
ACUICULTURA Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA
PARA EL DESARROLLO RURAL

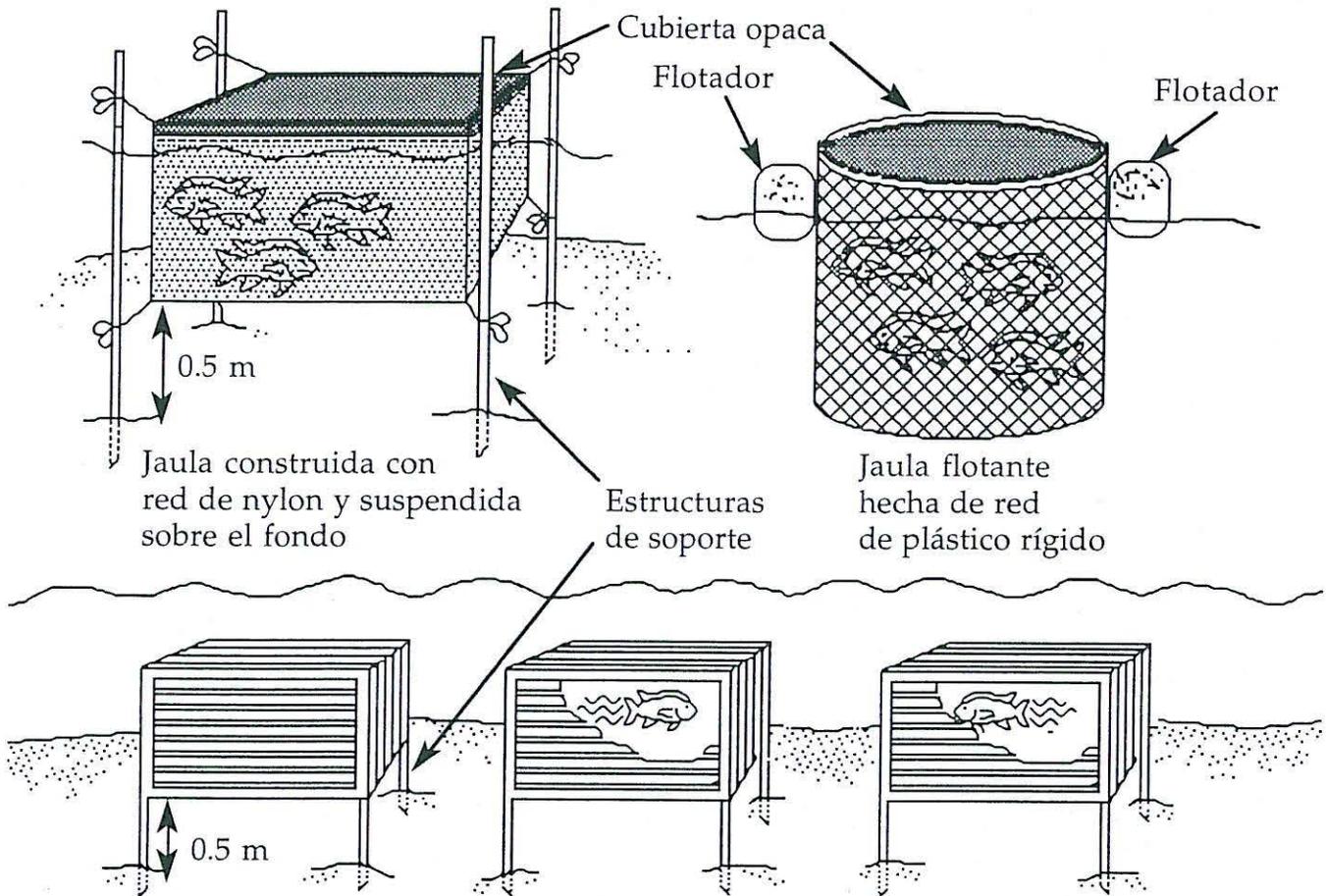
EL CULTIVO DE PECES EN JAULAS



INTERNATIONAL CENTER FOR AQUACULTURE
AND AQUATIC ENVIRONMENTS
AUBURN UNIVERSITY

INTRODUCCION

El cultivo de peces en jaulas es un método de producción de peces en recipientes cerrados en el fondo y en todos sus lados, construídos de materiales que mantienen los peces adentro mientras que permite el recambio de agua y la remoción de desperdicios al agua que los rodea. Las jaulas se pueden construir en una gran variedad de formas, utilizando materiales como el bambú o tablas de madera y alambre, nylon u otras mallas sintéticas. Las estructuras de soporte pueden sostener las jaulas sobre la superficie del agua o sobre el fondo de un cuerpo de agua (Figura 1).



Jaulas construidas con tablas de madera colocadas sobre el fondo del estanque

Figura 1: Ejemplos de jaulas construidas de diferentes materiales y colocadas sobre o en el fondo del cuerpo de agua.

El cultivo en jaulas fue iniciado por pescadores del Sureste asiático para mantener vivos por cortos períodos de tiempo los peces que iban cosechando. El confinamiento intensional de peces en jaulas para incrementar su tamaño es una técnica que viene desde principios de siglo. Hoy en día el cultivo en jaulas es practicado en muchas regiones del mundo, y es una industria que prospera en algunos lugares. La descripción detallada de los métodos de cultivo usados para cada una de las especies cultivadas en jaulas está más allá del alcance

de este manual. Sin embargo, las consideraciones y guías más importantes para el cultivo de peces en jaulas dentro de estanques, lagos y embalses serán dadas.

