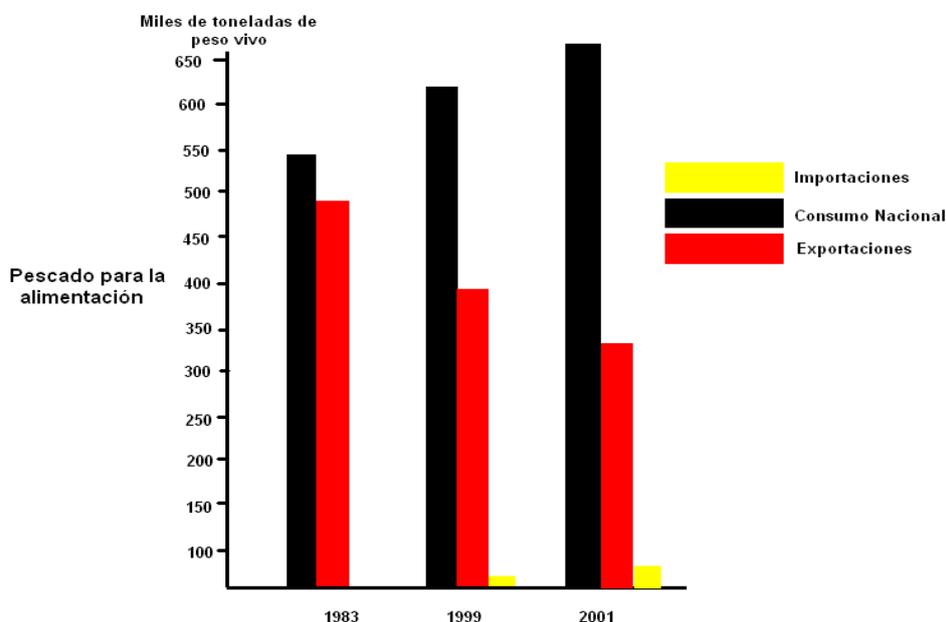
Ciudades	Pescado de Mar (t)				Pescado de río (t)	
	Fresco	Congelado	Seco-salado	Ahumado	Fresco	Total
REGION SIERRA:						
Ambato	168	75	-	-	77	320
Riobamba	252	-	140	-	138	530
Cuenca	400	-	-	-	-	400
Ibarra	24	10	-	-	16	50
Quito	760	465	300	75	-	1 600
REGION COSTA:						
Quevedo	50	-	-	-	60	110
Guayaquil	3 550	450	800	-	400	5 200
Esmeraldas	500	-	-	-	-	500
Machala	300	-	-	-	-	300
Manta	700	-	100	-	-	800
Portoviejo	750	-	150	-	-	900
REGION ORIENTAL:						
?	?	-	-	-	-	?
REGION INSULAR:						
?	?	-	?	-	?	?
TOTAL (t)	7 454	1 000	1 490	75	691	10 710

Fuente: (FAO/BID/98) (14).

En las estadísticas sobre pesquerías ecuatorianas, por primera ocasión aparecen los datos referentes al consumo de pescado fresco proveniente de las cuencas hidrográficas que representan el 6.45 por ciento del consumo total de pescado.

Esto hace suponer que de acuerdo a la proyección de producción y consumo de pescado en toneladas de peso vivo, existe una diferencia a cubrir que bien podría ser suministrada por especies provenientes del sector piscícola.

**Cuadro 3.- Producción y consumo proyectado en toneladas de peso vivo**



Fuente: **Situación de los productos de la pesca en Ecuador, disponible en [www.infopesca.org/...libre.../Congreso de Acuicultura Parte1.pdf](http://www.infopesca.org/...libre.../Congreso_de_Acuicultura_Parte1.pdf) - Editado por el Autor. (15)**

### **1.2.3 Acuacultura rural**

La Acuacultura rural a pequeña escala (ARPE) ha sido una actividad generalmente poco conocida, en cuyo desarrollo el estado ha tenido poca participación (16). A pesar de esto, la ARPE se ha desarrollado en diversas regiones del país, tales como en la región Amazónica con distintas especies nativas e introducidas, y en la Sierra, donde se cultiva la trucha arco iris.

La literatura de ARPE generada a raíz de las experiencias asiáticas resalta que el éxito de la incursión de pequeños agricultores en esta actividad está en la transferencia de tecnología similar a la que ya usan, de bajo costo y que guarde proporción con sus recursos (Martínez 1999) (4). Es por esto que se debe evitar llevar esta actividad hacia una economía de capital-intensivo, ello la dejaría fuera del alcance de muchos pequeños agricultores.

En gran parte, una de las principales causas de que esta actividad realizada por pequeños agricultores no haya progresado es el concepto errado de que solamente con un alto nivel técnico y un significativo capital se puede realizar Acuacultura; además del inaceptable descuido que grandes sectores de la población

ecuatoriana han sufrido en el pasado, como es el caso del pequeño agricultor.

Los problemas que han frenado el desarrollo de la Acuicultura a pequeña escala en el mundo han sido analizados por diferentes autores, pero vale destacar algunos puntos mencionados por Martínez (1999) (4), ya que esto nos permitirá evitar este mismo tipo de situaciones. Entre los puntos más destacados están:

- Demasiada importancia a los aspectos técnicos en detrimento de los sociales y económicos.
- Falta de comprensión de las necesidades y prioridades de los productores.
- Pretender que la extensión se base sólo en servicios especializados en Acuicultura en vez de hacerlo en servicios agrícolas que incluyan Acuicultura entre las actividades a realizarse.
- Falta de semilla (alevines) para las personas interesadas en ingresar en la actividad.
- Promoción de sistemas que a menudo compiten con las otras actividades de la granja en vez de ser o hacerlas complementarias.

- Organización inadecuada de grupos de productores.

### **1.2.3.1 Proyectos que se realizan en el Ecuador**

La Subsecretaría de Acuicultura, entidad adscrita al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), ha identificado mediante un informe emitido por la misma Subsecretaría de Acuicultura del enorme potencial de muchos agricultores de pequeña y mediana escala que están interesados en incursionar en esta actividad. Es así que durante los años 2007 y 2008 se realizaron varios talleres de capacitación en Acuicultura básica rural para las tres regiones del área continental del país (Informe emitido por la Subsecretaría de Acuicultura - Dirección de Proyectos y Cooperación Internacional (DCPI)).

Utilizar esta experiencia piloto como un ejemplo de Acuicultura rural-artesanal en las zonas afectadas por las inundaciones y otras áreas dónde se necesita desarrollo en el agro. Proveer actividades alternativas para la población del sector rural.

Proveer fuentes de alimentación e ingresos económicos extra a los pobladores del sector. Principalmente proveer una fuente de proteína animal a bajo costo y complementar la alimentación.

### **1.2.3.2 Especies que se cultivan**

- Ya existe experiencia en el país en el cultivo de Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y tilapia (*Oreochromis niloticus*). Existen experiencias en el Litoral con buenos resultados, como en El Coca, Lago Agrio, Tenguel y Babahoyo. (Subsecretaria de Acuicultura-DPCI).
- Las especies han demostrado buenas conversiones alimenticias, entre 1,2:1 a 1,3:1 de conversión (*Piaractus brachypomus*) y entre 1,5:1 a 1,6:1 de conversión (*Oreochromis niloticus*).
- El pienso conocido como balanceado que se usa comprende entre el 50-60% del costo final de producción, por lo que es importante controlar los costos.
- Se espera que se siembren 15.000 alevines/ha (1.500 alevines en 0,1 ha)

# CAPITULO 2

## 2.1 Concepto de Extensionismo

### MULTIPLICACION

- Conocimiento

### DESARROLLO

- HABILIDADES

### FORMACION

- LIDERES

*Es la multiplicación del conocimiento que desarrolla nuevas habilidades en la formación de líderes para lograr un resultado.*

Obviamente que este concepto transferencista llega a América Latina, de la mano de las acciones desplegadas en los Estados Unidos por el Servicio de Extensión del Departamento de Agricultura.

Se han sucedido los modelos de desarrollo agropecuario y en ellos la cuestión de la extensión siempre ha estado presente, sustentada en diferentes lógicas conceptuales, generando estructuras y esquemas

operativos diversos.

A partir de la década del 50, al reconocerse que las diferencias productivas entre agricultores y regiones se debían a la aplicación de conocimientos, se da énfasis al modelo basado en la difusión, que permitiría por su adopción un mejor equilibrio entre los productores. Los mecanismos de intervención, por su lado, encontraron sustento en los estudios y propuestas de la sociología rural, para caracterizar pasos y clasificar tipologías de agricultores partiendo de sus actitudes ante la adopción.

En Ecuador, el extensionismo se ha venido proporcionando como un proceso paulatino de adaptación hacia las comunidades más necesitadas, algunas instituciones como la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM), y el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) y otras de carácter privado han ido desarrollando programas en pequeña escala en ciertos lugares del país.

Actualmente, la ARPE se está impartiendo mediante programas realizados por la Subsecretaría de Acuicultura a través de talleres sobre Acuicultura rural básica, en todo el país, como un plan de transferencia

de tecnología para brindar a las personas otra alternativa económica y de sustento que sea rentable, de bajo costo y al menor tiempo.

Así mismo el gobierno ha iniciado planes de cambio en la educación superior, mediante la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), que plantea realizar cambios, que vayan ligados desde el colegio hasta las universidades, se decir generar verdaderos sistemas de orientación vocacional y articulando el sistema educativo a la realidad social y a los procesos de desarrollo, que en este caso es el crecimiento de la acuicultura rural de pequeña escala.

El escaso aprovechamiento de manera sostenible a nuestras tierras; y la riqueza y biodiversidad de nuestro país, hacen de la Acuicultura rural un gran objetivo a alcanzar en poco tiempo, que se ha ido despertando interés en muchos agricultores en esta actividad y los programas de extensionismo han venido mejorando la capacidad y metodologías para este fin.

## **2.2 Metodología para capacitar en Acuicultura rural**

Se propone así mismo la siguiente metodología:

El Proyecto se llevará a cabo con un número reducido de productores piloto que serán seleccionados de acuerdo a un conjunto de criterios establecidos para este fin.

Para cada uno de los países se propone la formación de una Dirección Ejecutiva apoyada por un Ente Coordinador. Se trata de aprovechar las capacidades de las diferentes instituciones que operan en la zona en campos afines a la actividad acuícola. No se trata de crear un nuevo organismo sino de asignar funciones específicas a cada uno de los existentes.

Dichas instituciones aportarán recursos financieros, humanos y materiales de acuerdo con sus posibilidades y capacidades. El resto del financiamiento deberá provenir de posibles donantes locales, regionales, nacionales o internacionales.

El Proyecto celebrará convenios con las instituciones antedichas para poder así ofrecer a los productores la asistencia técnica necesaria (incluyendo la formulación de cada uno de los proyectos individuales) así como alternativas válidas para resolver los problemas de obtención de insumos, crédito y comercialización. Cuando no exista ninguna institución capaz de resolver

alguno de los problemas, se celebrarán contratos con empresas privadas que puedan dar el servicio en cuestión.

El Proyecto celebrará convenios con los productores pioneros seleccionados en los cuales se establezcan los derechos y deberes de ambas partes. El proyecto deberá obtener las respuestas que busca y cuidar al mismo tiempo que la actividad sea rentable para el productor.

La relación proyecto-productor no deberá distorsionar la verdadera relación costos/beneficios, de manera que en el futuro la misma actividad pueda ser llevada a cabo por el productor sin el concurso del proyecto y sin que cambie la rentabilidad.

La Institución seleccionada como Dirección Ejecutiva para la implementación del Proyecto deberá actualizar el presente documento y formular la versión final del Proyecto Piloto. Los resultados de la ejecución de este último servirán para preparar un “Plan General de Desarrollo de la Acuicultura Rural tipo II” en toda el área seleccionada.

Se espera que como seguimiento del ejercicio, los Entes Coordinadores de cada uno de los países procedan a mejorar el diagnóstico y a iniciar las negociaciones con las Instituciones del lugar a fin de conseguir el financiamiento y los servicios necesarios.

En el Ecuador se realizan estas capacitaciones utilizando estas metodologías, en convenio con el Programa de las Naciones Unidas, a través de la Subsecretaría de Acuicultura, mediante la Dirección de Proyectos y Coordinación Internacional, realizándose a partir del 2008, comenzando por la provincia del Guayas (Programa de las Naciones Unidas. Subsecretaría de Acuicultura. DPCI).

La Subsecretaría de Acuicultura, entidad adscrita al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), ha dado seguimiento a esta actividad mediante proyectos y capacitaciones al sector rural.

Una de las principales necesidades que se pudieron identificar al realizar estos talleres es la de un sistema de extensionismo de Acuicultura debido a la escasez de personal para capacitar e informar a los interesados. Principalmente considerando el gran número de pequeños agricultores interesados en una nueva actividad, un patrón comúnmente observado en las tres regiones visitadas.

En coordinación con las demás instituciones del MAGAP se han planificado una serie de talleres de capacitación orientados a preparar a los futuros extensionistas en Acuicultura, quienes serán los encargados de la labor de capacitación para una mayor difusión de la actividad.

Los objetivos de los talleres para extensionistas preparados por la Subsecretaría de Acuacultura, son:

- Tratar de integrar ARPE dentro del desarrollo agrícola y no tratarla como una actividad separada de los demás procesos económicos que suceden en el sector agrícola.
- Desmitificar que sólo aquellos que estudiaron determinadas carreras universitarias pueden saber y enseñar sobre cómo iniciarse en esta actividad.
- Aprovechar la infraestructura y el recurso humano con el que ya cuenta el MAGAP en el área agrícola para extender la labor de extensionismo.
- Aprovechar el recurso humano con el que cuentan otros Ministerios involucrados en los procesos de desarrollo social para que ellos también puedan participar en el proceso de extensionismo.

Es solamente a través del conocimiento de nuestras fortalezas y debilidades que podemos superar los problemas, y solamente apoyándonos los unos a los otros podremos avanzar en nuestro principal objetivo de ayudar a aquellos que más necesitan del conocimiento para poder superar su actual situación económica.

## 2.3 Programa curricular del ARPE aplicado a colegios agropecuarios

En el Ecuador los colegios agropecuarios, se han ido desarrollando en base a la Agricultura, y actualmente se esta implementando la enseñanza de la industria en el manejo de productos lácteos, es decir procesamientos, pero sin duda alguna no hay un énfasis en la piscicultura básica que es en si el ARPE; algunos de los colegios agropecuarios mas relevantes son el Colegio técnico Agropecuario Eugenio Espejo en Carchi, el Colegio Agropecuario Padre Miguel Gamboa en El Coca y el Colegio Agropecuario Galo Plaza Lasso en Daule. Como ejemplo de que materias se imparten como especialización a partir de los quintos cursos, que en donde comienza a dictarse materias agropecuarias; veremos el pensum del Colegio Agropecuario Galo Plaza Lasso.

**Cuadro 4.- Malla curricular de colegio agropecuario**

COLEGIO FISCAL TECNICO AGROPECUARIO					
"GALO PLAZA LASSO"					
2do. Diversificado Explotaciones Agropecuarias – Año 2010					
Horas	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
7:30- 8:30	Manejo racional del ganado	Mecanización e innataciones	Cultivos herbáceos	Química	Sociales
8:30- 9:30				Agrotecnología	Org. y Gest.
9:30- 10:30					
10:30- 11:30	Biología	Agrotecnología	Org. y Gest.	Matemáticas	Ingles
11:30- 12:30	<b>RECREO</b>				
12:30 13:30	Química	Matemáticas	Lenguaje	Cultura Física	Estadística
13:30-14:30					
14:30-15:30	Cultura Física	Estadística	Ingles	Biología	Química
15:30-16:30					
16:30-17:10					

**Cuadro 5.- Módulos afines a la especialización**

<b>MODULOS</b>
MANEJO RACIONAL DEL GANADO
MECANIZACION E INSTALACIONES
CULTIVOS HERBACEOS
<b>PISCICULTURA BASICA</b>

Fuente: Colegio Agropecuario Galo Plaza Lasso, Daule. (17)

Inserción del programa curricular como modulo en la especialización de agropecuario.

El programa curricular encajaría como un modulo, como se aprecia el Cuadro 4, ya hay 3 módulos existentes de los cuales según el horario de este colegio son dos horas y media de teoría y una hora practica los lunes, martes y miércoles. Viendo este modelo de enseñanza podríamos crear el “Modulo de Piscicultura Básica” en 6 componentes.

**Cuadro 6.- Componentes del modulo de Piscicultura básica  
propuesto**

<b>Selección del lugar</b>	Suelo	Tipos
	Agua	Fuentes
<b>Infraestructura</b>	Partes de una piscina	Construcción
<b>Biología</b>	Especies de peces	Tilapia, bocachico, chame y cachama
<b>Manejo</b>	Siembra	Fertilización
	Alimentación	Cosecha
<b>Economía</b>	Venta	Comercialización
<b>Legal</b>	Leyes	Permisos

El orden escogido para cada componente y cada tema, es técnico, primero seleccionaremos el lugar, dependiendo del suelo y del agua, luego veremos las partes de una piscina y como se construyen, después entraremos al manejo que es lo mas relevante de esto dependerá en gran parte el éxito de nuestro cultivo y así sucesivamente hasta llegar al la biología de cada especie. Se Irán realizando el 50% teórico y el otro 50 % en campo según lo amerite cada tema,

# CAPITULO 3

## Modulo de Piscicultura básica

### 3.1 Manual de Piscicultura rural a pequeña escala



Foto # 01.- Realizando una captura de Cachama (*Colossoma macropomum*) en una piscina de cultivo

Cortesía de Xavier Romero Martínez

## **3.2 Sugerencias para el uso de este manual**

El “Manual para Extensionista” está dividido en varios capítulos cuyo objetivo es presentar los conceptos básicos de ARPE. En cada sección constan los objetivos de la presentación, pequeñas sugerencias sobre actividades prácticas que se pueden realizar y referencias de literatura disponible para poder incrementar lo enseñado. Al final de cada tema se irán preguntas relacionadas al tema, las cuales pueden ser modificadas y agregadas algunas a gusto del instructor.

Lo importante al realizar una presentación no es solamente el conocimiento de la persona que la expone, sino la buena voluntad de compartir lo que se sabe, y el deseo de poder escuchar a los participantes. El proceso de enseñanza es una vía de dos sentidos donde tanto el instructor aprende de sus estudiantes como ellos del instructor (18).

Otro aspecto de gran importancia es saber llegar a los participantes de una manera que refleje la sencillez del expositor, y poder comunicar la información de la manera más simple posible; el uso intencional de palabras sofisticadas y términos muy técnicos no refleja necesariamente un alto nivel de conocimientos sino una falta de imaginación y creatividad.

Debido a que la intención es que este sea un documento “vivo”, el cual sea actualizado constantemente en base a las experiencias de campo, todo comentario constructivo es bienvenido.

Como es de esperarse este Manual no cubre ni puede cubrir todo el enorme conocimiento que existe sobre la Acuicultura, sino se convertiría en un tratado extensivo del tema. El objetivo principal es presentar los conocimientos básicos de como iniciarse en ARPE de una manera sencilla que esté al alcance de todo pequeño agricultor.

Debido a esto se ha simplificado y presentado de la manera más práctica posible algunos aspectos, como son los temas referentes a la calidad de agua y la biología de ciertas especies, siguiendo otros manuales como ejemplos tales como: Cultivando Especies Amazónicas-IIAP-2008, Cultivando-Chame-ECOCOSTAS-2006 y Manual Practico sobre construcción de estanques de tierra para el cultivo de peces-Cuba-1993.

Durante el ciclo de cultivo de peces pueden ocurrir enfermedades, este tema será tratado en otra publicación ya que implica el uso de tratamientos para combatir una enfermedad y se necesita primero un diagnóstico correcto antes de proceder a aplicar cualquier tipo de sustancia con el propósito de combatir un agente patógeno.

### 3.3 Acuacultura básica



**Foto # 02.-** Piscina de tierra o estanque de tierra de 40 m. x 25 m., en Naranjal, provincia del Guayas nótese la entrada de agua y la vegetación que la rodea. Cortesía de Xavier Romero Martínez

### **3.3.1 Selección del lugar**

#### **Objetivos:**

- 1. Que los estudiantes tengan los conocimientos básicos para evaluar un lugar que ellos han identificado como potencial para realizar Acuacultura.**
- 2. Intercambiar ideas con los estudiantes de maneras simples para comprobar que el lugar elegido tenga las características adecuadas para Acuacultura.**
- 3. Delinear las características y condiciones ideales de un sitio potencial.**
- 4. Reconocer las limitaciones básicas de un sitio potencial.**

### **3.3.2 Suelo**

Debido a la necesidad de retener agua en un estanque, el tipo de suelo y su constitución es de enorme importancia. Se necesitan suelos que sean de tipo arcilloso, con un mínimo de 20-30% de arcilla. Los suelos arcillosos al humedecerse se hinchan reduciendo su porosidad y evitando la filtración.

Este es uno de los aspectos más importantes al seleccionar un sitio para Acuicultura, a pesar de que existen maneras de superar los problemas causados por filtración de las piscinas mediante el empleo de plásticos; aunque se debe tomar en cuenta que su uso aumenta el costo de la construcción.

Existen dos maneras prácticas de evaluar si un suelo tiene el porcentaje de arcilla necesario para construir una piscina.

#### **3.3.2.1 Por filtración del suelo:**

- a. Se excavan varios huecos en diferentes sitios, con una profundidad de 1 m.
- b. Se escoge uno de los huecos y se llena con agua, luego se tapa para evitar la evaporación.
- c. Luego de 24 horas se llena nuevamente, se tapa y se espera otro día.
- d. Si al día siguiente el agua permanece cerca del borde se considera que el suelo es apropiado para construir una piscina.

### **3.3.2.2 Por compactibilidad:**

- a. Hacer unos huecos y extraer tierra y formar bolas con el material húmedo.
- b. Se aprieta la bola con los dedos, se lanza hacia arriba y deja caer sobre la mano.
- c. Si no se desmorona, la compatibilidad del suelo es buena para hacer una piscina o estanque.
- d. Si se desmorona hay mucha arena en la muestra, y esto podría causar problemas en la piscina, principalmente filtración.

Además de estas técnicas, la experiencia en el área por parte de las personas es de gran importancia, por información local se puede tener una idea del tipo de suelo; los agricultores usualmente recuerdan bastante bien si una parte de su terreno se mantenía inundado o no durante el invierno.

Con respecto a la topografía del terreno, lo ideal es que este tenga una pendiente natural del 0.2 al 0.5%, de tal manera que se pueda vaciar la piscina a través de una tubería en el extremo más bajo. Esta pendiente significa en la práctica que por cada 100 metros de distancia debe haber 0.2 a 0.5 metros de diferencia en el nivel del suelo. La existencia de una

pendiente natural ahorra costos, ya que no se necesitaría de una bomba de agua para vaciar la piscina durante la cosecha.

El terreno para una futura expansión debe ser considerado al hacer la primera piscina, de tal manera que no existan problemas con un rediseño de la infraestructura en caso que se desee incrementar el tamaño de la finca.

### 3.3.3 Fuente de agua

La selección del lugar donde se va a realizar el cultivo de peces es de gran importancia, lo principal es tener acceso a una fuente de agua de buena calidad. El agua puede provenir de un pozo, un canal de irrigación, una vertiente, o un río. Se necesitará suficiente agua para llenar la piscina, mantener los niveles de ésta de acuerdo al nivel de evaporación y filtración

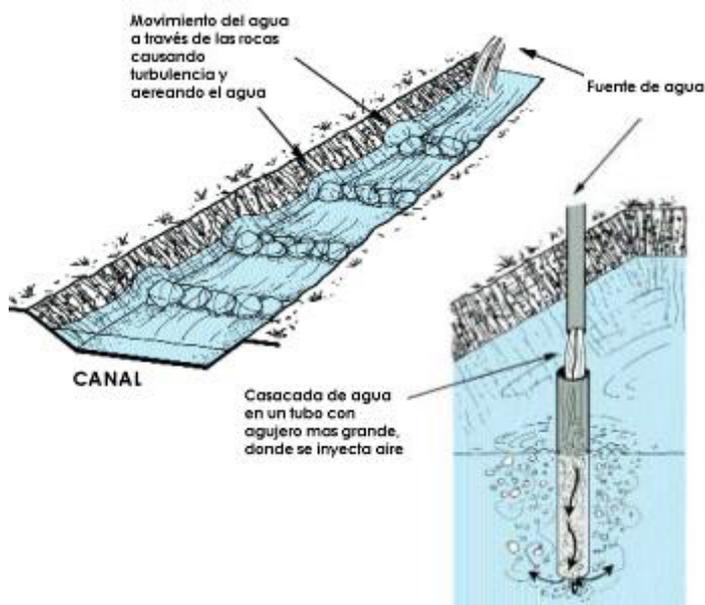


Figura 01.- Oxigenación del agua a través de pendientes o cascadas.

del área, y realizar los recambios necesarios (Figura 01).

Un buen lugar es aquel que perforando a distintas profundidades, se puede obtener del subsuelo agua dulce y de mar, o sino puede ser un pozo de playa. Si es agua de pozo deberá airearse bien haciendo que caiga en cascada, para aumentar más el oxígeno disuelto. Si es agua de mar o dulce de origen superficial, debe ser filtrada por grava y arena, hacer un estudio de la cuenca hidrográfica, y analizar si el agua contiene posibles plaguicidas por el uso agrícola.

El origen del agua influye mucho en la calidad y a su vez en el cultivo, además mientras mas cercana sea la fuente de agua mucho mejor será la obtención de la misma, dependiendo en cierto de factores externos que afecten a la fuente de agua. Lo referente a la temperatura del agua será tratado junto con el clima, ya que este determina en gran parte la temperatura que tendrá el agua para el cultivo.

#### **3.3.4 Río y canal de riego.**

En caso de que el agua provenga de una fuente a la cual otras personas tienen acceso, como es el caso de un río o un canal de irrigación, las preguntas claves que se deben hacer son:

Qué tipo de actividades se realizan en esta área?

Qué tipo de agroquímicos se usan en estas actividades?

Se eliminan estos agroquímicos al río, canal de riego o fuente de agua?

En qué épocas del año se vierten agroquímicos a la fuente de agua?

La manera más práctica de saber si se puede cultivar peces con esta agua es observar a simple vista si existen estos en la fuente de agua, es muy difícil que no hayan sido afectados si hubiera en el agua algún elemento que afecte su desarrollo. Por lo general los peces son más resistentes a los efectos de ciertos pesticidas usados regularmente en la Agricultura que los crustáceos como el camarón.

Dentro del grupo de los peces, los adultos son más resistentes que los estadios juveniles, por lo tanto la etapa en la cual se debe tener mayor atención es cuando se siembra los peces pequeños o alevines. A medida que un pez aumenta de tamaño presenta un poco más de resistencia al efecto de los pesticidas.

Se debe determinar si el río tendrá el mismo caudal durante todo el año; en caso de que éste disminuya se debe estar seguro de que el nivel del mismo será suficiente para proveer de agua a la piscina o piscinas durante la época que disminuye.

En caso de que la fuente de agua sea un canal de riego, es importante saber que esté disponible durante todo el año y hacer las mismas preguntas que para el agua de un río. Se debe recordar que, debido el bajo volumen de agua, es de aún mayor importancia conocer por dónde pasa antes de llegar a la piscina, así como que su calidad no ha sido alterada ni presenta elementos que podrían afectar negativamente a los peces cultivados (Foto #03)

### 3.3.5 Pozo.

Al igual que para el agua de una río o canal de riego, es importante conocer la disponibilidad del agua durante todo el año. En muchas ocasiones los pozos, a pesar de estar muy cercanos, pueden tener diferente calidad de agua. Es muy común que el agua de los pozos en ciertas áreas tenga niveles de hierro en estado ferroso, el cual al exponerse al oxígeno se oxida y causa la precipitación de un material rojizo (M.Sc. Xavier Romero).



**Foto #03.-** Canal de abastecimiento con tubería PVC para permitir ingreso de agua.

Esto no es un problema mayor siempre y cuando este compuesto férrico se precipite antes de entrar a la piscina. La mejor manera de garantizar esto es hacer que el agua se exponga al oxígeno ambiental mediante un sistema tipo “cascada” (Foto #04).

Este proceso también logra que el nivel de oxígeno en el agua de pozo aumente y pueda servir en el cultivo de peces. También debe vigilarse el nivel de salinidad del agua del pozo, en algunas zonas éste puede ser muy alto (superior a 7ppm) para el cultivo de ciertas especies.



**Foto #04.-** Estructura para incrementar en el nivel de oxígeno del agua proveniente de un pozo profundo. Cortesía de Xavier Romero Martínez

### 3.3.6 Transparencia

Considerada en si como una propiedad óptica del agua, a pesar de eso, va de la mano indudablemente para la determinación del origen del agua y por ende de la calidad de la misma. Si hubiera gran cantidad de materiales en suspensión, habría menos penetración de luz que implica a que halla menos desarrollo de los organismos, por consiguiente la calidad del agua no es muy buena,

pudiéndose tratar de agua de ríos o de canales de riego. De igual manera el agua subterránea al filtrarse por rocas y minerales, adquiere una mayor transparencia de mayor calidad el agua. Se determina mediante el uso de un disco Secchi (Foto #05).

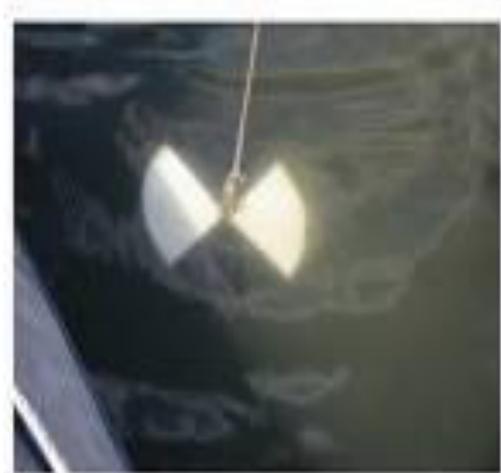


Foto #05.- Determinando la transparencia

con el Disco Secchi

Esta de aquí se lo mide con el disco de Secchi, sin embargo se puede confundir el efecto del plancton, con la acumulación de partículas en suspensión.

### 3.4 Infraestructura Básica del Cultivo

#### Objetivos:

1. Que los participantes tengan los conocimientos básicos para construir un pequeño estanque para cultivar peces.
2. Describir las partes de una piscina de cultivo y su función.



**Foto #06.-** Piscina de tierra o estanque de tierra de 40 m. x 25 m., en Churute, provincia del Guayas.

Lo ideal es que la piscina se pueda vaciar con facilidad y se pueda llenar de una manera muy simple y con el menor costo posible. Lo ideal es que una piscina sea de forma rectangular, pero si no se puede construir una

piscina de esta forma no es imposible cultivar peces si es cuadrada o de otras formas. (Figura 02) Piscina para cultivo de peces.

### 3.4.1 Las partes básicas de una piscina son:

- a. Sistema de ingreso de agua.
- b. Sistema de salida de agua.
- c. Fondo de la piscina.
- d. Muros.
- e. Sistema de cosecha de peces.

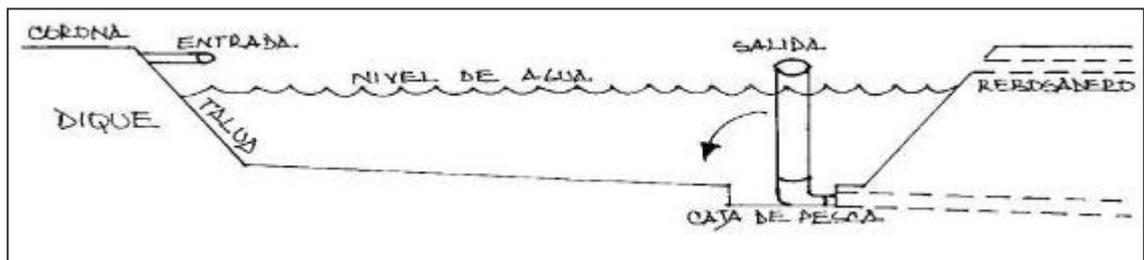


Figura 02.- Diagrama de talud, entrada y salida de agua de una piscina.

### 3.4.2 Ingreso del agua.

El agua puede ingresar a la piscina por medio de la gravedad si existe un canal de abastecimiento de agua (Foto #07), o por medio de una bomba de agua que permite la



Foto #07.- Ingreso de agua a través de tubos de PVC

entrada de agua a la piscina.

En caso que el agua entre por gravedad, se utiliza una tubería de PVC con un codo, de tal manera que se pueda regular el ingreso de agua subiendo o bajando el tubo de PVC. Para una piscina de 40 por 25 mts. (1.000 m<sup>2</sup> o 0,1 ha) con una tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro es suficiente.

En caso de usar una bomba para llenar la piscina, porque la fuente de agua se encuentra muy lejos, para una piscina de dimensiones antes descritas se puede usar una bomba de 2 a 3 pulgadas, la diferencia de usar una bomba pequeña va a ser que el tiempo de llenado de la piscina será más largo, por lo tanto no es necesario ni indispensable contar con una bomba de gran caudal. (Figura 03)



Durante el ingreso del agua se debe colocar algún tipo de malla que impida que entren peces de otras especies o peces depredadores, o algún tipo de basura a la piscina; además en caso de usar una bomba para llenar la piscina, se debe evitar

Figura 03.- Entrada de agua con bomba. Fuente FAO

que el chorro de agua caiga directamente sobre el fondo o cause algún efecto de erosión en los muros.

### **3.4.3 Salida del agua.**

El agua debería de salir por gravedad de la piscina, (esto ahorra dinero), lo ideal es colocar un codo móvil en la tubería de salida en la parte interior de la piscina, esto evita que personas extrañas se aprovechen y en un descuido bajen el nivel del agua para apropiarse de lo ajeno.

Esta tubería debe ser colocada en la piscina al mismo tiempo que se construye el muro y debe estar en el nivel más bajo de la piscina, lo cual ayuda a drenar el agua más fácilmente. Al girar el codo 90 grados se puede vaciar la piscina del agua.

Lo recomendado es que el talud sea del 0,2 al 0,5%, y el declive sea hacia el área donde está la salida de agua.

La capa de agua de los primeros 30 cm. es la más rica en oxígeno y plancton, a causa de la presencia de luz y calor que favorecen el desarrollo de microorganismos aptos para nutrir a los peces.

A medida que aumenta la profundidad disminuye la cantidad de oxígeno y puede aumentar la cantidad de amonio por la contaminación con materia orgánica.

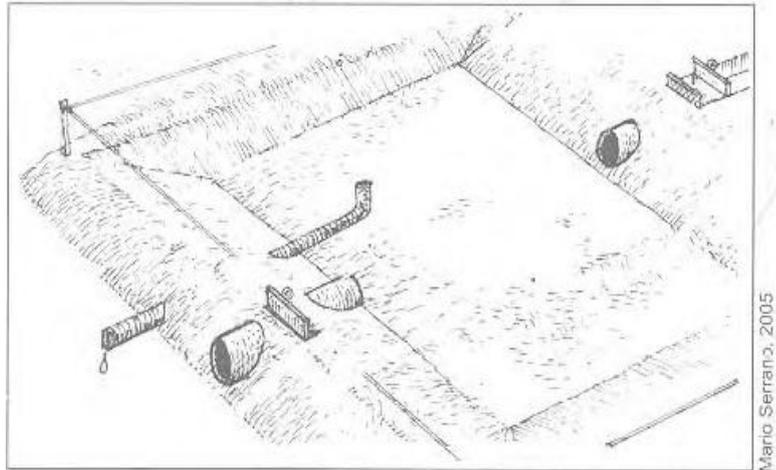


Figura 04.- Entrada y salida de agua. Fuente: Mario Serrano

Luego se construye una compuerta que se pueda abrir y cerrar, con una malla en la entrada para impedir el paso de basura y otros peces al estanque.

Es importante por esta razón que la salida del agua se haga desde el fondo del estanque para purificar el agua; por ello se extrae con caños de PVC.

El control del nivel de agua se realiza colocando tubos de desagüe que se deben instalar por debajo del talud y se lo efectúa antes de empezar la construcción del terraplén, ya que puede existir el riesgo de filtraciones. Control del nivel de agua mediante caños de PVC (Figura 04).

Se trata de un sistema muy simple que a continuación del caño de desagüe se coloca una curva de 90° y se le agrega un caño con la altura del nivel de agua que se desea tener en el estanque.

#### **3.4.4 Fondo de la piscina.**

El fondo debe ser de un material que permita retener el agua y evitar que ésta se filtre de la piscina. Al construir la piscina se debe eliminar todo tipo de material vegetal y especialmente raíces de árboles, ya que puede causar problemas de filtración de agua.

La profundidad media deberá ser 0,9 m, con un mínimo de 0,75 m y un máximo de 1,2 m. Los estanques menos profundos se calientan y mucho y dan lugar a plantas acuáticas enraizadas en el fondo

Debe ser liso el fondo, sin rocas o tocones de árboles o arbustos pues dificultarían la pesca y dañarían las redes. La pendiente debe ser suave y uniforme, de modo que cuando se vacíe el agua no queden charcos en lo que se aíslen y mueran los peces. (Figura 05).

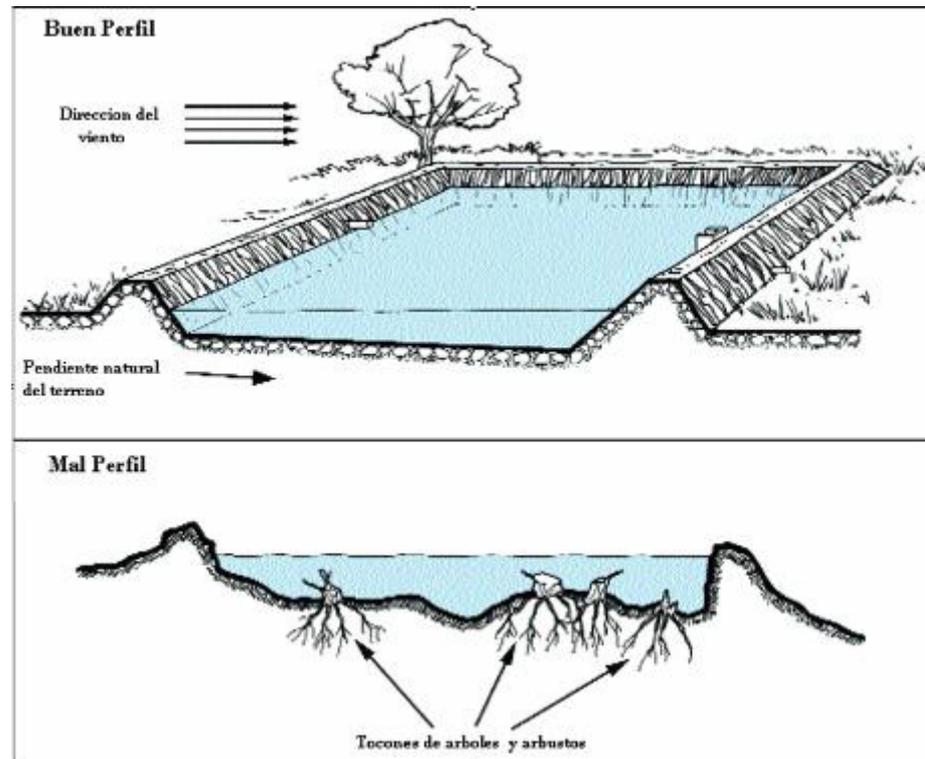


Figura 05.- Diferencias entre un fondo apto y un fondo no apto. Fuente: FAO

### 3.4.5 Muros

Los muros definen lo que va a ser la piscina donde se encuentran los peces, estos están contruidos con tierra compactada y deben tener un talud interno y externo; lo ideal es que la relación entre el dique y la base sea de 2:1, es decir que si el dique tiene 1 metro de altura su base debe tener 2 metros aproximadamente; el muro puede ser construido con maquinaria o manualmente.

Se puede construir el muro en capas de 20 a 30 cms, lo más importante es que tenga buena compactación y disminuir la porosidad de manera que no exista filtración. La altura debe ser superior al nivel máximo que se va a tener de agua en la piscina. (Figura 06 y Figura 07)

La profundidad recomendada para el cultivo de peces es entre 0.7 hasta 1.2 metros en la parte más profunda, pero si la piscina tiene un poco menos de profundidad esto no va a impedir que se realice un cultivo exitoso de peces.

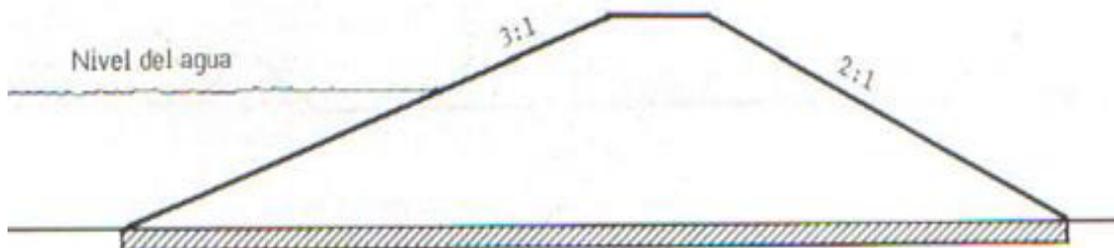


Figura 06.- Dique construido en una zona de suelo impermeable y hecho con materiales impermeables. Fuente: FAO

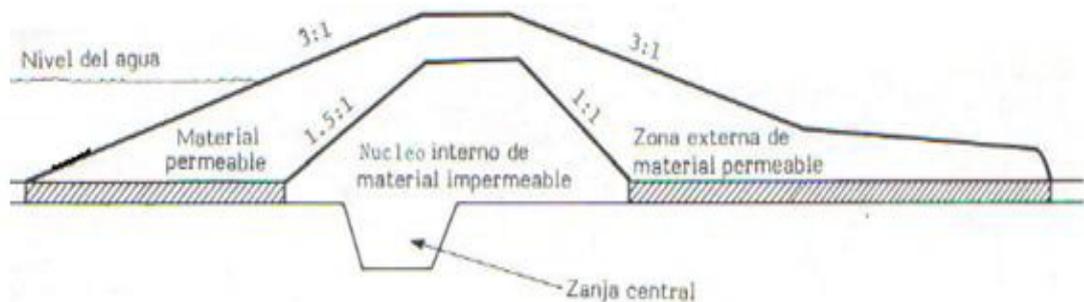


Figura 07.- Dique construido en una zona de suelo permeable y hecho con un núcleo con materiales impermeables de otro sitio. Fuente: FAO

### 3.4.5.1 Diferencias entre muros bien contruidos y mal contruidos

De igual manera si no existen los recursos económicos para hacer muros tan altos, se puede empezar con piscinas con profundidades de hasta 0.5 metros, pero se debe tener áreas con un poco más de profundidad para que los peces se puedan refugiar en caso que la temperatura aumente mucho en un día bien soleado (Foto #08).

Los diques o terraplenes por lo menos de 60 cm. más alta del nivel máximo del agua del estanque.

Los diques y el fondo de los estanques deben estar bien compactados para mejorar el máximo de retención de agua. Cuando no es un suelo impermeable, se puede hacer un núcleo central de material impermeable

compactado, obtenido de otro lugar, que debe estar por debajo del nivel del fondo del estanque.

Se debe agregar por ejemplo hierba de crecimiento rápido, enredaderas leñosas, que contribuyen a evitar la erosión, ya que estos no poseen raíces largas que podrían romper y causar pérdidas de agua (no poner o árboles o plantas grandes). Bananos, papayas y palmeras son aceptables y esta última sirve como cortaviento.

Los bordes de los estanque jamás deben ser verticales, porque independiente de las condiciones del suelo, esto conduce a una rápida destrucción de los mismos.

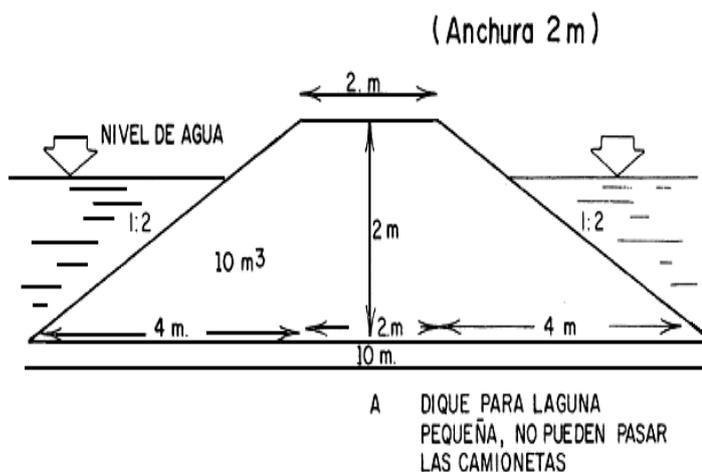


Figura 08.- Medidas generales de un muro. Fuente: FAO

Deben ser rectangulares; para facilitar el control de los depredadores, malezas y cosecha.

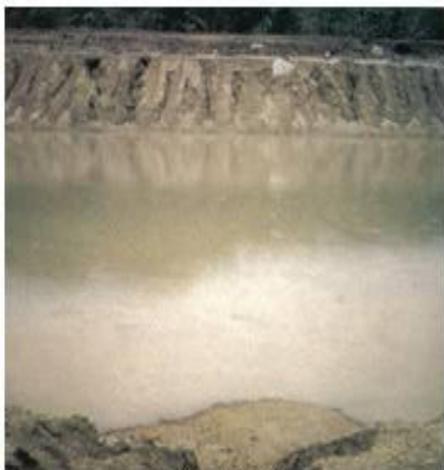
Se deben remover la tierra y acumularla para formar diques y que estos formen el muro el cual retendrá el agua. En caso de ser excavada esta de aquí no debe sobrepasar los 5 metros, ya que no es posible muestrear adecuadamente y más aun cosechar los peces.



**Diques bien contruidos, con cercos para evitar paso de bagres caminates**



**Desmoronamiento de los diques verticales**



**Erosión de los diques**



**Valla para evitar desmoronamiento**

**Foto #08.-** Muros bien contruidos y muros mal contruidos. Fuente: FAO

## **3.5 Construcción de piscinas**

### **3.5.1 Pasos**

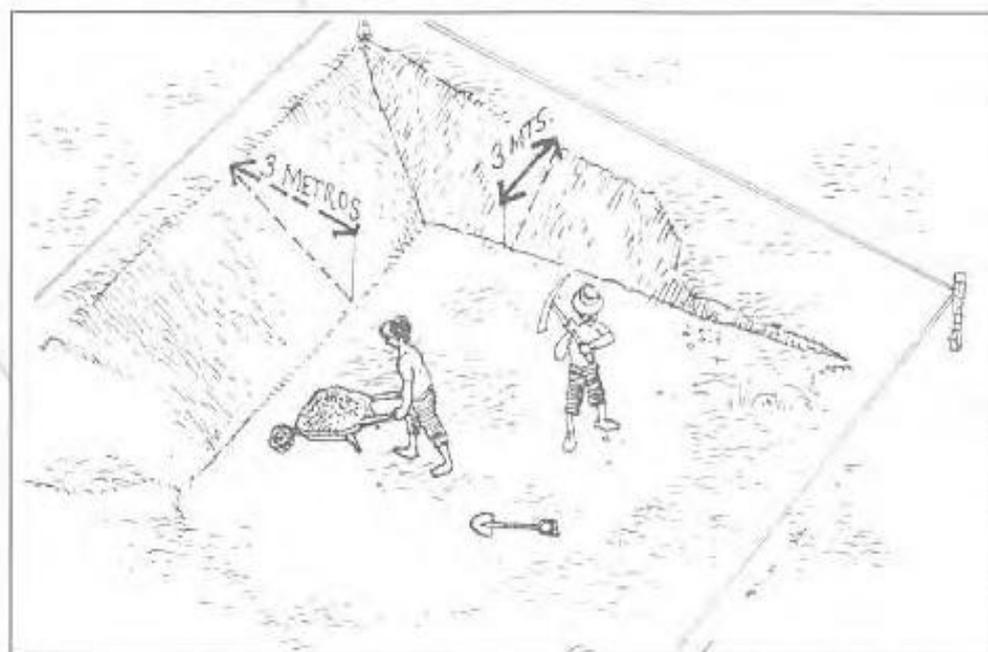
**Los pasos a seguir para la construcción de una piscina son los siguientes.**

- a) Limpieza del área: se va eliminando todas las capas superficiales orgánicas del suelo, como son: hojas, troncos de árboles, maleza seca, etc.
  
- b) Marcado del terreno donde se va a construir la piscina, se marca con estacas de 30-40 centímetros de altura el área donde se planea realizar la construcción. Esto sirve de referencia, se utiliza una cuerda para delimitar el área.
  
- c) Excavación del área, para esto se puede usar mano de obra o una máquina. Como una referencia se ha estimado que la cantidad de horas necesarias para hacer una piscina de 1.000 metros cuadrados con un muro de 1 metro de altura, utilizando una máquina conocida como “gallineta” (una retroexcavadora pequeña con ruedas), es de 10 a 12 horas. Los costos estimados del alquiler de una máquina en Junio del 2008 fueron de \$ 25-30/hora.

- d) Instalación del sistema de desagüe: debe ser colocado en la parte más baja de la piscina.
  
- e) Construcción de los muros: pueden ser hechos manualmente entre varias personas o utilizando una maquinaria.
  
- f) Sistema de abastecimiento de agua: puede ser por bombeo o por canal usando la gravedad.

**Nota para los instructores:**

Se remueve la capa superficial, con esta misma tierra se forman los muros. La profundidad deben estar entre los 0.75 a 1.50 metros. Una pendiente adecuada evita la erosión, ya que los estanques con muros verticales tienen una vida muy corta por la erosión. Por eso el fondo el estanque debe tener una inclinación entre 3% y 5% para desfogue de agua y construcción del muro y el dique de manera correcta (Figura 09).



Construcción del estanque.

Figura 09.- Construcción del fondo de la piscina. Fuente: Mario Serrano, 2005

Si se construye una piscina sobre una pendiente y se utiliza el relleno para hacer las paredes de un dique, se necesita compactar adecuadamente la tierra que está alrededor del desfogadero.

## Preguntas de evaluación

**Preguntas para los participantes y evaluar lo aprendido. Es importante hacer esta clase participativa y que las personas se sientan en confianza para expresar sus dudas respecto a algún tema.**

1. Describa las partes básicas de una piscina
2. ¿Es indispensable que la piscina sea de forma rectangular?
3. ¿Cuál es la profundidad mínima recomendada en una piscina para cultivar peces?
4. ¿Que diámetro es el recomendado para la tubería de salida?
5. ¿Por qué se debe colocar algún tipo de malla para filtrar el agua que ingresa?

### 3.5.2 Vías de acceso.

Tener acceso a vías que permitan el transporte de insumos y la salida del producto es de gran importancia en un cultivo acuícola, esto permite disminuir los gastos en transporte y poder acceder a los potenciales mercados con mayor facilidad.

### 3.5.3 Provisión de alevines

Lo ideal es que se esté lo más cercano posible a una fuente de “semillas”, pero es importante destacar que con las técnicas de transporte de alevines y sistemas de empacado utilizados en la actualidad no es tan necesario como lo era anteriormente. Dependiendo de la cantidad de alevines necesarios y las distancias a recorrer, se puede planificar una provisión de semillas adecuada. En muchas ocasiones se puede utilizar el transporte aéreo para obtener alevines en una zona o país distinto y

lograr que estos lleguen a tiempo a una granja piscícola (Figura 10).

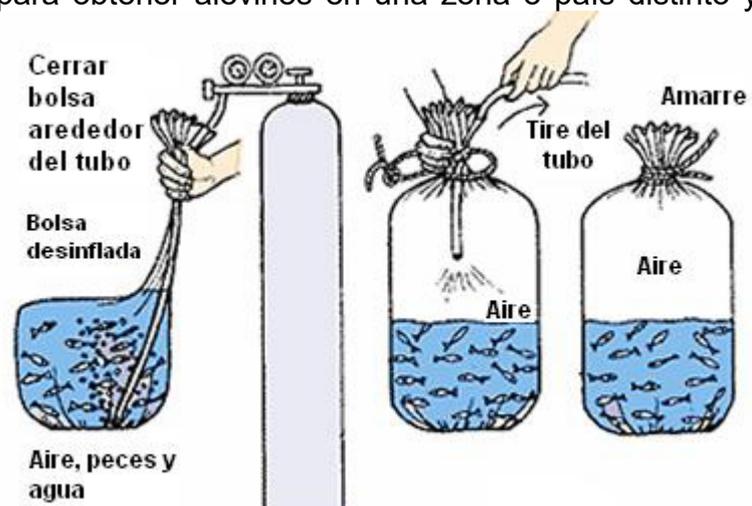


Figura 10.- Proceso para empacar alevines para el transporte. Fuente FAO

Para distancias lejanas y dependiendo de la especie y su talla, los alevines se empacan en fundas plásticas con oxígeno (Figura 11). Usualmente la tercera parte del volumen de la funda contiene agua con los alevines, esta se vacía de aire y se le inyecta luego oxígeno puro. Con este sistema se pueden transportar alevines de peces por grandes distancias, durante el transporte existe un intercambio de oxígeno entre el agua y el oxígeno contenido en la funda.

Los peces antes de colocarse en la funda no se alimentan por un día para que sus desechos no afecten la calidad del agua durante el transporte.



Figura 11.- Bolsa para el transporte de alevines

### 3.5.4 Clima.



**Foto #09.-** Tanque de oxígeno usado en preparación de fundas con alevines.

La temperatura de las piscinas es determinada en gran parte por el clima de la zona. Las especies de peces tropicales como la tilapia, cachama, chame entre otras con potencial de cultivo en el Litoral necesitan de temperatura superiores a 22°C para tener un crecimiento óptimo, a pesar de que algunas pueden sobrevivir a temperaturas más bajas, lo que causa que su nivel de asimilación de alimentos disminuya.

La temperatura máxima para algunas de estas especies está entre los 30 a 31 °C, por lo tanto es necesario que ésta no se supere para evitar causar un efecto de estrés en los peces.

#### Preguntas de evaluación

**Preguntas para evaluar lo aprendido por los estudiantes. Es importante hacer esta clase participativa y que las personas se sientan en confianza para expresar sus dudas respecto a algún tema.**

1. Cuál es la característica más importante del agua que entra a una piscina?
2. Cómo haría para determinar si el agua que va a colocar en la piscina tiene una buena calidad?
3. Practique la prueba básica para ver si un suelo tiene las condiciones ideales para hacer una piscina, y estimar su contenido arcilloso.
4. Por qué a veces se presenta una precipitación rojo oscuro en el agua que sale de un pozo?
5. Describa cómo se embalan los peces para ser enviados a una finca, ¿qué se utiliza para enviarlos?
6. Es conveniente alimentar a los peces antes de ponerlos en una funda para su transporte? Por qué?

### 3.6 Biología



Foto #10.- Colocando en gavetas la tilapia roja *Oreochromis niloticus*

En esta sección veremos las especies de mayor valor comercial, las cuales ya han sido cultivadas anteriormente y han habido buenos resultados, básicamente se verán estas cuatro especies que son de carácter tropicales, debido a que poseen grandes resistencias a muchos factores bióticos, gran conversión alimenticia y un desarrollo y crecimiento favorable para en términos de Acuicultura.

Estas particularidades de cada especie y su gran demanda en el mercado local, debido a que son especies de climas tropicales son consumidos a través de toda la Costa y el Oriente en donde se manejan pequeñas piscinas de cachamas y tilapia roja en grandes cantidades y en donde por tener optimas condiciones el suelo, gran cercanía al agua y pureza de la misma, es una de las zonas potenciales para poder explotar.

Al igual que el chame que posee una gran demanda en la Provincia de Manabí, y una gran resistencia a falta de oxígeno y de agua, en general se debe tomar mucho en cuenta su biología y como manejarla de una manera sustentable que se pueda, mantener un cultivo estable y con poca inversión, en menor tiempo posible haya una ganancia considerable.

## 3.7 Tilapia

### 3.7.1 Biología básica de la tilapia

La tilapia es una de las especies más populares de cultivar en el mundo debido a su robustez y porque se conoce bastante sobre su biología, además su cultivo ha sido promovido por diversas organizaciones en el mundo para incrementar el consumo de peces y mejorar la dieta de la población.

**Reino** Animalia

**Phylum** Chordata

**Clase** Actinopterygii

**Orden** Perciformes

**Familia** Cichlidae

**Género** *Oreochromis*

**Especie** *Oreochromis*

*nilótius*



Foto #11.- Tilapia roja *Oreochromis nilótius*

Existen diversas variedades de esta especie y gran cantidad de híbridos, algunos muy populares como es la tilapia roja, en muchos lugares del mundo se ha realizado programas de mejoramiento genético de la tilapia para mejorar su crecimiento.

Debido a la gran cantidad de híbridos que existen entre las diversas especies nos referiremos a la tilapia solo por su género *Oreochromis sp.*. La tilapia es originaria del África pero en la actualidad se encuentra distribuida por todo el mundo.

Es omnívora y acepta alimentos elaborados con facilidad. Necesitan temperaturas superiores a 20°C para reproducirse, las hembras del género *Oreochromis* incuban sus huevos y las crías en la boca, los machos delimitan y protegen el nido.

### **3.7.2 Adaptaciones y ventajas de la especie**

Las principales características que hacen de este pez una alternativa llamativa de producción son:

- Rápido crecimiento.
- Elevada rentabilidad.
- Resistencia a varios patógenos.
- Tolerancia a altas densidades de siembra.
- Capacidad para soportar bajas condiciones de oxígeno disuelto.
- Adaptabilidad a varios medios salinos.

- Desde el punto de vista nutricional se considera que su nivel de proteína es más elevado que el presentado por las carnes rojas.
- La tilapia roja es una especie óptima para el cultivo en agua dulce o salada, presenta una alta



**Foto #12.-** Tilapia roja *Oreochromis niloticus*, en una piscina

resistencia a enfermedades y una gran capacidad para adaptarse a condiciones adversas del medio (Foto #12).

En el aspecto organoléptico su carne presenta:

- Olor agradable.
- Textura firme.
- Carne blanca.
- Carece de huesos intermusculares.

Por esto es necesario conseguir animales “sexados”, es decir animales que fueron expuesto a una hormona de pequeños (la cual se da junto con el alimento por 26-30 días) para producir una población con un mayor

porcentaje de machos, de tal manera que no exista reproducción en la piscina de cultivo y los animales se dedique sólo a crecer.

Debido a que es una especie muy proflíca para reproducirse, pueden empezar la reproducción desde muy pequeñas y causar un problema de enanismo en la piscina.

En las empresas grandes se tienen varias etapas durante las cuales se van pasando los peces de una piscina a otra y disminuyendo su densidad a medida que van creciendo. Debido a la limitación de espacio y la falta de disponibilidad de piscinas, en la Acuicultura rural-artesanal se plantea hacer una sola siembra y empezar a cosechar apenas existan animales con tamaño de venta.

Al igual que en otras especies de peces, a medida que la densidad de siembra aumenta el ritmo de crecimiento disminuye, y más se depende de la dieta suplementaria que se provee a través del balanceado. Se recomienda no usar altas densidades hasta que no se tenga la suficiente experiencia en el cultivo, de esta manera se reducen las posibilidades de problemas con enfermedades en los peces.

En los cultivos intensivos es más factible que se presenten problemas de enfermedades en los peces cultivados.

**Cuadro 7.- Programa de producción de tilapia 1,000 m<sup>2</sup>**

<b>Fase</b>	<b>Condiciones</b>
<b>Alevines</b>	<b>1200</b>
<b>Densidad Inicial Peces/m<sup>2</sup></b>	<b>3,0</b>
<b>Densidad Final Peces/m<sup>2</sup></b>	<b>2,5</b>
<b>Peso inicial (gr.)</b>	<b>2,00</b>
<b>Peso Final (gr.)</b>	<b>300,00</b>
<b>Biomasa Inicial (kg.)</b>	<b>2,40</b>
<b>Biomasa Final (kg.)</b>	<b>750,00</b>
<b>Supervivencia (%)</b>	<b>85,00</b>
<b>Conversión (FCR)</b>	<b>1,40</b>
<b>Cantidad de Alimento (kg.)</b>	<b>1000,0</b>
<b>Días de Cultivo</b>	<b>200</b>

Fuente.- Subsecretaría de Acuacultura – Dirección de  
Proyectos y Cooperación Internacional

## 3.8 Cachama

### 3.8.1 Biología básica de cachama

Esta especie es originaria de la región Amazónica y tiene un rápido crecimiento y conversión alimenticia. Existen 2 especies cultivadas: la cachama negra (*Colossoma macropomun*) y la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), además se produce un híbrido de los dos, el cual presenta buenas características para el cultivo.

**Reino** Animalia

**Phylum** Chordata

**Clase** Actinopterygii

**Orden** Characiformes

**Familia** Characidae

**Género** *Colossoma*

**Especie** *Colossoma*

*macropomum*



Foto #13.- Cachama de 300 gramos de peso, cultivada por 120 días.

Posee escamas grandes. Tamaño máximo de un metro de longitud y peso de 30 Kg. Pez de cuerpo comprimido.

Dorso de color negro y la parte ventral va de amarillo a verde claro. Es de agua dulce normalmente aunque puede soportar altas salinidades y vivir en varios tipos de aguas: blancas, negras y claras.

Es una especie omnívora, se alimenta de algas, partes de plantas acuáticas, zooplancton, insectos terrestres y acuáticos, larvas de insectos, caracoles, frutos frescos y secos, y granos duros y blandos.

### **3.8.2 Ventajas de la especie**

Su crecimiento es más rápido que la tilapia y puede alcanzar 700 g en 6-7 meses de cultivo.

Al igual que la tilapia es un pez que crece mejor a temperaturas superiores a los 20°C, sus requerimientos de oxígeno son iguales a otros peces y aunque pueden resistir por un tiempo niveles inferiores a 5 ppm, esto produce estrés y reduce el crecimiento de los animales.

No se reproduce en cautiverio a no ser que se lo induzca con un tratamiento de hormonas, a diferencia de la tilapia que se reproduce fácilmente en la piscina, por lo tanto no hace falta tener animales “sexados”.

### 3.8.3 Adaptaciones de la especie

Resistente a enfermedades. No posee problemas de cultivo se demora 3 a 4 años en madurar sexualmente.

Posee mimetismo natural que neutraliza la depredación, por lo que se considera una especie de fácil manejo acuícola. Al ser un pez omnívoro; posee un amplio espectro de alimentación. Debido a esto su carne es de muy buen sabor (Foto #17).



Foto #14.- Cachama Negra, *Piaractus brachipomus*

La adaptación que posee a las deficiencias de oxígeno son muy útiles ya que desarrollan en el labio inferior una extensión reversible, lo cual les ayuda a recolectar agua de la superficie rica en oxígeno (BRAUM, 1983)

La forma del cuerpo ayuda a almacenar grasa que le permite sobrevivir a la escasez de alimentos.

Posee una combinación de dientes muy similares a los dientes molariformes adaptados para triturar estructuras fuertes, tales como semillas y frutos. (GOULDING Y CARVALHO-1982) (Figura 12).

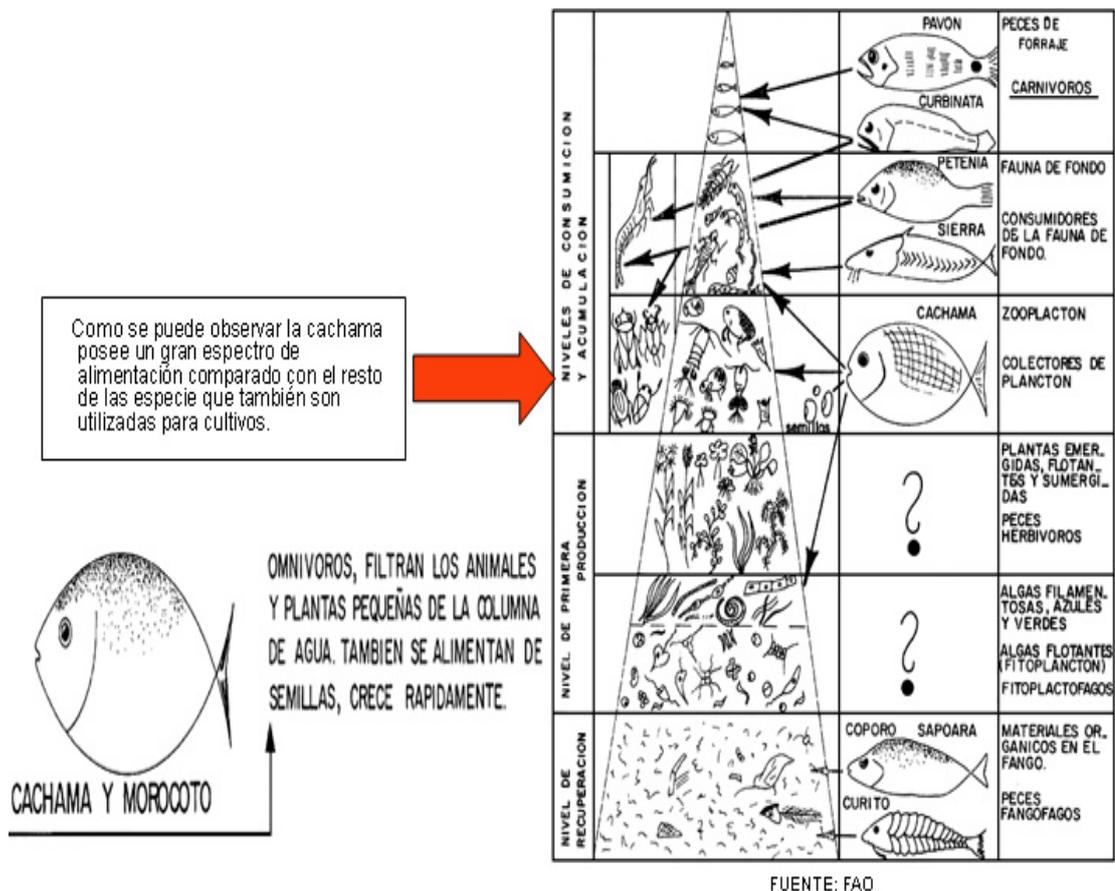


Figura 12.- Espectro de alimentación de una cachama. Fuente: FAO. Editado por el Autor.

**Cuadro 8.- Producción de cachama 1000 m<sup>2</sup>**

<b>Fase</b>	<b>Condiciones</b>
<b>Alevines</b>	<b>1200,00</b>
<b>Densidad Inicial Peces/m<sup>2</sup></b>	<b>1,20</b>
<b>Densidad Final Peces/m<sup>2</sup></b>	<b>1,08</b>
<b>Peso inicial (gr.)</b>	<b>2,00</b>
<b>Peso Final (gr.)</b>	<b>600,00</b>
<b>Biomasa Inicial (kg.)</b>	<b>2,40</b>
<b>Biomasa Final (kg.)</b>	<b>648,00</b>
<b>Supervivencia (%)</b>	<b>90,00</b>
<b>Conversión (FCR)</b>	<b>1,40</b>
<b>Cantidad de Alimento (kg.)</b>	<b>907,20</b>
<b>Días de Cultivo</b>	<b>200</b>

Fuente.- Subsecretaría de Acuicultura – Dirección de  
Proyectos y Cooperación Internacional

## 3.9 Chame

### 3.9.1 Biología Básica del chame

Color del cuerpo oscuro. Las aletas dorsales y anales son claras con puntos negros. Se considera sexualmente maduro a partir de los 15 cm. de longitud.

**Phylum** Chordata.

**Clase** Actinopterygii

**Orden** Perciformes

**Familia** Eleotridae

**Género** *Dormitator*

**Nombre científico:**

*Dormitator latifrons.*



Foto #15.- Chame, *Dormitator latifrons*. Fuente: Ecocostas

Cuerpo robusto. Cabeza ancha. Boca oblicua, el maxilar alcanza el borde anterior de los ojos; Ojos pequeños.

Aletas pectorales y caudales tienen el borde redondeado; las aletas ventrales son unidas.

Numerosas espinas branquiales bien desarrolladas y dispuestas en dos series en cada arco. El intestino es bastante largo. Tamaño: crece máximo 61 cm. Hábitat: fresco y de aguas salobres. Profundidad: 2 m.

Tipo de huevo: bentónica; larvas pelágicas. Este pescado ofrece proteínas 20%, vitaminas A, B1,B2, B6 , C y no presenta parásitos internos en su organismo (Bonifaz).

Tienen pocas espinas siendo aptos para el fileteado debido a la carnosidad del pez.

### **3.9.2 Adaptaciones y ventajas de la especie**

El chame es un pez típicamente estuarino que posee entre sus principales características:

Incremento en la concentración de hemoglobina en ambientes de poca aireación (Gram, 1967)

El chame es un pez que tiene la particularidad de ser muy resistente a variaciones de salinidad y temperatura. Soporta excelentemente condiciones bajas de oxígeno disuelto. Sobrevive por varias horas fuera del agua (Foto #16).

Se entierran hasta la cabeza la cual dejan expuesta en la superficie del agua apreciando en su “región dorsal una amplia vascularización por donde el Chame realiza el intercambio gaseoso con el aire, solventando la hipoxia del medio” (Bonifaz).



**Foto #16.**-Colocación de chame en gavetas para su venta. Fuente: ECOCOSTAS

La alimentación es a base de:

- Algas microscópicas.
- Fitoplancton.
- Rotíferos y copépodos.
- Plantas acuáticas.

Debido a estas condiciones se considera al Chame (Chang, Navas y Gómez) como pez filtrador, iliófago y herbívoro. Gracias a esto tiene un alto poder de conversión alimenticia y un bajo costo para el productor al no tener que alimentarlos con balanceados.

Esta especie por la exquisitez de su carne, posee un consumo interno de las poblaciones locales como en las de la costa continental de Ecuador y a nivel mundial. Otra de las características que le ha hecho ganar aceptación en el mercado es su carne blanca sin espinas intramusculares, de muy buen sabor y textura.



**Foto #17.-** Chame sobreviviendo en poca agua. Fuente: ECOCOSTAS

### 3.9.3 Parámetros óptimos

- Agua que varía desde 21°C a 32°C.
- Salinidad de 14%.
- Tolerancia de oxígeno hasta el 0.4 ppm.



Figura 13.- Densidad óptima. Fuente: Mario Serrano.2005.

- PH que varía desde 6,4 a 9,4.
- Densidad de 1 chame adultos por m2 (Figura 13).

### 3.9.4 Alimentación

Una de las principales fuentes de alimento para el chame es el detritus o materia orgánica. Se encuentra en el fondo del medio de cultivo.

Para que esto ocurra se debe abonar el estanque, ayudándoles a tener una mejor alimentación, así crecen mejor y resisten a mas a las enfermedades (Figura 14).

La alimentación extra suministrada es solamente un complemento. Este tipo de complemento se utiliza balanceado el cual se fondea, debido a los hábitos alimenticios del chame.

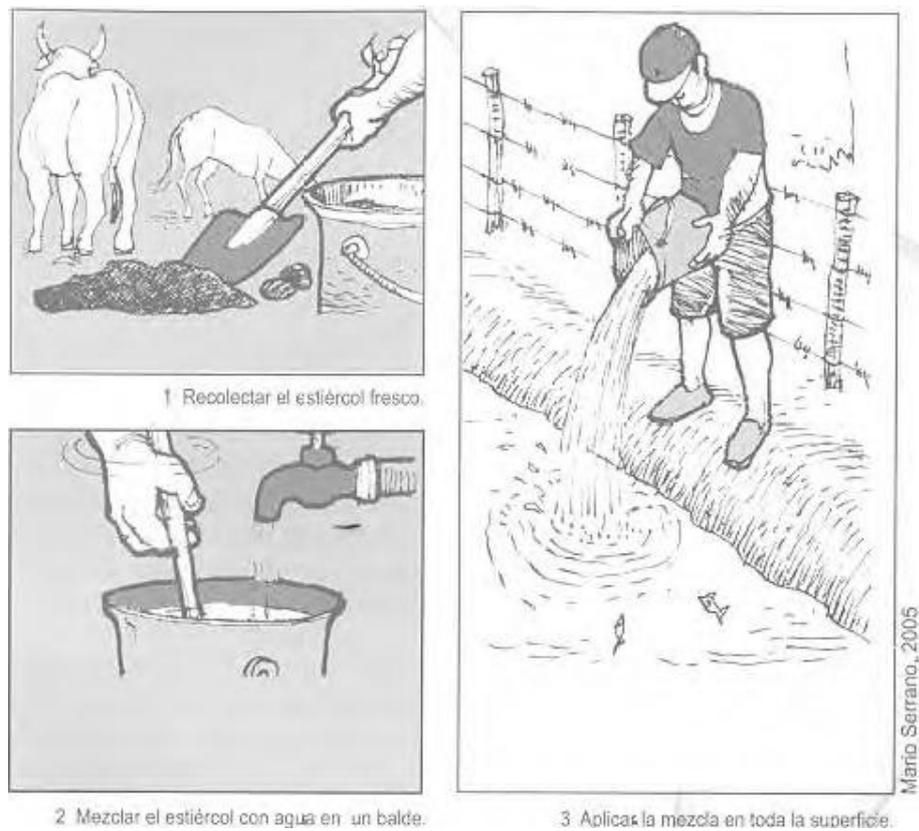


Figura 14.- Pasos para fertilizar una piscina. Fuente Mario Serrano.2005

## 3.10 Bocachico

### 3.10.1 Biología básica del bocachico

Forma de torpedo (forma hidrodinámica) Peso entre 0.2 a 2.5 Kg. Color del cuerpo; verde aceituna en el dorso y flancos levemente plateados.

**Phylum:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Characiformes

**Familia:** Prochilodontidae

**Genero:** *Ichthyoelephas*

**Nombre científico:**

*Ichthyoelephas humeralis*



Foto #18.- *Ichthyoelephas humeralis* Fuente: Subsecretaría de Acuacultura.

Aletas caudales bilobuladas con una coloración rojiza en el borde de esta. Con una sola aleta dorsal con radios suaves y translúcida la cual esta erguida todo el tiempo. No existe diferencia de sexos. La reproducción se efectúa en zonas inundadas, mediante la simulación basada en el aumento de los caudales.

Se encuentra a través de todo el río Guayas, en cardúmenes (Figura 15).

Un aspecto importante es su demanda económica en la provincia de Los Ríos, debido a su gran sabor, alta cotización y escasez del mismo, pueden llegar a costar hasta \$2.35 la libra.

Debido a que su alto porcentaje de proteínas es comercializado en volúmenes significativos, alcanzando precios de hasta \$20 en Babahoyo al por menor y \$80 el tacho (40libras) al por mayor. La utilización de trasmallo de monofilamento las grandes limitaciones ecológicas de los cuerpos de agua, han provocado una disminución considerable de la especie.



Figura 15.- Distribución de Bocachico en el Ecuador. Fuente Subsecretaría de Acuicultura.

### 3.10.2 Adaptaciones de la especie

La boca es una de las modificaciones más evidentes con ella puede atrapar protozoarios, algas y plantas, mediante dentículos no calcáreos. Posee un estomago musculoso, el cual le ayuda a la digestión del sustrato del cual se alimentan.

Desarrollado órgano olfativo, el cual le permite detectar alimento y en detectar el sexo opuesto. Poseen un tejido especializado reflectivo en los ojos, que les ayuda a detectar cualquier cambio en la intensidad de la luz.

Su reproducción es en grandes cantidades, aumentando así la supervivencia ya que los adultos no cuidan a sus crías.



**Foto #19.-** Varias especies recién cosechas lista para comercializar. Fuente Subsecretaria de Acuicultura.

### 3.10.3 Reproducción Artificial

Se obtienen ejemplares del medio natural. Se los purga, para desaparecer el stress, producido por el manipuleo.

Mediante inducción hormonal, se utiliza comúnmente pituitaria al 1.5 cc. Para que de inicio a la ovulación en las hembras y los machos con un presión en el abdomen a nivel del vientre se obtiene el semen (Foto #20 y #21).Luego se los incuba durante 17 horas.



**Foto #20.-** Ordeña de Macho  
Fuente: Subsecretaria de Acuicultura



**Foto #21.-** Ordeña de Hembra  
Fuente: Subsecretaria de Acuicultura

### 3.10.4 Alevines

Se obtienen ejemplares del medio natural. Se los purga, para desaparecer el stress, producido por el manipuleo.

Mediante inducción hormonal, se utiliza comúnmente pituitaria al 1.5 cc. Para que de inicio a la ovulación en las hembras y los machos con una presión en el abdomen a nivel del vientre se obtiene el semen.

Luego se los incuba durante 17 horas (Foto #22).



**Foto #22.-** Incubadores de alevines. Fuente: Subsecretaria de Acuicultura.

Luego al pasar a ser alevines se los mantiene con una población de ninfas y lechugas de aguas que ocupen el 35% de la superficie del espejo de agua ofrece protección y alimento natural.

Al usar un estanque de tierra, utilizado anteriormente en cultivos de arroz, gracias a las condiciones de fertilización, permitiendo no utilizar alimento complementario (Foto #23).

### 3.10.5 Alimentación

En fase de alevín, se da concentrado para peces. Balanceado de camarón 38% de proteína al 1% de biomasa. Alga cocinada sin sal al 0.5% de la biomasa. Flake de artemia de 55% de proteína al 0.5% de biomasa. La aceptación es mayor para la acelga el camarón no es consumido.



**Foto #23** – Bocachicos en estanques Fuente: Subsecretaria de Acuacultura.

### 3.11 El medio acuático

#### Objetivos:

1. Que los estudiantes tengan los conocimientos básicos sobre la cadena alimenticia en el agua.
2. Conocer el nivel de conocimientos de los estudiantes al respecto y poder aclarar conceptos básicos.
3. Presentar el concepto básico sobre la relación oxígeno-algas y su fluctuación diaria.

Durante este capítulo se presentará la cadena alimenticia básica de una piscina, junto con las formulas básicas del proceso de fotosíntesis, las mismas que han sido presentadas sólo como una referencia, pues **no es necesario agobiar a los estudiantes con la memorización de fórmulas complicadas**. Lo importante es que **entiendan la relación** entre la presencia de algas y la producción de oxígeno.

El agua donde se cultivan los peces tiene un enorme efecto sobre la salud y el crecimiento de los mismos. Usualmente a medida que se avanza en el cultivo se va afectando la calidad del agua, ya que la cantidad de desechos metabólicos y heces fecales producidas por los peces aumenta debido al incremento de alimento proporcionado.

Existen dos factores asociados con el agua:

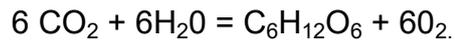
1. Los factores bióticos, que incluyen todas las formas de vida asociadas con el agua como fitoplancton, zooplancton, gusanos de fondo, larvas de insectos, caracoles, etc.
2. Factores abióticos, no vivientes, como son luz, temperatura, salinidad, gases disueltos como oxígeno y dióxido de carbono, nutrientes como nitrógeno y fósforo.

### **3.11.1 Oxígeno disuelto.**

El oxígeno es necesario para la supervivencia de todos los seres vivos, el aire contiene aproximadamente 21% de oxígeno, pero la cantidad disponible en el agua es usualmente bastante más baja. En el agua usualmente el oxígeno tiene un nivel de 7 ppm., cuando en el aire tiene el equivalente a 210.000 ppm.

El oxígeno pasa al agua por difusión, pudiendo aumentar el nivel presente en el cuerpo de agua mediante circulación producida por corrientes de viento. En las piscinas de cultivo la fotosíntesis realizada por el fitoplancton es la fuente principal de oxígeno.

El fitoplancton está constituido por plantas unicelulares microscópicas que producen un color verdoso o café oscuro en el agua. Las plantas que contienen clorofila usan el dióxido de carbono para producir carbohidratos y oxígeno de acuerdo a la siguiente reacción:



Es decir diariamente hay variaciones de pH debido a los cambios de concentraciones  $\text{CO}_2$ .

Además el sulfuro de hidrogeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), en cantidades altas inhibe el metabolismo, mediante la capacidad de utilizar oxígeno. Y es producido por descomposición anaeróbica de los compuestos sulfurados, presentes en la parte profunda de la columna de agua.

Debido a que la luz del sol es necesaria para la fotosíntesis, esta actividad es realizada durante el día, en la noche el fitoplancton sólo respira, proceso mediante el cual consume oxígeno y produce dióxido de carbono.

Lo importante es recordar que los niveles de oxígeno son más bajos en la noche con el nivel más bajo justo antes del amanecer y más altos durante el día, con el nivel más alto en la tarde.

El oxígeno disminuye a medida que aumenta la profundidad, encontrándose en la parte superficial las mayores concentraciones, por eso se recomienda construir la piscina a no más de 1,20 m de profundidad. El CO<sub>2</sub> es producido en los estanques de cultivos durante la respiración de los organismos y es consumido, durante el día y en la noche en altas concentraciones debido a esto cambia el pH.

### 3.11.2 El Oxígeno disuelto y los peces-su relación

En nuestro caso se utilizan

en su mayoría peces de aguas calientes en los cuales sería una concentración de oxígeno disuelto menor que 5,0 mg/l es inapropiado, ya que puede tolerar bajas concentraciones, siempre

que el nivel de dióxido de carbono libre sea también bajo; a pesar de eso un tiempo muy prolongado en tan bajos niveles de oxígeno disuelto resultaría perjudicial para los peces (Figura 16).

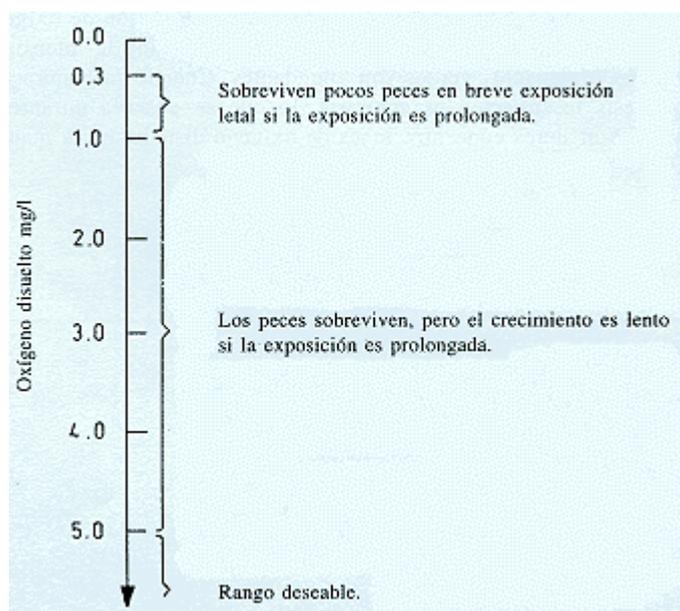


Figura 16.- Efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre peces de agua caliente en cultivo. Fuente: Piscicultura amazónicas con especies nativas, Disponible en <http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/amazonia/libros/47/texto01a.htm>. (20)

Los peces poseen sangre la cual contiene glóbulos rojos y que posee la hemoglobina (Hb) que interviene en el transporte del oxígeno en la sangre, la misma que es regulada por la tensión de este gas; así, en las branquias (laminillas branquiales) la tensión del oxígeno es más alta y se carga a la Hb de la sangre.

En los tejidos el oxígeno se utiliza a mayor velocidad, lo que causa que el oxígeno fluya en los fluidos del tejido. La reacción que se da a nivel de branquias puede ilustrarse con la fórmula:

$Hb + O_2 \rightleftharpoons HbO_2$ . Lo contrario sucede a nivel de tejidos.

La cantidad de oxígeno requerido en los peces, varía enormemente y depende de las especies, tamaño, alimento, actividad, temperatura del agua y concentración de oxígeno disuelto.

Por ejemplo un pez que recién comió consume oxígeno más rápidamente que un pez en ayuno y la tasa de consumo de oxígeno crece con el incremento de actividad y la respiración se incrementa con la temperatura.

El momento en que se debe tener más atención para vigilar los efectos de niveles bajos de oxígeno es en la mañana, aprovechando el chequeo rutinario del estado de los peces. Cuando el nivel de oxígeno es muy

bajo, los peces se acercan a la superficie y “boquean” (Figura 17) en la superficie tratando de obtener oxígeno de la capa superficial.

Si se observa esto es un aviso para hacer recambios de agua que permitan ingresar agua con mayor nivel de oxígeno y posiblemente menor nivel de algas.

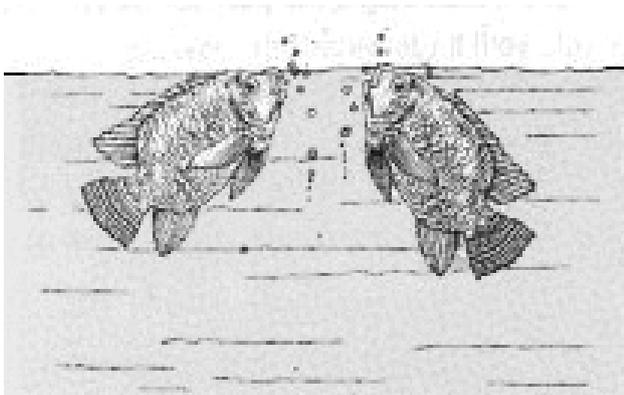


Figura 17.- Peces cerca de la superficie por falta de oxígeno en la piscina. Fuente FAO

Otra acción que se puede tomar es hacer pasar el agua a través de una bomba y luego por algún tipo de cascada que permita elevar los niveles de oxígeno.

Durante los días soleados el nivel de oxígeno es más alto que en los nublados, debido a que hay más fotosíntesis. En los días nublados o cuando estos ocurren seguidos, es cuando se debe tener más cuidado en vigilar y apreciar los efectos de niveles bajos de oxígeno.

Es de gran importancia conocer la relación entre los niveles de algas, la luz y la producción de oxígeno en la piscina.

Debido a que las condiciones en cada lugar son diferentes, no existe una fórmula mágica para predecir los niveles de oxígeno, así que la experiencia de cada sitio será diferente y la que debe tomarse en cuenta para tomar decisiones.

**Nota para los instructores.** Esta sección es de gran importancia y es un buen momento para tratar de conocer las apreciaciones de los estudiantes y sus experiencias personales, se puede tocar el tema de río contaminados en exceso y con demasiadas algas, que causarían la muerte de los peces por falta de oxígeno. El caso del estero Salado en Guayaquil es un buen ejemplo de un cuerpo de agua con demasiadas algas y donde la vida es casi nula, es decir contaminado.

### **3.11.3 Factores bajan el oxígeno en una piscina.**

Existen varios factores y la mezcla de estos es lo que resulta en bajo oxígeno en la mayoría de los casos:

- a. Clima nublado o exceso de lluvias: En caso que hayan varios días nublados seguidos o lluvias, puede suceder que el fitoplancton muera por falta de fotosíntesis debido a la falta de luz. Además que no se produce oxígeno, las algas muertas consumen el poco oxígeno que queda.

- b. Falta de nutrientes para las algas: Nutrientes como fosfatos y nitratos son esenciales para el crecimiento del fitoplancton, si estos no están disponibles el fitoplancton puede morir. En caso de piscinas donde hay bastantes peces y estos son alimentados, la falta de nutrientes no es tan crítica, ya que a través del balanceado y los desechos de los peces se está proveyendo los nutrientes para las algas.
  
- c. Exceso de animales en la piscina: A medida que existen más animales en la piscina la demanda de oxígeno es más alta, igualmente se utiliza más alimento y la descomposición de este causa una mayor demanda de oxígeno.
  
- d. Exceso de algas verde-azuladas en la piscina: Forman una "lana" o capa de algas en la piscina que impide que el oxígeno se intercambie en la piscina.
  
- e. Clima muy caliente, superiores a 32°C contienen menos oxígeno. Si no existe viento, poco oxígeno es transferido al agua. Además las especies cultivadas son más activas con la temperatura más alta y requieren más oxígeno.

#### **3.11.4 Cómo evitar el descenso de oxígeno en la piscina.**

Existen generalmente ciertas épocas del año cuando el nivel de oxígeno en la piscina tiende a ser más bajo, conociendo cómo se comporta la piscina podemos prevenir este tipo de problemas:

- a. Chequear diariamente el nivel de algas, es éste el que determina la cantidad de oxígeno que tenga una piscina. Es importante revisar su nivel diariamente. El nivel recomendado se basa en la claridad o transparencia que tenga el agua, lo cual a su vez refleja la cantidad de algas en la piscina. La transparencia recomendada para una piscina es de 20 a 25 centímetros. La forma más fácil de medir esto es introducir la mano en el agua hasta el codo (30 cms), si se puede ver la mano con claridad es posible que las algas estén un poco faltantes. Si faltan algas debe de fertilizarse la piscina.
  
- b. Verificar el nivel de oxígeno en la mañana en la piscina, esto se lo hace con un aparato llamado oxigenómetro. Lo ideal es que el nivel de oxígeno no sea inferior a 5 ppm en la mañana, si es inferior esto causa estrés en los peces y los vuelve más susceptibles a las enfermedades.

- c. Ajustar lo niveles de alimentación. En los días muy calientes y con poco viento, se puede disminuir la cantidad de alimento suplementario para evitar que el consumo de oxígeno aumente.
- d. Recambios de agua. El método mas rápido para elevar el nivel de oxígeno es realizar un recambio de agua, pero esto tiene un costo, ya que se consume combustible y si se lo hace con mucha frecuencia aumenta los costos de operación.

### 3.11.5 Temperatura

Afecta el crecimiento de los peces, al aumentar las tasas metabólicas van de la mano con la temperatura. A mayor temperatura menor es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. En el Ecuador las temperaturas oscilan entre 22 y 30°C, óptimo para la especie. Además que los cambios en la temperatura son estímulos moduladores del proceso de maduración en algunas especie tropicales (GONZALES, 1987).

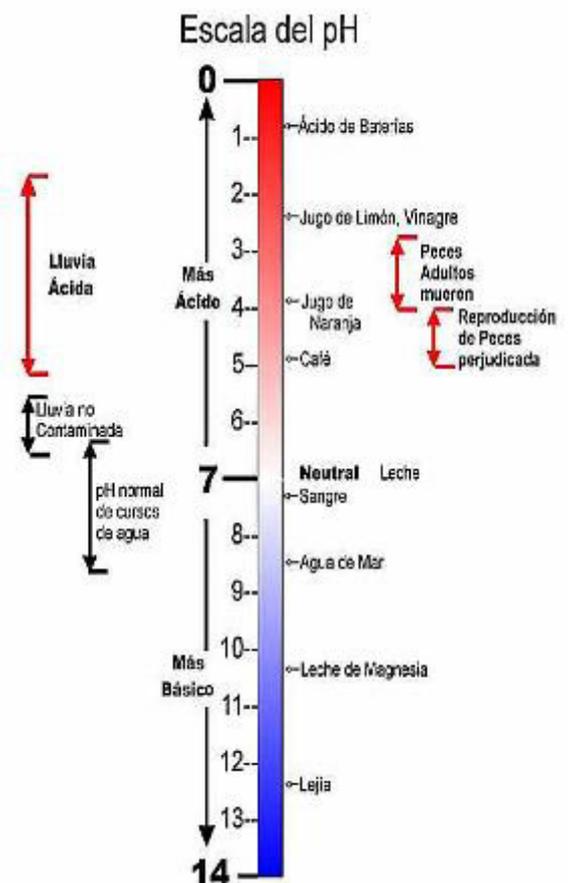


Figura 18.- Escala de pH para peces

El oxígeno depende mucho de la temperatura. La ganancia de peso y consumo de alimento decrecen con la disminución de oxígeno. A mayor temperatura mayor consumo de oxígeno y viceversa. También obedece mucho de la hora del día ya que cuando anochece no hay fotosíntesis y esto produce bajas concentraciones de  $O_2$ .

### **3.11.6 PH**

El pH se refiere a la alcalinidad o la acidez en un líquido, y se mide en una escala de 0 a 14. Las sustancias que tienen pH menor a 7 se dice que son más ácidas y las que tienen un pH superior a 7 se dice que son más alcalinas. El pH del agua pura es de 7 o neutro.

Aunque determina la acidez o la alcalinidad del agua, realmente se refiere a la cantidad o el coeficiente de dos moléculas importantes. El ion de hidrógeno ( $H^+$ ), responsable de la acidez y el ion de hidroxilo ( $OH^-$ ), responsable de alcalinidad. Hay sustancias que al disolverse en el agua formarán iones de hidrógeno, mientras que otras formarán, los iones del hidroxilo.

Los valores del pH en el agua varían bastante dependiendo del tipo de suelo y la cantidad de materia orgánica presente. Las aguas oscuras

negruzcas son usualmente ácidas debido al ácido húmico presente en ellas. Las aguas que pasan por tierras calizas son usualmente más alcalinas.

El pH deseable para que los peces vivan está entre 6.5 y 9.0. En una piscina con fitoplancton el pH fluctúa incrementándose en el día y bajando en la noche (Figura 18).

Estos cambios usualmente no son lo suficientemente grandes para causar efectos negativos, los niveles inferiores a 4 y superiores a 11 son aquellos que pueden causar la muerte de los peces.

En otras palabras cuando la separación de moléculas que forman los iones se llama ionización. Entender este mecanismo, nos ayudará a resolver algunas inquietudes que nos habrán mientras acerca de los peces. El agua contendrá siempre ambas especies de iones, el pH es una medida del ion que predomine sobre el otro.

#### **3.11.6.1 Como afecta el pH a los peces**

Hay varias maneras en las que el pH puede afectar la salud de los peces la alta acidez o alcalinidad puede causar daño físico directo a la piel, agallas y ojos. La exposición prolongada a los niveles que aún cercanos,

no estén dentro de su gama de pH, puede causar estrés, aumentar la producción del mucus y la hiperplasia epitelial (espesamiento del epitelio de la piel o de la agalla) con consecuencias a veces fatales. Los peces también tienen que mantener su propio pH interno constante. Incluso las fluctuaciones pequeñas de pH en la sangre, pueden ser fatales.

El pH del agua exterior puede influir y afectar el pH de la sangre, dando como resultado acidosis o el alcalinosis de la sangre. La otra consideración a tener en cuenta son los cambios diurnos en el pH, principalmente como consecuencia de fotosíntesis según lo explicado arriba. Grandes fluctuaciones, aunque puedan estar dentro de la gama preferida son agotadoras y dañan su salud.

Así como a los peces, debemos considerar también, a las bacterias que están en el filtro. Ellas también tienen una gama de preferencia estrecha del pH, entre 7.5 y 8.6. a ellas también les puede afectar. Los cambios en el pH afectarán la toxicidad de muchos compuestos disueltos. Por ejemplo, el amoníaco llega a ser más tóxico mientras que el pH aumenta.

Las variaciones en el pH también ejercerán un efecto sobre algunos tratamientos comunes de enfermedades, es muy importante tomar

medida del pH (y sobre todo de la dureza del agua) al usar tratamientos. Por ejemplo, la cloramina-T es más tóxica con el pH bajo, mientras que el permanganato potásico es más peligroso en un pH alto.

### 3.11.7 Alcalinidad

La Alcalinidad es la capacidad de aceptar iones  $H^+$  o de neutralizarlos causada por la presencia de iones carbonatos ( $CO_3^{2-}$ ) y bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ), asociados con los cationes  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  y  $Mg^{+2}$ . La productividad de las piscinas de cultivo esta relacionada con la alcalinidad. Esta actúa como un sistema de amortiguamiento a los cambios continuos de pH, mas conocido como sistema buffer.

**Cuadro 9.- Niveles de tolerancia de Alcalinidad para los peces**

Alcalinidad mg Caco3/l	PRODUCTIVIDAD
0	Aguas acidas, muy improductivas no son utilizables para fines acuícolas
5 a 25	Alcalinidad baja, peligrosa para los peces, poca cantidad de CO <sub>2</sub> , aguas poco productivas
25 a 100	Fuente de CO <sub>2</sub> aceptable, pH variable, productividad media.
<b>100 a 250</b>	<b>Pequeñas variaciones de pH, fuente de CO<sub>2</sub> y productividad optima</b>
> 250	Muy raro de encontrar, pH constante disminuye la productividad.

Fuente: Seafood Extension Specialist, Virginia Seafood Agricultural Research and Extension Center. Professor and Director, Virginia Seafood Agricultural Research and Extension Center (21).

El agua disuelve la mayoría de los iones. El pH sirve como un indicador que de esto. El resultado de medir el pH viene determinado entre el número de protones (iones  $H^+$ ) y el número de iones hidroxilo ( $OH^-$ ). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo, el agua es neutra. Tendrá entonces un pH alrededor de 7.

Entonces la importancia de la alcalinidad, para el mantenimiento de piscinas; la alcalinidad apoya el pH y previene, un desplome potencialmente mortal del pH.

### **3.11.8 El Amonio.**

Los peces para excretar sus desechos nitrogenados los convierten en amonio, esta sustancia se disuelve fácilmente en el agua. En una piscina en la cual existe gran cantidad de peces es posible que el nivel de amonio suba a niveles intolerables, y que afecte su bienestar.

El tener un nivel adecuado de algas en una piscina no sólo sirve para mejorar los niveles de oxígeno, sino también para controlar los niveles de amonio, las algas absorben el amonio como parte de sus nutrientes. El nivel de amonio no debe pasar de 0.1 ppm.

Una concentración alta de amonio en el agua produce:

- Bloqueo del metabolismo (no crece).
- Daño en las branquias.

- Produce lesiones en órganos internos.
- Susceptibilidad a enfermedades.
- Reduce la supervivencia.
- Exoftalmia (ojos brotados).
- Ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen).

### 3.11.9 El Amoníaco

Disuelto en agua, el amoníaco normal (NH<sub>3</sub>) reacciona para formar un ión amonio llamado (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). 
$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$

En otras palabras una molécula de amoníaco reacciona con una molécula de agua, formando un ión del amonio y un ión de hidróxido.

El TAN (total medida del amoníaco más el amonio). Sabiendo esto podremos determinar el nivel real del amoníaco si sabemos el TAN, la temperatura del agua y pH del agua.

Con esta información podemos entonces calcular el porcentaje del amoníaco ionizado en cualquier pH y temperatura dados. En el siguiente grafico tenemos la demostración de cómo los cambios en el pH y la temperatura afectan al TAN (Cuadro 10).

**Cuadro 10.- Niveles máximos del amoniaco total (mg/l)**

		Temperatura °C					
		5	10	15	20	25	30
pH	6.5	50	34	23	16	11	8
	7.0	16	11	7	5	4	3
	7.5	5	3	2	2	1	1
	8.0	1.6	1.1	0.7	0.5	0.4	0.3
	8.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
	9.0	0.2	0.1	0.09	0.07	0.05	0.04

Fuente: Parámetros principales del estanque, disponible en [www.elestanque.es/parametrosprincipales.htm](http://www.elestanque.es/parametrosprincipales.htm). (22)

Por ejemplo en pH 7.5 y una temperatura del agua de 20°C un TAN de 2 mg/l el amoníaco sería solamente 1.2% (0.024 mg/l). Sin embargo, el peligro es que si hubiera una subida del pH o de la temperatura, llegaría a ser rápidamente tóxico

En niveles más altos 0.1 mg/l, las exposiciones relativamente cortas del NH<sub>3</sub> por litro, pueden conducir a daños en la piel, ojos, y en las branquias.

Los niveles elevados pueden también conducir al envenenamiento por amoníaco, suprimiendo el excreto normal de éste. Si los peces no pueden excretar este residuo metabólico hay una subida de niveles en sangre del amoníaco, dando como resultado daño a los órganos internos.

La respuesta de los peces a los niveles tóxicos es: letargo, pérdida de apetito, bajándose al fondo del estanque, con las aletas afianzadas, como agarrándose, o jadeando en la superficie del agua, en busca de oxígeno, si ya han sido afectadas las branquias.

Preguntas de evaluación

**Preguntas para evaluar lo aprendido por los participantes. Es importante hacer esta clase participativa y que las personas se sientan en confianza para expresar sus dudas respecto a algún tema.**

6. Qué es lo más importante y crítico en el manejo de una piscina?

- a) el nivel de oxígeno
- b) la temperatura del agua

7. De qué manera práctica puede saber si el nivel de oxígeno está muy bajo en la piscina y afecta a los peces?
8. Qué acciones tomaría en caso de detectar un nivel muy bajo de oxígeno?
9. Por qué es importante mantener un buen nivel de algas en la piscina?
10. Describa la cadena alimenticia básica de una piscina de cultivo de peces.

## **3.12 Fertilización y desarrollo de organismos acuáticos en una piscina**

### **Objetivos:**

- 1. Que los participantes tengan los conocimientos básicos sobre lo que es la fertilización y el por qué de hacerla.**
- 2. Que los estudiantes aprendan el concepto “no existen reglas universales para fertilizar”.**
- 3. Presentar el concepto básico sobre la importancia de ajustar los niveles de fertilización de acuerdo a las condiciones de cada lugar.**

Para que exista un nivel adecuado de algas es a veces necesario fertilizar la piscina, el tipo de fertilizantes que se aplica así mismo como la cantidad varía de un sitio a otro, ya que esto depende tanto de las condiciones de luminosidad de cada lugar como del contenido nutrientes y fertilizantes.

Por lo tanto lo más importante destacar en esta presentación es que no existe una fórmula ni una regla exacta de cómo, cuánto y con qué frecuencia fertilizar. Sólo se presentan lineamientos básicos, cada acuacultor tendrá que, basándose en su experiencia y conocimiento de

las condiciones de cada lugar, determinar los detalles de su programa de fertilización.

En muchos lugares no hace falta fertilizar, y usualmente al final del ciclo de cultivo se fertiliza muy poco, debido a que con el alimento suplementario (balanceado) que se provee se tiene un aporte de nutrientes alto.

La frecuencia de fertilización depende también del nivel de recambio que se le haga a cada piscina.

### **3.12.1 Fertilización**

La manera más fácil y económica de aumentar la producción de alimento natural de una laguna, es abonarla con estiércol o fertilizantes químicos, esparcidos adecuadamente en toda su área (Figura 19).

El contenido de carbono, fosfatos y nitratos del estiércol fresco de cochino, vacuno, gallinas etc., aumenta la concentración de los materiales esenciales que se necesitan continuamente para la fotosíntesis y síntesis proteica de las algas.

Los abonos deben ser disueltos y esparcidos en toda la superficie de las lagunas para que su efecto sea mejor.

El abono que se acumula en un sólo punto se pudre y más bien perjudica las lagunas. Los peces no se comen el estiércol.

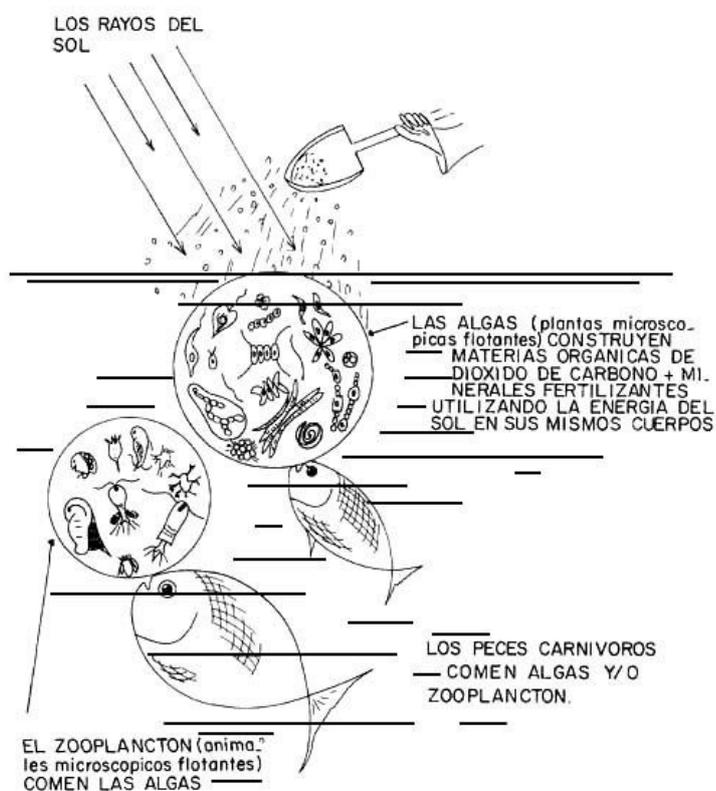


Figura 19.- Fertilización con abono. Fuente: FAO

Este solo forma parte de la cadena alimenticia del estanque y se convierte en alimento natural que es el que se come el pez.

No debe titubearse por razones higiénicas en cuanto a la distribución de estiércol en base seca los estanques de piscicultura.

Se basa en la adición de nutrientes al sistema para aumentar el plancton, elevar niveles de oxígeno, disminuir  $\text{CO}_2$ , eliminar y transformar

metabolitos tóxicos. Tiene mejor efecto en aguas pocas profundas y se realiza cada 15 a 20 días (Figura 20).

Los de tipos orgánicos pueden ser de aves, cerdos y ganado vacunos, como cultivos integrados, haciendo eficaz la producción de biomasa,

utilización del espacio y de los recursos. Los niveles

nutricionales

deben ser:

nitrógeno entre

0,5-1 ppm,

fosfatos 0,05-

0,1 ppm, hierro

y magnesio 0-

0,5 partes por

millón (Heredia

y Gonzáles).

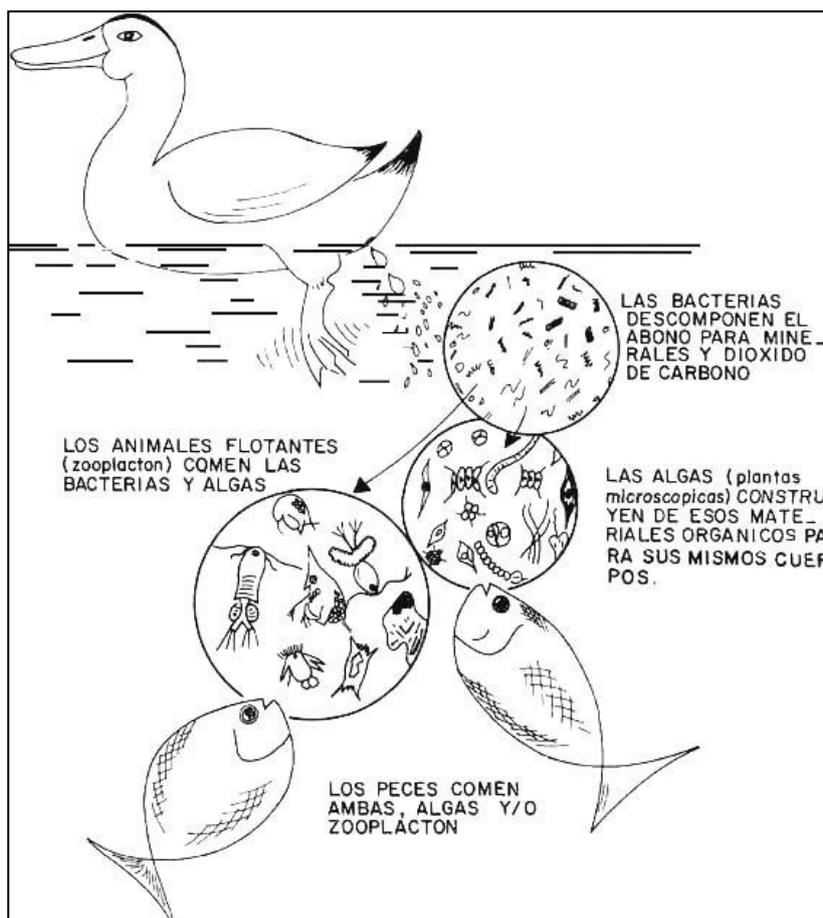


Figura 20.- Fertilización natural de una piscina, Fuente: FAO

### 3.12.2 Fertilizantes.

Los fertilizantes son sustancias naturales (orgánicas) o hechas por el hombre (inorgánicas) que son usadas en la Acuicultura para incrementar la producción de los organismos naturales para que estos sean ingeridos por los peces. Los fertilizantes proveen nutrientes en diferente cantidad, así los fertilizantes diferentes tienen usos específicos y se usan en diferentes cantidades (Figura 21).

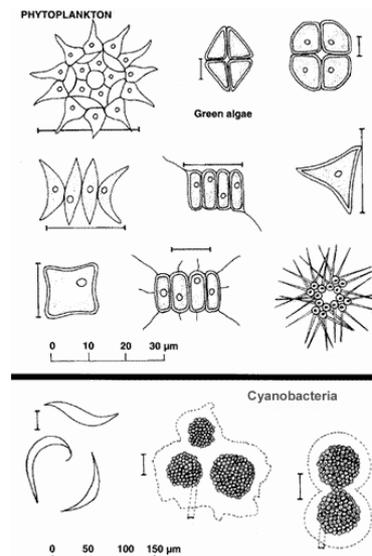


Figura 21. - Algas microscópicas.

Fuente: FAO

Cuando el nivel de nutrientes de la piscina aumenta se estimula el crecimiento de las algas y el zooplancton, los que son consumidos por los peces. Las algas además ayudan a producir oxígeno en la piscina. Los fertilizantes inorgánicos son hechos por el hombre y generalmente contienen niveles altos de un nutriente en particular, por ejemplo la urea y el nitrato de amonio, que proveen nitrógeno. El fosfato triple y el superfosfato proveen fósforo.

Los fertilizantes orgánicos ocurren naturalmente y son producidos por los animales, proveen una variedad de nutrientes al agua en cantidades variadas, por ejemplo desechos de aves (gallinaza), cerdos o ganado.

### **3.12.3 Niveles de aplicación.**

Esto depende del lugar donde nos encontramos, tipo de suelo, luminosidad y fuente de agua para el cultivo.

En realidad es un “arte” tanto como una ciencia. Pero cada uno conoce su zona mejor y sabe cuándo y con qué frecuencia aplicar. Los días soleados ayudan a que crezcan más las microalgas. Si el agua que ingresa a la piscina es rica en nutrientes no es necesario fertilizar o se puede usar poca cantidad de fertilizante.

El fertilizante se aplica al principio del ciclo para tener algas y pequeños microorganismos que sirvan de alimento a los peces que van a ser sembrados.

Las siguientes cantidades son sólo de referencia ya que, como se ha mencionado anteriormente, las condiciones de cada lugar pueden cambiar y esto debe ser considerado al momento de fertilizar la piscina.

Cantidades sugeridas:

2 Kg/1000 m<sup>2</sup> para NPK.

Urea 20 g/m<sup>2</sup>.

Se puede usar además abono orgánico como gallinaza seca (500 – 1.000 lbs/ha). Expuesta antes al sol por 3-4 días. Colocarla en la piscina antes de llenarla de agua.

Es muy importante esperar 2-3 días luego de aplicar el fertilizante y que con la acción del sol y el nivel de fertilizantes aplicado ocurra el crecimiento de las algas, luego de un tiempo se puede aplicar más fertilizante en caso que no suceda un crecimiento de las algas. La relación urea-fosfato debe ser de 1:2.

#### **3.12.3.1 Formas de aplicación.**

Se deben aplicar uniformemente sobre toda el área de la superficie de la piscina, o distribuido en partes diferente para asegurar que con el viento o las corrientes se distribuya lo más uniformemente posible.

En el caso de los fertilizantes inorgánicos, se los puede disolver en agua y esparcirlos por la superficie de la piscina. Otra manera de aplicar el fertilizante es en el momento que está entrando el agua a la piscina, de manera que se vaya diluyendo y distribuyendo a la vez.

La fertilización se debe hacer en la mañana, mezclando los productos con agua y luego aplicando a la piscina, de preferencia con el agua que entra para que se mezclen bien. Luego de unos días la piscina toma un color café oscuro o verduzco, lo que indica la presencia de algas. Pasados 5 días del llenado de la piscina se pueden sembrar los peces.

En el caso de los fertilizantes orgánicos, estos pueden ser colocados en sacos en el fondo de la piscina, para que se vayan diluyendo a medida que pasa el tiempo. Se deben hacer huecos en los sacos para permitir que los nutrientes se diluyan en el agua.

#### **3.12.3.2 Consecuencias de la fertilización.**

Luego que se fertiliza suceden una serie de eventos en la piscina, los cuales son de suma importancia para los peces que se van a sembrar, muchos de ellos necesitan parte de los nutrientes naturales que se encuentran en las algas microscópicas y el zooplancton. Algunos de los organismos del zooplancton pueden ser vistos a simple vista, recogiendo una muestra de agua y observándola contra la luz, se puede ver “animalitos” que se mueven en el agua. Los efectos de la fertilización están detallados a continuación:

- a) La fertilización causa que las algas microscópicas crezcan y luego sean consumidas por el zooplancton.
- b) Luego los peces juveniles recién sembrados se comen a los organismos que conforman el zooplancton.
- c) De esta manera se establece una cadena de alimentación en la piscina.
- d) Algunos peces en sus estadios juveniles pueden consumir directamente el fitoplancton, y otros peces pueden complementar su dieta en estado adulto con fitoplancton que filtren.

Una piscina bien fertilizada provee la fuente de alimentos para los peces y ayuda a mantener niveles de oxígeno altos durante el día, evitando que bajen los niveles de oxígeno en la madrugada y la mañana.

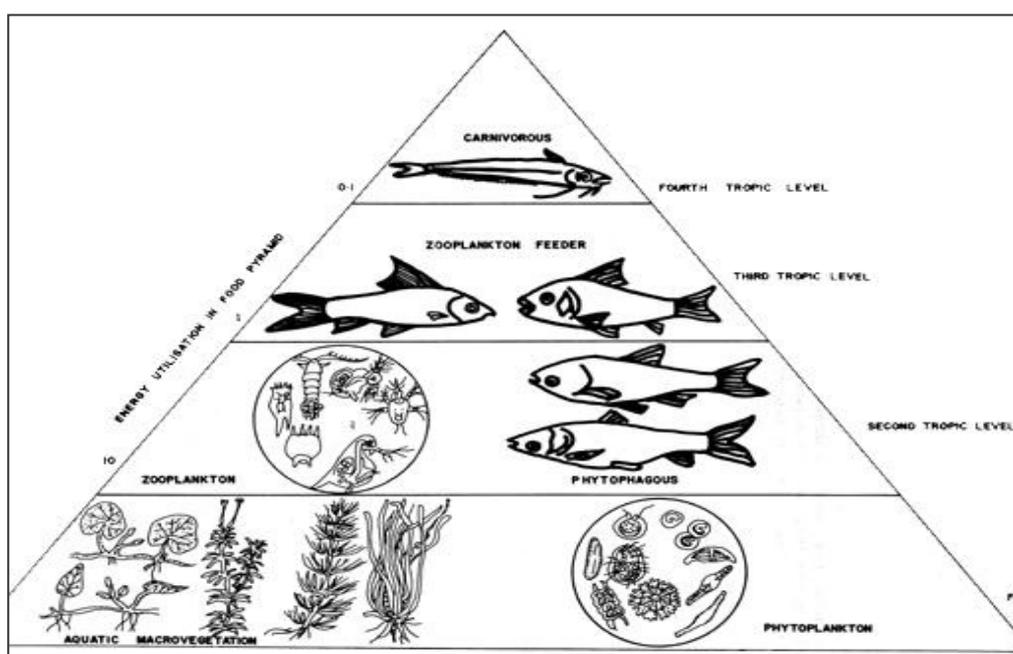


Figura 22.- Pirámide alimenticia en una piscina. Fuente FAO

Los organismos naturales presentes en la piscina son de gran importancia para los alevines de peces recién sembrados, ya que de acuerdo al tamaño de su boca van consumiendo organismos de mayor tamaño. En el caso de peces como la tilapia, los organismos del plancton tienen importancia a través de toda su vida, inclusive cuando ya son más grandes y adultos.

### 3.12.4 Determinación de la fertilización

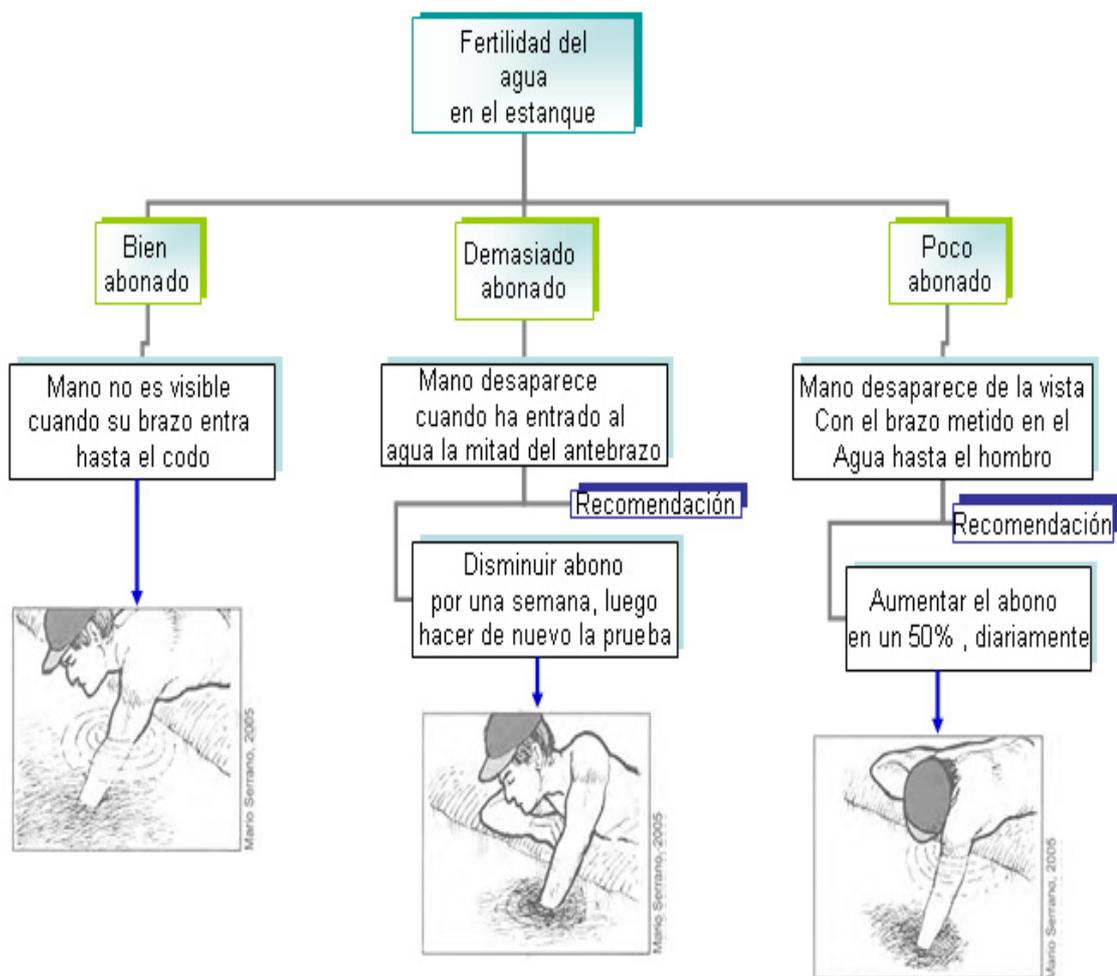


Figura 23.- Determinación de la fertilización de manera artesanal. Fuente: Mario Serrano-2005- editado por el Autor.

### 3.12.5 La cadena alimenticia en una piscina.

Los organismos naturales presentes en la piscina son llamados por diferentes nombres, y en una piscina existen desde organismos microscópicos que no podemos ver hasta organismos como caracoles, crustáceos, gusanos que habitan en el fondo de la piscina, larvas de insectos, etc. (Figura 24 y 25).

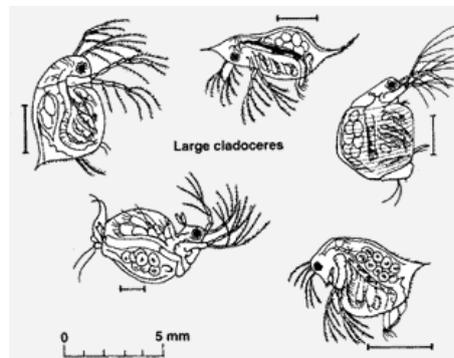


Figura 24.- Organismos del zooplancton- Fuente: FAO

Los organismos muertos y la materia de origen animal y vegetal ya muerta en el fondo de la piscina se llaman detritus, algunos peces comen esto y se los llama detritívoros. Organismos que son naturales y pueden ser fuente de alimento a los peces sembrados se los encuentran en varios lugares de la piscina:

1. Cerca del filo de la piscina, por ejemplo en plantas en descomposición.

2. Suspendidos en el agua, llamados planctónicos. Estos pueden ser microscópicos o visibles a simple vista.
3. Asociados con el fondo de la piscina, llamados bentónicos, como en el caso de caracoles, gusanos, etc.

Los peces que cultivamos pueden ser depredadores en la naturaleza, pero en el cultivo reemplazamos su dieta usual por el balanceado. Lo ideal es cultivar peces que sean omnívoros (comen tanto algo vegetal como de origen animal), o que puedan filtrar zooplancton (Figura 21), o algas, de esta manera ahorramos en el gasto de balanceado.

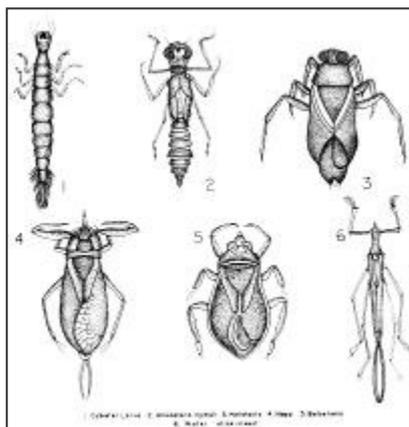


Figura 25.- Insectos acuáticos.

Fuente: FAO

Los estadios larvarios de algunos insectos como los chapuletes, son depredadores de animales más pequeños como peces. No se debe esperar mucho tiempo (máximo 5 días) para sembrar los alevines, así se evita que los insectos se desarrollen y si los

peces crecen bastante rápido se pueden

comer a estos insectos. Las ranas y sapos también son depredadores de larvas y alevines de peces.

La fertilización adecuada es de gran importancia al inicio del ciclo de cultivo, ya que sirve para establecer las condiciones ideales para los peces pequeños que se van a sembrar y ayuda a que el crecimiento sea más rápido.

### **3.12.6 La aplicación de cal en los suelos de la piscina.**

Esto se lo conoce comúnmente como “encalado” de la piscina y generalmente se lo hace antes de empezar cada ciclo de cultivo. La razón para aplicar cal es mejorar el pH del suelo, desinfectar y eliminar organismos que se encuentren en las pozas de agua que no se secaron.

Se debe tener mucho cuidado con el tipo de cal que se aplica, y lo ideal es aplicarlo equilibradamente por toda la piscina. Una cantidad recomendada de cal para aplicar en una piscina es de 1,000 a 2,000 lbs/ha, pero esta cantidad puede variar de acuerdo al tipo de suelo y el sistema de cultivo que se utilizó.

Cuando ya ha existido un ciclo de cultivo en un estanque o piscina, el suelo tiende a volverse ácido debido a toda la materia orgánica en descomposición que se produjo durante el ciclo de producción de peces. Si el suelo huele a “huevo podrido” al secarse la piscina, es recomendable aplicar cal.

## **Preguntas de evaluación**

**Preguntas para los participantes y evaluar lo aprendido. Es importante hacer esta clase participativa y que las personas se sientan en confianza para expresar sus dudas respecto a algún tema.**

1. Qué sucede en una piscina de cultivo cuando realizamos la fertilización?
2. Por qué es tan importante la fertilización y que existan microorganismos cuando se siembren los alevines?
3. Qué pueden hacer los estadios larvarios de ciertos insectos?

### **3.13 Siembra de alevines**

#### **Objetivos:**

- 1. Que los participantes tengan los conocimientos básicos sobre aclimatación de alevines y sobre el proceso de la siembra.**
- 2. Que los participantes tengan bien definido el proceso de aclimatación y la importancia de una aclimatación correcta.**

Lo mejor es sembrar bien temprano en la mañana o en la tarde entrando la noche, para evitar un cambio drástico entre la temperatura en la que vienen los peces y la temperatura de la piscina. La piscina ya debe tener establecido un buen nivel de algas para que exista suficiente oxígeno y especialmente para que existan organismos del zooplancton que sirvan de alimentación para los alevines recién sembrados.

Durante los primeros días luego de la siembra se les provee alimento a los juveniles, mientras más pequeños son la demanda de alimento es más grande, ya que si no se alimentan adecuadamente pueden debilitarse y estar más propensos a desarrollar enfermedades causadas por organismos oportunistas, especialmente bacterias.

Se debe observar si los animales se encuentran activos en las fundas de transferencia y verificar si hay animales muertos, o no (Figura 26).

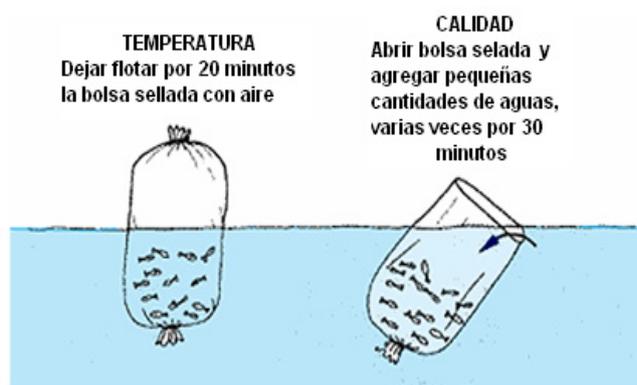


**Figura 26.-** Aclimatación y siembra de juveniles. Fuente FAO

Para hacer la siembra de los juveniles se procede de la siguiente manera (Figura 27):

1. Flotar la funda en la que arribaron en la piscina por un espacio de 30 minutos.
2. Apenas la funda está con la misma temperatura que la del agua de la piscina, se abre la funda y se los deja salir a los alevines.
3. Es muy importante recordar que una vez que se abre la funda el nivel de oxígeno en el agua puede bajar y los peces deben pasar a la piscina.

Algunas personas recomiendan hacer un pequeños “encierro” para los peces que se sembraron y ver cómo se comportan en el primer día, ya que generalmente las mortalidades causadas por estrés durante el transporte ocurren en los primeros días.



Este es un procedimiento que toma más trabajo pero permite asegurarse que la gran mayoría de peces estén en buen estado.



Figura 27.- Proceso de siembra. Fuente FAO

Se deben proteger a los peces de depredadores como las aves mientras están en este encierro, en caso que se decida usar este tipo de técnica (Figura 28).

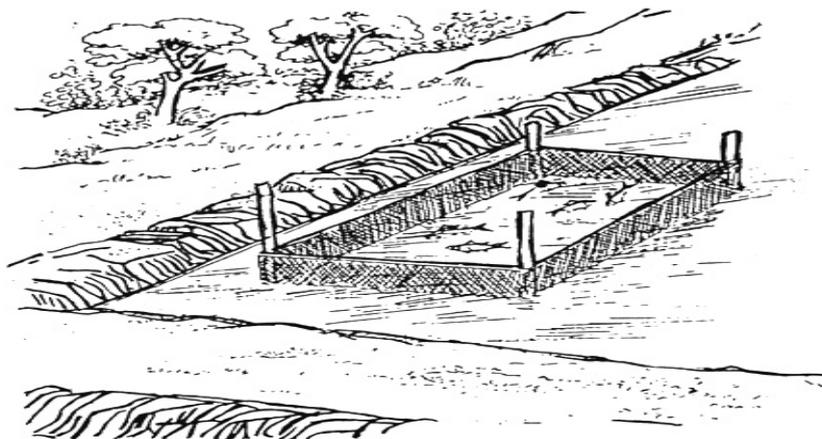


Figura 28.- Encierro para peces, conocido como "hapa".

### 3.13.1 Densidad de siembra

En piscinas pequeñas se pueden controlar los depredadores, plantas acuáticas invasoras, fertilización y restos de productos agrícolas.

Densidades de 0,5 individuos por metro cuadrado han sido, probado exitosamente con una fertilización continua de estiércol de ganado vacuno.

Se puede dar siembras de 0,2 a 0,5 individuos por metro cuadrado para los peces, por ejemplo en el caso de la cachama ya que su condición como especie filtradora le permite contar con una variedad de alternativas alimenticias (Heredia y Gonzáles) (Figura 25).

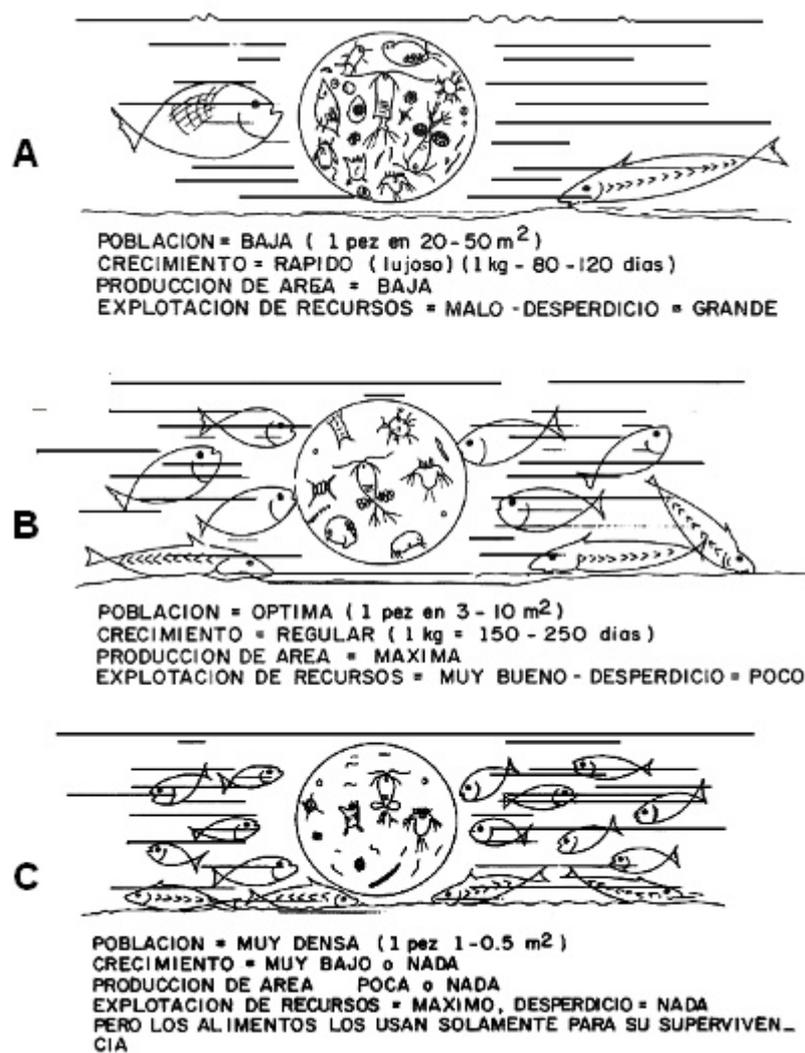


Figura 29.- Diferentes densidades de alimentación. Fuente: FAO

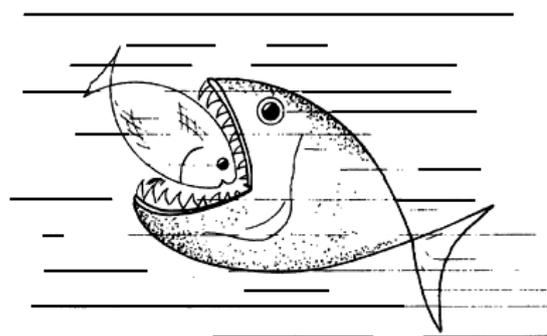
### 3.13.2 Fauna presente

Al referirnos a la fauna presente estamos dejando muy en claro que en el medio donde se va sembrar a parte de nuestra área en si, la fauna que nos rodea es importante saber cuales son los posibles enemigos que forman parte de la fauna y que por obvias razones la mayoría ingresa por la entrada de agua que vayamos a construir (Figura 30).

La fauna acuática en estos tipos de cultivos debe ser controlada ya que hay ciertas especies invasoras que causan daño al medio, al alimento o al pez a cultivar.

LOS CARIBES Y GUABINAS SON DAÑINOS EN SUS AGUAS

(A)



LOS PECES OCIOSOS COMEN

EL ALIMENTO DE LOS UTILES

(B)

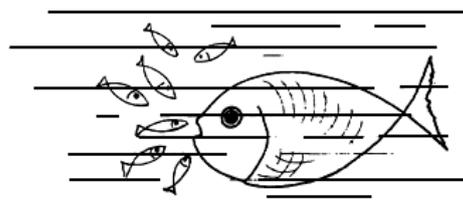


Figura 30.- Ejemplo en el cual otra especie favorece a otra, lo cual no se lleva a cabo mucho en nuestro país. Fuente: FAO.

Cada vez que se realiza un muestreo con atarraya, se aprovecha la ocasión para eliminar las especies depredadoras.

También utilizando cal viva o con retona, cuyos efectos son temporales. Lo adecuado sería buscar un equilibrio con especies que utilicen nichos tróficos diferentes.

Por ejemplo el policultivo entre coporo (*P.marie*) y cachama (*C.macropomum*) aumentan la producción en un 20% en relación a los monocultivos de ambas especies (Heredia y Gonzáles, 1990). El coporo se alimenta del fondo, removiendo los nutrimentos inactivos e incorporándolos a la columna de agua, así el plancton se desarrolla mejorando la alimentación de los peces filtradores como la cachama.

### **Preguntas de evaluación**

**Preguntas para los participantes y evaluar lo aprendido. Es importante hacer esta clase participativa y que las personas se sientan en confianza para expresar sus dudas respecto a algún tema.**

1. Describa el proceso de siembra.
2. Qué se debe revisar en los animales que se recibe?
3. Cuáles son las ventajas y desventajas de usar un encierro luego de sembrar?

### **3.14 Alimentación suplementaria de peces**

#### **Objetivos**

- 1. Trabajar en ejercicios simples sobre cómo establecer el nivel de balanceado que se debe dar diariamente.**
- 2. Trabajar en ejercicios para calcular el peso promedio de los peces de una piscina.**
- 3. Usar una tabla de alimentación y estar familiarizado con el concepto de qué significa.**
- 4. Desarrollar el criterio de que se puede intentar disminuir el consumo de balanceado, y que las tablas de alimentación son sólo una referencia, no una ley.**

El alimento suplementario es utilizado para proveer suficientes nutrientes para el crecimiento de los peces y puede ser de distintas fuentes, como el preparado en una fábrica de balanceados, como también puede ser preparado en la granja con productos locales.

Uno de los propósitos finales del programa de Acuicultura rural es tratar de crear una tecnología de cultivo que permita la menor dependencia posible de insumos preparados, de esta manera se evitará que el

agricultor sea dependiente de los costos que imponga la industria de alimentos balanceados.

El uso de productos agrícolas locales y disponibles en las zonas donde se realice el cultivo de peces es recomendado, y a futuro las investigaciones se centrarán en tratar de reemplazar con productos locales el balanceado industrial.

Debido a que un balanceado local no siempre va a tener todos los componentes necesarios para el crecimiento, es posible que se siga utilizando en la dieta de los peces el balanceado comercial pero en un porcentaje menor.

La causa para intentar desarrollar este tipo de programa de alimentación de peces es debido a que el alimento suplementario significa aproximadamente el 50% del costo de producción, por lo tanto la estrategia básicamente es tratar de disminuir los costos de producción y aprovechar la materia prima local que en ocasiones es desperdiciada.

Los ejercicios para calcular la cantidad de alimento son demostrativos, al igual que las tablas que recomiendan un determinado porcentaje de alimento de acuerdo al tamaño de los animales. Estas tablas deben ser

calibradas para cada lugar, y de acuerdo a la densidad de peces en la piscina, así como observando en crecimiento de estos.

Debido a que la gran mayoría de agricultores no cuentan con una balanza para estar midiendo todos los días el peso de balanceado que se debe dar a los peces y para facilitar el proceso de calcular cuánto se alimentará, se ha transformado el peso a una medida que puede estar disponible en todo sitio, como el equivalente en peso de una jarra de plástico, presentada en una fotografía.

#### **3.14.1 Notas importantes de recordar sobre el alimento suplementario.**

Es importante siempre tener en cuenta lo siguiente en lo referente al balanceado:

- a. Representa entre el 50 al 60% de los costos de producción.
- b. Si se sobrealimenta se daña la calidad del agua y sólo se aplica un fertilizante muy caro.
- c. El sabor del animal depende del alimento suministrado.
- d. La subalimentación hace que el animal busque alimento en el fondo y cambie su sabor.

- e. Una producción semi intensiva depende del uso de alimento suplementario.
- f. Se debe revisar constantemente la cantidad de alimento suministrado para evitar desperdicio o que los peces crezcan muy poco debido a que les falta alimento.

### **3.14.2 Proteínas.**

Estos son los nutrientes más importantes en la vida de los peces y en su crecimiento. Los peces más pequeños necesitan de un mayor nivel de proteínas que los adultos, por lo tanto los balanceados para juveniles a peces más pequeños tienen un mayor porcentaje de proteínas.

Existen dos fuentes de proteínas: animal y vegetal, los de origen animal son más caras que las de origen vegetal. Las proteínas de origen animal generalmente provienen de harinas de pescado y de sangre; mientras que las proteínas de origen vegetal provienen del polvillo de arroz, torta de soya, pasta de algodón, maíz, trigo, etc.

Cada especie de pez tiene diferentes requerimientos de proteínas, tanto de origen vegetal como animal. Igualmente el porcentaje de proteínas que necesita para crecer varía de acuerdo a la especie. A continuación se

presenta una tabla con los porcentajes de proteína recomendados para dos especies de peces que tienen gran potencial en Acuicultura rural.

**Cuadro 11.- Porcentaje de proteína en cachama y tilapia**

<b>Cachama</b>		<b>Tilapia</b>	
<b>Estadio</b>	<b>Porcentaje de Proteínas (%)</b>	<b>Estadio</b>	<b>Porcentaje de Proteínas (%)</b>
<b>Alevín</b>	<b>30</b>	<b>Alevín</b>	<b>45</b>
<b>Crecimiento</b>	<b>25</b>	<b>Crecimiento</b>	<b>40</b>
<b>Engorde</b>	<b>20</b>	<b>Engorde</b>	<b>28-32</b>
<b>Reproductores</b>	<b>35</b>	<b>Reproductores</b>	<b>35</b>

Fuente: Subsecretaría de Acuicultura – Dirección de Proyectos y Cooperación Internacional

### **3.14.3 Lípidos.**

Una buena fuente de lípidos es el aceite de pescado, sin embargo se puede proveer lípidos de origen vegetal que tienen un menor costo. Los lípidos son utilizados como fuente de energía metabólica y como fuente de ácidos grasos esenciales. Si un alimento tiene muchas grasas y es mantenido mucho tiempo puede volverse rancio.

#### **3.14.4 Carbohidratos.**

Incluye azúcares, almidones y celulosa, y son la fuente más barata de energía de una dieta, ayudan a contribuir a la estabilidad del pellet de balanceado en el agua.

Los peces herbívoros y omnívoros utilizan mejor los carbohidratos, si los comparamos con los peces carnívoros. Cuando se escoge una especie con potencial en Acuicultura, es de gran importancia que su dieta natural sea herbívora u omnívora porque es menos costoso alimentarlos.

#### **3.14.5 Tasas de alimentación.**

Estas son tablas que presentan la cantidad sugerida de alimento que se debe proveer a los peces, originalmente provienen de estudios de nutrición hechos por centros de investigación y por las empresas que producen el alimento balanceado. Como se mencionó anteriormente deben ser tomadas como una guía, más no como una regla inflexible.

Para enseñar a realizar estos cálculos es importante que la persona practique varios ejercicios hasta que se familiarice con la manera de calcular el alimento que se provee día a día.

**Cuadro 12.- Taza de alimentación de peces omnívoros**

<b>Fase</b>	<b>Peso Promedio (g)</b>	<b>Porcentaje de Biomasa</b>
Alevín	0.5-5	15%
Alevín	0.5-50	10%
Crecimiento	50-100	5%
Crecimiento	100-200	3%
Engorde	200-500	1.8-2%
Engorde	500-1,000	1-1.5%

Fuente: Subsecretaría de Acuacultura – Dirección de Proyectos y Cooperación Internacional

Para calcular la cantidad de alimento que se provee, se estima primero la biomasa de peces en la piscina.

- a. Primero se pesa 40 peces de la piscina.
- b. Luego se divide el peso total para 40 de tal manera que se obtiene el peso promedio de los peces en la piscina.
- c. Se multiplica este peso promedio por la cantidad de peces estimados en la piscina.
- d. El total de la operación anterior es la biomasa de peces en la piscina.
- e. Esta biomasa se multiplica por el porcentaje de alimento recomendado de acuerdo al peso promedio de los peces.

- f. Esta es la cantidad de alimento que se debe suministrar a los peces. Usualmente esta cantidad está repartida en 2 o 3 raciones al día, así que se divide para 2 o 3 y se suministra esta cantidad en cada ración.

Ejemplo de cálculo de alimentación: Hay 1.500 peces de 80grs promedio.

Calcular cantidad de alimento a proveerse por día:

$$1.500 \text{ peces} \times 80\text{grs} = 120.000\text{grs} \text{ (120 kgs de peces).}$$

Revisar la Tabla de Alimentación, según peso promedio ver el porcentaje de biomasa que corresponde para continuar con el cálculo.

$$120.000\text{grs} \times 5\% (0.05) = 6.000\text{grs} \div 454 \text{ gr.} = 13.2\text{Lbs}$$

Se reparte en 2 raciones por día, es decir, 6.6Lbs en cada alimentación

El cálculo en la parte práctica se realiza de esta manera:

**Ejemplo 1.** Se tienen 1,000 peces de 100 g promedio. Calcular la cantidad de alimento a proveerse por día.

$$1,000 \text{ peces} \times 100 \text{ g} = 100,000 \text{ g (o sea 100 kg. de peces).}$$

$$100,000 \text{ g} \times 5\% = 5,000 \text{ g (o sea 5 kg.)}$$

Diariamente el alimento se reparte en 4 porciones de 1.25 kg. cada una; pero también se recomienda hacer 2 alimentaciones diarias, cuyas porciones serían 2.5 kg. cada una.

**Ejemplo 2:** Se tienen 1,000 peces de 100 g promedio. Calcular cantidad de alimento a proveerse por día.

$$1,000 \text{ peces} \times 100 \text{ g} = 100,000 \text{ g (o sea 100 kg. de peces).}$$

$$100,000 \text{ g} \times 3\% = 3,000 \text{ g (o sea 3 kg.)}$$

Se reparte en 4 porciones por día, 0.75 kg. en cada alimentación.

Debido a que un agricultor no tiene generalmente acceso a una balanza que mida en gramos el peso del balanceado, a continuación se presenta una tabla de conversión de peso de alimento balanceado o su equivalente en gramos, y el volumen que representa en una jarra plástica disponible en cualquier tienda. Esta es una manera práctica de llegar al usuario para que no incurra en un gasto excesivo como sería la compra de una balanza con alto grado de precisión.

**Cuadro 13.- Cálculo de volumen en jarra plástica**

Equivalente de alimento en volumen de una jarra plástica		
<b>Tamaño de pellet</b>	<b>Volumen en la jarra ( medida en lts, marca interna en la jarra)</b>	<b>Equivalente en gramos</b>
<b>Mes 1</b>	<b>0,5</b>	<b>55,00</b>
<b>Mes 2</b>	<b>0.75</b>	<b>80,00</b>
<b>Mes 3</b>	<b>1.0</b>	<b>99,88</b>
	<b>1,5</b>	
	<b>1,75</b>	
	<b>0,5</b>	
	<b>0.75</b>	
	<b>1.0</b>	
<b>Mes 4</b>	<b>1,5</b>	<b>190,00</b>
<b>Mes 5</b>	<b>1,75</b>	<b>356,00</b>
<b>Mes 6</b>	<b>0,5</b>	<b>570,00</b>
	<b>0.75</b>	
	<b>1.0</b>	
	<b>1,5</b>	
	<b>1,75</b>	
	<b>0,5</b>	
	<b>0.75</b>	
	<b>1.0</b>	
	<b>1,5</b>	
	<b>1,75</b>	

Fuente: Subsecretaría de Acuicultura – Dirección de Proyectos y Cooperación Internacional

### 3.14.6 Forma y hora de alimentación.

La alimentación puede ser por “boleo”, como se muestra en la foto adjunta, los peces se acostumbran a ser alimentados en una sólo lugar, y con respecto a la hora: lo ideal es que sea en la mañana y tarde, de manera que esta rutina no altere las otras actividades que se realizan (Figura 31). Es importante recordar que:

- a. La forma de alimentar depende del tipo de especie que se cultiva pero para especies que comen en la columna de agua, lo ideal es “bolear” el alimento por

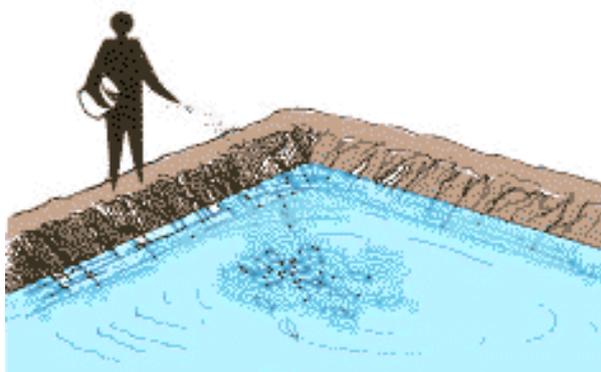


Figura 31.- Alimentación por "boleo". Fuente: FAO.

- toda la piscina, notando que los peces están comiendo y activos.
- b. Los peces se vuelven dóciles y “aprenden” un ritmo de alimentación a una hora determinada.
- c. Debido a que usualmente existe mayor cantidad de oxígeno en las tardes es recomendable dar el mayor porcentaje de alimento en horas de la tarde.

### 3.14.7 Conversión de alimento.

Al final del ciclo se suman las libras o kilogramos de alimento usado y se divide para el peso de todos los animales cosechados, obteniendo la conversión alimenticia. Si se usó un total de 1,350 lbs. de balanceado, y se obtuvo un peso total de 976 lbs. de peces cosechados, el resultado es 1.38:1.

**Cuadro 14.- Alimento consumido en los meses de cultivo**

<b>Mes</b>	<b>Cantidad usada lbs</b>
<b>Mes 1</b>	<b>55,00</b>
<b>Mes 2</b>	<b>80,00</b>
<b>Mes 3</b>	<b>99,88</b>
<b>Mes 4</b>	<b>190,00</b>
<b>Mes 5</b>	<b>356,00</b>
<b>Mes 6</b>	<b>570,00</b>
<b>Total</b>	<b>1350,88</b>

Fuente: Subsecretaría de Acuicultura – Dirección de Proyectos y Cooperación Internacional

### 3.14.8 Manejo del alimento y almacenaje.

Las siguientes recomendaciones son importantes para el manejo adecuado del balanceado mientras está almacenado.

- a. Protegerlo de altas temperaturas.
- b. Protegerlo de la humedad. (Evitar hongos)
- c. No colocar los sacos directamente en el piso, poner una tabla o algo para que no esté en contacto con el piso. Usar alguna tarima.
- d. No arrumar en grupos de más de 5-6 sacos de altura.
- e. Protección contra insectos y roedores.
- f. No guardarlo por mucho tiempo, sino comprar balanceado a medida que se necesita.

### **Preguntas de evaluación**

**Preguntas para los participantes y evaluar lo aprendido. Es importante hacer esta clase participativa y que las personas se sientan en confianza para expresar sus dudas respecto a algún tema.**

1. Explique cuál es la ventaja de un pez omnívoro sobre uno carnívoro para su cultivo?
2. Realice varios ejercicios de cálculo de alimentación en la piscina?
3. Exponga 4 acciones que se debe tomar para el manejo del balanceado?

### 3.15 Cosecha

#### Objetivos.-

1. Enseñar los diferentes artes de pesca.
2. Como utilizar de manera correcta los artes de pesca para un mejor resultado de la cosecha.

La cosecha se la puede realizar de dos maneras (Figura 32):

1. Una con el uso de atarraya o trasmallo (cosecha parcial),
2. Drenado total del agua (cosecha total) a través de las compuertas para luego proceder a recoger el producto.



**Figura 32.- Muestreo con atarraya. Fuente: Mario Serrano.2005.**

En estanques naturales (lagunas) que carecen de un dispositivo adecuado para el ingreso y salida de agua, se necesita de una bomba para extraer el agua y proceder a la cosecha.

### 3.15.1 La cosecha final

Se deja que los animales crezcan hasta que tengan una talla comercial media, y se los captura todos (Figura 33).

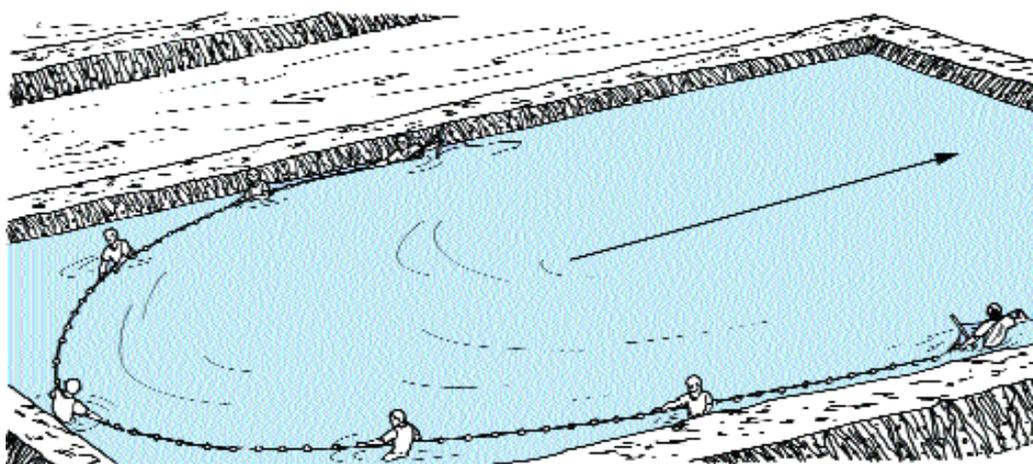


Figura 33.- Cosecha final Fuente: FAO

### 3.15.2 La cosecha continua

Con densidad mayor, de 5 a 7 meses según crecimiento y talla comercial que se desee. Se realiza cada 15 días, se sacan los más grandes y los más pequeños se los regresa al estanque (Figura 34).

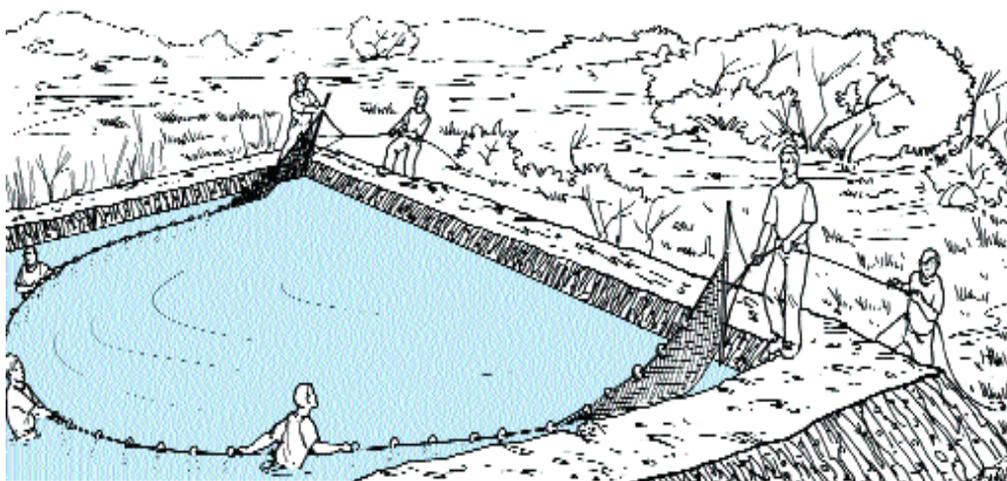


Figura 34.- Cosecha continua, Fuente: FAO

### 3.15.3 Otros Métodos

Utilizando una red con malla de 3,8 a 5 cm. (malla estriada). Se deberá evitar pescar con la red con demasiados peces, ya que los más pequeños, mueren al sacar el copo del agua. Para que la red no se sobrecargue, cuando se pesca todo el estanque, se puede utilizar dos redes y partir desde el centro de la piscina, arrastrando en direcciones contrarias (Figura 35).

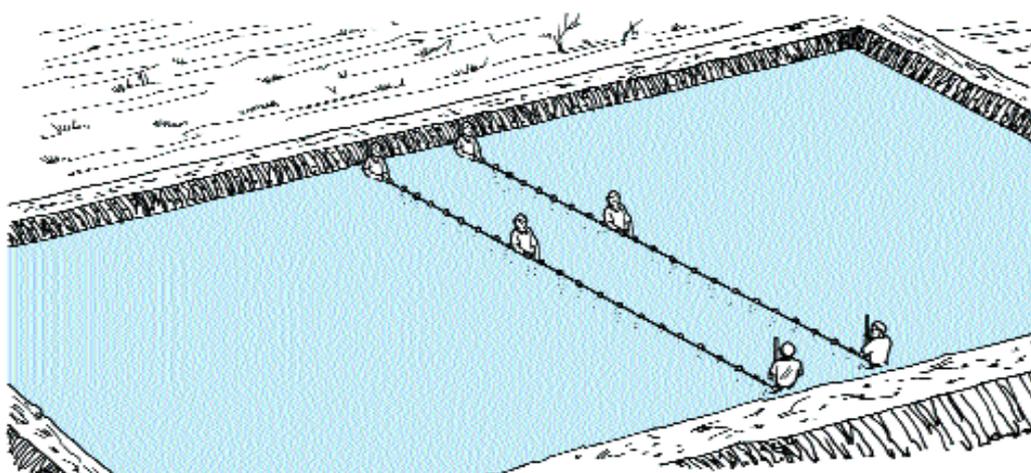


Figura 35.- Otro método de cosecha Fuente: FAO

Se pesca primero la mitad del estanque, dejando inmóvil la otra red, y luego se pesca la otra mitad, arrastrando la red del lado contrario. Mientras mas hombres ayuden en la cosecha mas efectiva será (Figura 36).

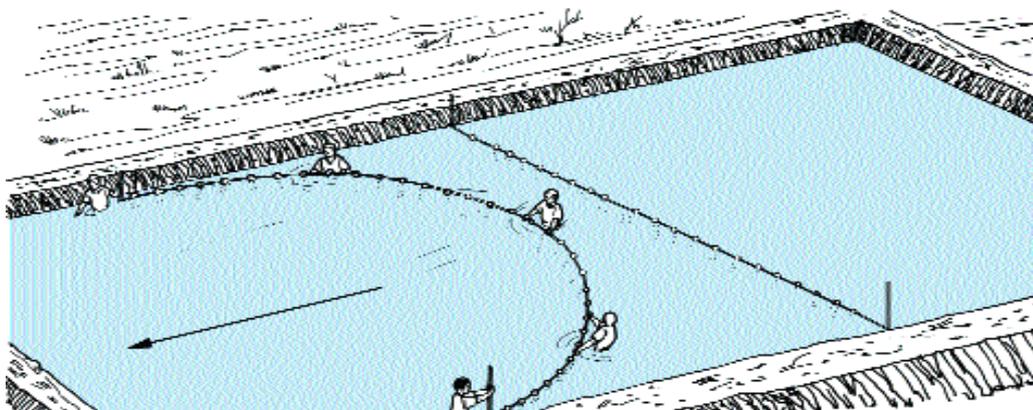


Figura 36.- Modo alternativo de pesca Fuente: FAO

### 3.15.4 Artes de Pesca

#### Cuadro 11.- Descripción de la forma de uso de los artes de pesca

Arte de pesca	FORMA DE USO
Trasmallo	Este arte es extendido de forma horizontal en las orillas o parte central del humedal o ríos, y permanece por varias horas o el tiempo estimado para que los peces queden atrapados en la red, el uso de este arte no es recomendable porque los peces no son retirados a tiempo. Este tipo de red es usado principalmente en invierno.
Red de enmalle	La red es ubicada hacia las orillas del humedal o ríos, generalmente en lugares donde existe maleza, la que es encerrada mediante la ubicación de la red, luego esta maleza va siendo sacada de a poco y conforme se saca la maleza se avanza con la red hacia la orilla hasta que los peces queden entre la orilla y la red para ser capturados, este arte es usado en verano.
Atarraya	Su manejo es realizado desde las orillas de ríos o humedal y desde las embarcaciones de donde es lanzada para la captura de los peces, su uso se da tanto en invierno como en verano
Línea de mano	Se la utiliza desde las orillas de ríos, humedal y embarcaciones, este arte tiene adherido un anzuelo en el que va sujeto una carnada o cebo para que el pez lo coma y quede ensartado al anzuelo. Es utilizado en invierno y verano.
Malla larvera	Este arte es utilizado exclusivamente para la recolección de semilla de chame, es usado mayormente en época de invierno, que es cuando se reproduce y abunda la semilla.

Fuente: Formas y usos de artes de pesca, consulta en [www.artesdepesca.com](http://www.artesdepesca.com)

Nota para los estudiantes:

Las cosechas se las hace en la mañana temprano, cuando todavía este fresco, para evitar que el nivel de agua este muy bajo cuando el sol se

halle directamente en la vertical (Foto #24). De lo contrario ocurrirán muchas muertes antes de que se puedan recolectar todos los animales. No es necesario realizar la cosecha total al final del ciclo.



**Foto #24.-** Agricultores realizando una pesca o cosecha parcial. Cortesía de Xavier Romero Ms. C.

Se pueden hacer cosechas parciales a partir de que existan animales listos para poder venderse en los mercados locales (4to mes). Esto permite tener un flujo de dinero si hace falta para cubrir alguna necesidad.



**Foto #25.-** Levantando la red de pesca mientras se realiza una cosecha parcial para distribuir al mercad local de la provincia del Guayas. Cortesía de Xavier Romero

Se puede atarrayar los peces en el momento que se los alimenta y seleccionar los más grandes.

Luego de la cosecha final se deja secar la piscina al sol por 15 días y luego se puede repetir el ciclo otra vez. Aplicar cal para mejorar el pH del suelo. Realizar mantenimiento de muros.

Para la cosecha final se pone una red que cubra cada extremo y se va haciendo un encierro donde están los peces, o se los cosecha vaciando la piscina y atarrayando en la caja de pesca. No se debe hacer la cosecha final hasta que no se tenga segura la venta de los peces. Los peces pueden seguir engordando en la piscina (Figura 37).

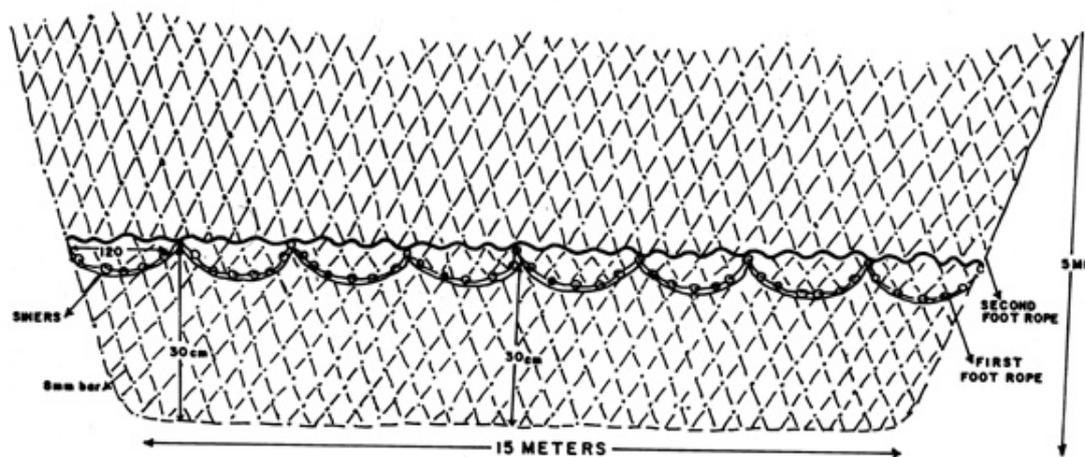


Figura 37.- Red de pesca. Fuente: FAO

### 3.15.5 Sistema de Cosecha.

En algunos casos es factible construir un área donde el nivel sea más bajo y exista una especie de “caja de cosecha”, pero para muchos cultivos de peces a pequeña escala no es necesario, ya que se cosecha usando una red que cubre de un extremo al otro de la piscina y permite pescar a la gran mayoría de los peces.

El acuicultor también puede hacer cosechas parciales lo cual le permite tener un ingreso que ayuda a su economía antes de la cosecha final, esto también ayuda a desarrollar un mercado para su producto y tener un cliente acostumbrado al consumo de peces.

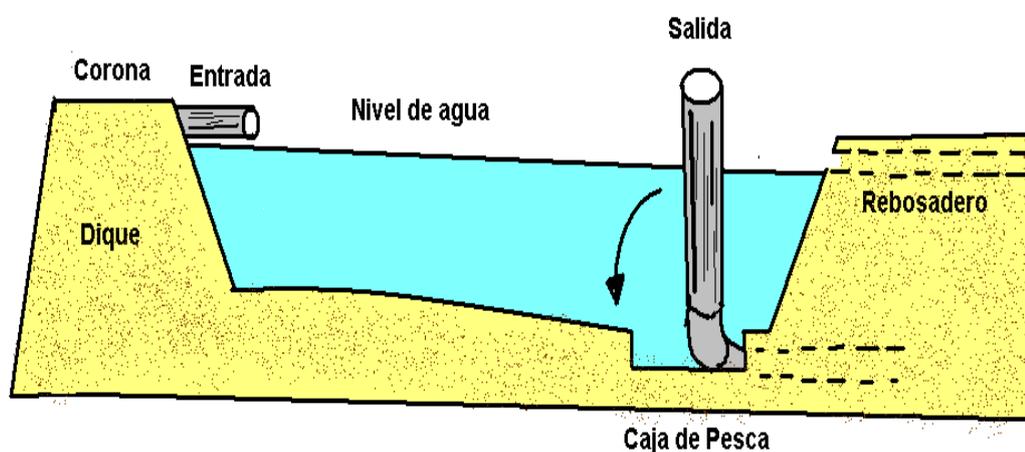


Figura 38.- Partes de una piscina. Fuente: Elaborado por el Autor.

### **3.16 Programa de producción y costos estimados**

- 1. Trabajar en ejercicios simples sobre cómo establecer un programa básico de producción y los niveles esperados.**
- 2. Trabajar en la estimación de los costos de producción.**

El concepto básico y la intención del programa de Acuicultura rural-artesanal, es que esta actividad complementaria incremente el ingreso económico de una familia en la zona rural, sin modificar significativamente su rutina diaria, y que se la considere como otra actividad más entre las disponibles en el agro para la diversificación del mismo.

Por esta razón se planteó que el tamaño de la piscina fuera pequeño, con el motivo de que el gasto y la inversión en esta actividad estén al alcance del mayor número de personas que puedan acceder a un micro-crédito no mayor de \$ 2,000; la otra causa es que para un granjero que recién se inicia en la Acuicultura lo mejor es empezar con pequeñas piscinas e ir creciendo a medida que se obtenga más experiencia.

### **3.16.1 Costo de construcción de una piscina de 0,1 ha.**

Construir una piscina de 40 por 25 mts., con un muro de 1 metro de profundidad aproximadamente, toma unas 10-12 horas de trabajo con una “gallineta”. Esta piscina también puede ser hecha sólo con el esfuerzo de personas usando pico y pala. Se estima que el costo de construir la piscina es de aproximadamente USD\$300 (Julio 2008).

### **3.16.2 Condiciones.**

Se asume que la persona ya cuenta con una bomba que le permita llenar la piscina con agua en un tiempo de 3-4 días, esto se puede hacer con una bomba pequeña de 2 pulgadas. Además se espera que el usuario ya posea la tierra y tenga acceso a un canal con agua, o al agua de un río, o a un pozo.

### **3.16.3 Uso de balanceado.**

Como se mencionó anteriormente, el costo del alimento balanceado es uno de los más significativos en la Acuicultura, el cual usualmente constituye el 50% de los costos de producción, este costo puede variar de acuerdo a la conversión de alimento que se obtenga.

Por lo tanto resulta de gran importancia que la conversión de alimento se mantenga alrededor de 1:1, y se planee reemplazar parte del balanceado preparado por productos disponibles en la granja.

A continuación se presenta los gastos estimados que se presentan en la construcción de una piscina de 0.1 ha y los costos de producción del primer ciclo.

**Cuadro 15.- Costos de construcción de una piscina**

<b>Egresos:</b>	
Construcción de Piscina (0,1 ha)	300
Combustible Bomba	60
Hieleras Post-Cosecha	50
Transporte/Varios	120
Bomba de "2"	0
Varios	0
Alevines Tilapia (1,000)	30
Alevines cachama (1,200)	60
Balanceado	300
Fertilizante	18
Tubería/Redes	100
<b>Total Egresos</b>	<b>1,038</b>

Fuente.- Subsecretaría de Acuicultura – Dirección de Proyectos y Cooperación Internacional

El precio de los peces vendidos determinará las ganancias, se ha calculado que en la venta directa el pescado vendido tiene un precio de \$ 0.80 a 0.90 por libra entero.

El cálculo se basa en vender peces “plateros” es decir que entran en un plato para ser preparados, éstos son básicamente peces de 250 gramos o un poco más de media libra en peso.

En la sección de la biología de cada especie se presentan las tablas de producción estimadas de la especie y las producciones esperadas.

#### 3.16.4 Protección para los peces.

Muchas aves acuáticas son depredadores de los peces, razón por la cual hay que poner protección contra depredadores potenciales colocando hilo de pesca de un extremo a otro de tal manera que los pájaros no se puedan zambullir y comerse los peces. Se debe proteger el área de salida de agua con malla de plástico para que los peces no se escapen. Además hay que revisar todas las mañanas como están las mallas y si hay peces muertos en los filos o flotando (Foto # 26).



**Foto #26.-** Hilos finos para protección de los peces. Cortesía de Xavier Romero Martínez.

### **3.17 Aspectos legales, técnicos y ambientales que se deben cumplir para la autorización de cultivos acuícolas**

#### **Objetivos.-**

- 1. Conocer cual es la entidad y leyes que regulan la Acuicultura.**
- 2. Requisitos básicos para poder estar legalizados, en la actividad piscícola.**

Como primera parte de este capítulo mencionaremos brevemente la entidad encargada de manejar técnicamente, legalmente y de una forma de control en todo el sector acuícola a nivel nacional la cual es

La Subsecretaría de Acuicultura, creada especialmente para dar un control en el área de Acuicultura, debido al crecimiento del sector, se requería de un organismo que atendiera sus necesidades específicas.

Mediante Acuerdo Ministerial N° 89 del 19 de abril de 2007 se crea la Subsecretaría de Acuicultura como una dependencia del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca con autonomía técnica y financiera.

En nuestro país, esta actividad está asociada al cultivo y producción de diversas especies bioacuáticas en tres regiones del Ecuador continental, las que representan importantes fuentes de ingreso, trabajo, divisas y alimentación para la población.

#### **3.17.1 Acuerdo 338, 26 septiembre 2007**

Art. 1: Además de las atribuciones y competencias establecidas en la codificación a la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero y en el Reglamento a la Ley de Pesca , al Subsecretario de Acuicultura le corresponde:

a) Expedir Reglamentos, Acuerdos, y Resoluciones relacionados con la dirección y control de la actividad acuícola en el país, así como la facultad de resolver y reglamentar los casos especiales y los no previstos que se suscitaren en la aplicación de la Ley de Pesca, conforme el Art. 13 de dicho cuerpo legal.

**3.17.2 Codificación de la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero  
(Codificación 7, H. Congreso Nacional. RO N° 15, del 11  
de Mayo de 2005)**

Los recursos bioacuáticos existentes en el mar territorial, en las aguas marítimas interiores, en los ríos, en los lagos o canales naturales y artificiales, son bienes nacionales cuyo racional aprovechamiento será regulado y controlado por el Estado de acuerdo con sus intereses. (Art. 1.)

El Estado exigirá que el aprovechamiento de los recursos pesqueros contribuya al fortalecimiento de la economía nacional, al mejoramiento social y del nivel nutricional de los ecuatorianos, en los términos establecidos en el Art. 86\* de la Constitución Política de la República (Art. 5).

*\*: Derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable.*

**3.17.3 Autorización para ejercer la actividad**

Para obtener la autorización para ejercer la actividad piscícola y/o de Acuicultura, en tierras altas sin vocación agrícola o económicamente no rentables para la Agricultura, sean estas propias o arrendadas, se

requiere la presentación de la correspondiente solicitud dirigida al Director General de Acuicultura a la que se acompañaran los siguientes documentos y datos (Art. 74).

### 3.17.4 Requisitos

**Cuadro 16.- Ley de pesca para ejercer actividad acuícola**

<b>Reglamento a la Ley de Pesca, Art. 74: Requisitos establecimientos cultivo y engorde</b>
Solicitud con Nombres completos, nacionalidad, dirección domiciliaria y número telefónico del solicitante o solicitantes conjuntamente con la firma del abogado patrocinador;
Copia de la cédula de identidad; y, tratándose de extranjeros, copia del pasaporte con la correspondiente visa;
Copia Certificado Votación
Planos del proyecto con ubicación geográfica con referencia obligatoria a la carta del Instituto Geográfico Militar y del Instituto Oceanográfico de la Armada, si lo hubiera, en la escala 1:50.000 o a la del levantamiento planimétrico
Título de propiedad y certificado de Registro de Propiedad con 15 años de historia de dominio y de gravámenes del predio destinado a la actividad bioacuática; y,
Tratándose de personas jurídicas, a más de los requisitos puntualizados en los literales anteriores, presentarán copias notariadas de los estatutos sociales aprobados por el organismo competente, y nombramiento del representante
Estudio técnico del proyecto;

Fuente.- Subsecretaría de Acuicultura – Disponible en [www.Acuicultura.gov.ec](http://www.Acuicultura.gov.ec)

### 3.17.5 Valores de tasa de Autogestión

**Cuadro 17.- Valores de pago para ejercer la actividad**

CONCEPTO	VALOR TASA USD\$	
	Acuerdo N° 04 164, RO N° 320 del 28-04-04	Acuerdo N° 007 del 14 Enero - 09 (vigencia 1 año)
A) Capacidad Estanques de hasta 15,000 peces cultivados	60	00
B) Capacidad de Estq. desde 15,001 hasta 40,000 peces cultivados	150	00
C) Capacidad de Estq. desde 40,001 hasta 350,000 peces cultivados	250	00
D) Capacidad de Estq. desde 350,001 en adelante	350	00
Cultivo artesanal de caracoles	50	00
Cultivo Industrial de caracoles	100	00

VALOR DEL ACTA PRODUCCIÓN EFECTIVA		
Unidades artesanales	50	00
Unidades industriales	100	00
<b>Nota: 50% descuento afiliados Coop. y Asoc. Acuicultores</b>		

<b>Concesiones y renovación de concesiones para granjas acuícolas</b>	500	
De 0,1 a 10 Ha.		0,00
De 10,1 a 50 Ha.		200,00
De 50,1 a 250 Hs.		300,00

Fuente.- Subsecretaría de Acuicultura – Disponible en [www.Acuicultura.gov.ec](http://www.Acuicultura.gov.ec)

# CAPITULO 4

## 4.1 Discusión

Desde el año 2008 la Subsecretaria de Acuicultura ha venido desarrollando actividades de capacitación en Acuicultura Rural en varios sectores del Ecuador, como es en la provincia del Guayas, Manabí y el Oriente, obteniendo resultados favorables, en lo que respecta a pequeños agricultores que han ido de a poco abarcando esta actividad, con buenos resultados.

Debido a que el Ecuador posee una diversidad amplia de regiones y a su vez de una amplia variedad de especies de desarrollo acuícola, como la cachama negra (*Colossoma macropomum*), cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*), Lisa (*Mugil ssp.*), chame (*Dormitator spp.*) que son buenos para las piscinas excavadas (piscina de tierra), así mismo debido a la disponibilidad de los productos de pesca tanto de ríos y de pesca, no habido

gran demanda de las especies que se desarrollan en cautiverio, pero que en los últimos años esa disponibilidad ha ido disminuyendo.

La subsistencia rural, nos referimos a un nivel local, de como se puede aprovechar la mejora de tecnología en los cultivos de Acuicultura hacia las zonas rurales, y una vez realizada la transferencia de tecnología y de experiencias, se podrá ir creciendo poco a poco en el sector acuícola, que en nuestro país aun no esta siendo explotado a su máximo potencial.

Si los colegios agropecuarios, dedicados ha incentivar y promover un país que vive y depende mucho de las actividades en si rurales, como es la ganadería, Agricultura, etc., es necesario dar a conocer de manera lógica y sistemática la actividad acuícola a pequeña escala, así como se realizan pequeñas capacitaciones a los agricultores, y ha habido buenos resultados, es motivante introducir como materia básica el cultivo de especies acuáticas del país desde el colegio proyectándonos hacia un futuro mas sustentable.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

1. Dado que la Acuicultura es una actividad que no ha sido tradicionalmente realizada por pequeños agricultores del Litoral, consecuentemente es para muchos de ellos totalmente nueva, de ahí que se debe poner atención en tener un mayor control sobre este proyecto desde los colegios agropecuarios para ir obteniendo mayor experiencia y conocimiento sobre esta área que poco ha sido explotada.
2. Sin duda el ARPE, ha sido difundido recientemente en los últimos 5 años por entidades de MAGAP, que enfocan su trabajo en el sector

rural, promoviendo el desarrollo de este sector, al contrario del sector camaronero que ha sido explotado por los últimos 50 años.

3. Como consecuencia de la poca actividad que la Piscicultura en el país posee, se ha desarrollado este programa curricular, detallando todos los aspectos técnicos de construcción, manejo y biología que implica la Piscicultura básica para concretar una transferencia de tecnología a través del extensionismo.
  
4. Sin duda los colegios agropecuarios incentivan a los estudiantes a dedicarse a vivir del campo y de la tierra, sin embargo incorporando un nuevo sistema de cultivo realizado en la tierra, a través del agua como medio se puede enseñar otra alternativa económica y alimentaria que facilite el desarrollo y mejora de tecnologías del sector acuícola, que actualmente no se esta difundiendo desde temprana edad.

## Recomendaciones

1. Promover a través de las Instituciones del estado mayor inversión en capacitación así como también apoyar al sector rural, a través de créditos al igual que en el BNF con el 555, que incentiven al sector agrícola a incursionar con facilidad al sector acuícola.
2. Crear leyes que favorezcan al sector agropecuario y que a su vez sea dirigida hacia una actividad sustentable que no cause daño al medio ambiente y al agricultor mismo.
3. Fomentar información sobre las ventajas que posee el sector acuícola en la Costa, Oriente y Sierra ecuatoriana aprovechando el suelo de nuestro país que es apto para esta actividad.
4. Dar a conocer las diferentes especies comerciales que se pueden cultivar, generando nuevos mercados locales que ayudaran a que crezca el consumo interno dentro del país.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Acuicultura, Introducción-Generalidades, disponible en [http://www.natureduca.com/acui\\_introd\\_general.php](http://www.natureduca.com/acui_introd_general.php).
- [2] Situación actual de la pesca artesanal y mercado del pescado, SRP.2008. [www.srp.gov.ec](http://www.srp.gov.ec).
- [3] Edwards E. Rural Aquaculture- Aquaculture for poverty alleviation and food security. *Aquaculture Asia* Vol. 7, 2002, pag 53-56, No. 2.
- [4] Martínez M. La acuicultura rural en pequeña escala en el mundo. Taller ARPE, FAO-UCT, (1999) 09-12 Noviembre.
- [5] FAO, *The ecosystem approach to fisheries*. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable N° 4, 2003, Supl. 2. Roma.
- [6] FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service, Fishery Resources Division Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular. No. 886, Rev.1. Rome, FAO. 1997. 163 p.

- [7] Galiciae, Panorama Acuícola, 10 de Agosto del 2009, [http://www.panoramaacuicola.com/noticias/2009/08/10/galicia\\_lidera\\_la\\_produccion\\_acuicola\\_de\\_mejillon\\_rodaballo\\_y\\_trucha\\_en\\_espana\\_.html](http://www.panoramaacuicola.com/noticias/2009/08/10/galicia_lidera_la_produccion_acuicola_de_mejillon_rodaballo_y_trucha_en_espana_.html).
- [8] Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Acuacultura en Ecuador, editorial Subsecretaría de Acuacultura, Ecuador, 2010, pag 18-22.
- [9] FAO, El estado mundial de la pesca y la acuicultura, Parte 1, Examen Mundial de la pesca y la acuicultura, SOFIA, Departamento de Pesca, 2002.
- [10] FAO, Estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008; Estrategias para desarrollar la oferta exportable acuícola en Loreto; MINCETUR, IIAP, 2008, pag 1 -15.
- [11] FAO, Inland capture fishery statistics of Southeast Asia: current status and information needs, por D. Coates. RAP Publication Bangkok, 2002, Oficina Regional de la FAO para Asia y el Pacífico. 121 págs.

- [12] Arregui, Benalcázar, Guerrero. Tesis de Grado. "Caracterización y Propuesta Técnica de la Acuicultura en la Zona de Quijos, Provincia de Napo". Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Ecuador, 2010, Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/9073>.
- [13] Pedini Fernando-Criado, M., (ed.), Informes 1984 nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina, 1984, FAO Inf.Pesca, (294)Supl.1:138 p.
- [14] FAO, Abastecimientos y consumo de pescado realizados en misión BID, Ecuador, 1998.
- [15] Situación de los productos de la pesca en Ecuador, disponible en [www.infopesca.org/...libre.../Congreso\\_de\\_Acuicultura\\_Parte1.pdf](http://www.infopesca.org/...libre.../Congreso_de_Acuicultura_Parte1.pdf)
- [16] Xavier Romero M.Sc. (mayo 2009) Manual de Piscicultura Rural a pequeña Escala en el Litoral ecuatoriana, Guía del Extensionista, Capítulo 1, Pág. 1-5.

- [17] Colegio Agropecuario Galo Plaza Lasso, Malla curricular de la especialización de 2do Diversificado Explotaciones Agropecuarias, Daule-Ecuador, 2010.
- [18] Serrano, Construcción de piscinas, editorial Mario, Ecuador, 2005, pag 4-20.
- [19] ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS (OEI), «Proyecto subregional de educación y fortalecimiento de la educación rural» en Observatorio Educativo Iberoamericano, Lima-Perú, 2001.
- [20] Piscicultura amazónicas con especies nativas, <http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/amazonia/libros/47/texto01a.htm>
- [21] Seafood Extension Specialist, Virginia Seafood Agricultural Research and Extension Center. Professor and Director, Virginia Seafood Agricultural Research and Extension Center.
- [22] Parámetros principales del estanque, disponible en [www.elestanque.es/parametrosprincipales.htm](http://www.elestanque.es/parametrosprincipales.htm).

- [23] GESAMP (Grupo Mixto de Expertos OMI/FAO/UNESCO-COI/OMM/OMS/OIEA/ Naciones Unidas/PNUMA sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino). 2001. *Planning and management for sustainable coastal aquaculture development*. GESAMP Reports and Studies No. 68. Roma.
- [24] Pedini Fernando-Criado, M., (ed.), Informes 1984 nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura en América Latina. FAO Inf.Pesca, (294)Supl.1:138 p.
- [25] Barg, U.C. (1992): Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. *FAO Fisheries Technical Paper. N° 328*. 122 p.
- [26] Cairns, M. A. Y Lackey R.T. (1992): Biodiversity and management of natural resources: The issues. *Fisheries*, 17: 6-10
- [27] CNUMAD. (1992): Convención sobre Diversidad Biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo. Río de Janeiro, Brasil.

- [28] Nunney, I. The influence of mating system and overlapping generations on effective population size. *Evolution*, 1994, 47: 1329-1341.
- [29] Rome, Italy. Secretaria Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica. Diagnostico de los Recursos Hidrobiológicos de la Amazonía. SPT – TCA N° 22. Lima, Peru. 1994. 161p.
- [30] Pillay T.V. (1996) Aquaculture Principles and Practices. Fishing News Books, Blackwell Science, London UK.
- [31] BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. 1.996. «BID aprueba US \$ 45 millones para mejorar la educación rural en Ecuador. Promoverán autonomía y participación comunitaria». [www.bid.org](http://www.bid.org)
- [32] Alvarez, T.P., F. Soto, S. Avilés, C. Diaz, L. Treviño. 1996. Panorama de la Investigación y su repercusión sobre la producción acuícola en México. En: Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, Nov. 11-13, 1996. Monterrey

Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.  
22 p.

[33] INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA). 1.997. Informe de los Grupos y Conclusiones de las Jornadas Regionales de Modernización de las Facultades de Agronomía, Centro de Educación y Capacitación del IICA (CECAP), San José, Costa Rica.

[34] Programa de Cooperación Gubernamental FAO/Noruega. GCP/INT/648/NOR. Informe de Campo F-5 (Es). Informe del Taller Regional sobre Manejo de las Pesquerías de Bagres Migratorios del Amazonas, Iquitos, Perú, 4 – 8 de octubre de 1999. Rome, FAO. 2000. 103p.

[35] Álvarez, J. Fauna Silvestre, Ganadería y Piscicultura en la Carretera Iquitos –Nauta. Bosques Amazónicos, 1999, N°. 17: 13, 24.

[36] FAO Yearbook. Fishery Statistics. Aquaculture Production 1999. Vol. 88/2. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

- [37] Regueira Linares Ernesto, Tesis de Magíster en Ciencias. Especialidad Acuicultura Marina: “Patrones espaciales y temporales de la producción camaronera en el Golfo de Guayaquil”. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, 2001.
- [38] Greer T.S and Singh K. (2005) Training Course on Tilapia Seed Production. FAO,
- [39] ARIAS, M. y otros. Redes de maestros. Una Alternativa para la Transformación Escolar. Serie Fundamentos No. 13 Sevilla: Editorial Diada, 2001.
- [40] LANZ, C. «Las redes sociales en la superación de la exclusión y la injusticia social» en Educación, Ruralidad y Cambios. Comp. Luis Bonilla-Molina. Rubio, Venezuela: UPEL-IPRGR; Ministerio de Educación Cultura y Deportes de Venezuela, Sociedad de Educación Comparada, 2001.

- [41] BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. 2003. Minutas de la V Reunión de la Red de Educación. Washington, D.C.
- [42] BARAHONA, F. S/F. «Fundación Hogares Juveniles Campesinos de Colombia» en [www.hogaresjuvenilescampesinos.org](http://www.hogaresjuvenilescampesinos.org)
- [43] Doris Soto y Meyling Tang, Misión para la implementación del proyecto“GDCP/RLA/001/SPA Desarrollo de la Acuicultura rural y de pequeña escala en América Latina y el Caribe” [Con acceso 20 de junio del 2009] <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0628e/i0628e13.pdf>.
- [44] Regueira Linares Ernesto, Tesis de Magíster en Ciencias. Especialidad Acuicultura Marina: “Patrones espaciales y temporales de la producción camaronera en el Golfo de Guayaquil”. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, 2001.
- [45] René Ramírez Gallegos, Quito, 25 de junio de 2009 , Secretario Nacional de Planificación y Desarrollo, Subsecretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, disponible en [www.senplades.gov.ec](http://www.senplades.gov.ec).

- [46] ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT-ETM). La Capacitación Laboral en los Países Andino. Equipo Técnico Multidisciplinario para los países andinos. Lima, Perú, 2002.
- [47] IICA-FAGRO UCV. Memorias de la IV Reunión del Foro Regional Andino para el Diálogo y la Integración de la Educación Agropecuaria y Rural. Caracas, 2003.
- [48] MEDINA, M. «Situación actual y perspectivas de la educación agrícola media y superior en la región andina» Memorias de la IV Reunión del Foro Regional Andina para el diálogo y la integración de la Educación Agropecuaria y Rural. Caracas, Venezuela, 2003.
- [49] MACHICAO, M. S/F. «Líneas de acción en educación rural planteadas por la estrategia para la transformación productiva del agro (ETPA)» en Observatorio Educativo Iberoamericano. La Paz, Bolivia.
- [50] Acosta, Alberto (2002). Breve historia económica del Ecuador. 2da Ed. Quito: Corporación Editora Nacional.2002.

[51] Arriaga L., J. Martínez . Plan de Ordenamiento de la Pesca y Acuicultura del Ecuador. 2002. Subsecretaria de Recursos Pesqueros.

[52] Ayala Mora, Enrique. Lucha Política y Origen de los Partidos en el Ecuador. Quito. 1988.