CONSTRUCCION Y UBICACION DE JAULAS

Las jaulas pueden variar de tamaño entre uno a varios cientos de metros cúbicos y pueden ser de cualquier forma, pero las más comunes son las rectangulares, cuadradas o cilíndricas. Las jaulas pequeñas son más fáciles de manejar que las grandes y pueden proveer una ganancia económica mayor por unidad de volumen. Las siguientes guías generales pueden servir de ayuda cuando se considera el cultivo en jaulas:

1. Los materiales usados para la construcción de jaulas:

- deben ser fuertes y durables, pero también livianos;
- deben permitir un recambio completo del volumen de agua cada 30 a 60 segundos, usando un mínimo de 13-milímetros cuadrados de abertura de malla;
- deben permitir una libre remoción de los desperdicios de los peces;
- no deben producir stress o heridas a los peces;
- deben ser resistentes a la colonización por otros organismos;
- no deben ser costosos;
- pueden ser reemplazados fácilmente.

2. Equipo auxiliar para las jaulas:

- una cubierta opaca completa o parcialmente removible para prevenir que los peces salten por fuera o para evitar la entrada a aves depredadoras;
- barras de acero, tubos de PVC u otros materiales fuertes si se usa un marco rígido para sostener las paredes de la jaula;
- flotadores;
- anclas;
- plataformas/puentes;
- cajas o aros cilíndricos para mantener el alimento concentrado flotante. Estas estructuras deben poseer una malla de alambre que se extienda 40 centímetros por debajo y 20 centímetros por encima de la superficie del agua. Si piensa utilizar alimento "sumergible" utilice una bandeja de malla sólida o de pequeña abertura, de tal forma que ocupe un 20% del fondo de la jaula. Para mantener este tipo de alimento los lados de la bandeja deben estar levantados entre 5 a 15 centímetros.

3. Las jaulas deben ser ubicadas:

- en áreas abiertas, con buena circulación de agua, pero protegidas de corrientes fuertes o del alto oleaje;
- con hileras de jaulas separadas con por lo menos 2 metros;
- lejos de agua estancada en donde la baja calidad del agua pueda causar stress o matar a los peces;
- en agua lo suficientemente profunda para que el fondo de la jaula quede por lo menos con 0.2 metros (0.5 preferiblemente) sobre los sedimentos del fondo.
- en áreas de fácil acceso para facilitar la rutina de mantenimiento y alimentación.

4. Consideraciones de seguridad.

- coloque las jaulas en donde se puedan observar fácilmente.
- se puede requerir de guardias si el robo de peces es una amenaza seria.

SIEMBRA DE PECES

La densidad mínima de siembra recomendada para la carpa común, la tilapia, y el bagre es de 80 peces por metro cúbico. La densidad máxima de siembra recomendada para granjeros principiantes, es el número de peces que colectivamente pesarán 150 kg/m^3 cuando los peces alcancen el tamaño predeterminado para la cosecha (Schmittou, 1991). El tamaño mínimo recomendado para la siembra de alevines es de 15 gramos. Un pez de 15 gramos será retenido por una red de 13-mm de abertura de malla. También se pueden sembrar en jaulas los peces grandes. Las tasas de supervivencia en jaulas que han sido bien construidas y que han tenido un manejo adecuado es por lo general de 98 a 100%. A no ser que una gran mortalidad sea esperada, no es necesario hacer un ajuste en el cálculo de la densidad de siembra.

A continuación se da un ejemplo de cómo calcular el número de peces que debe ser sembrado por jaula:

Asuma que el acuicultor quiere cosechar peces con un peso de 500 gramos (0.5 kilogramos) de una jaula de 1-m^3 .

$$\text{Número} = \frac{\text{Peso total de pescado cosechado}}{\text{A peso promedio deseado del pescado sembrar cosechado}} = \frac{150 \text{ kg/m}^3}{0.5 \text{ kg}} = 300 \text{ peces/m}^3$$

Si el granjero desea cosechar pescado con un promedio de 200 gramos (0.2 kilogramos), el número de peces a sembrar será:

$$\text{Número a sembrar} = \frac{150 \text{ kg/m}^3}{0.2 \text{ kg}} = 700 \text{ peces/m}^3$$

La capacidad de sostenimiento de un cuerpo de agua limita el peso de los peces que pueden ser cultivados. Cuando se siembran demasiados peces y se alcanza la capacidad de sostenimiento, se observa un incremento del stress, de enfermedades y de mortalidad y se reduce la eficiencia de conversión alimenticia, la tasa de crecimiento y las ganancias. Por lo general, se requieren $1,000 \text{ m}^2$ de superficie de agua para sostener 400 kilogramos de peces. El siguiente cálculo puede ser útil para estimar el número máximo de peces que pueden ser sembrados en jaulas para asegurar que su peso no alcance la capacidad de sostenimiento del cuerpo de agua durante su cultivo.

Máximo volumen de las jaulas (m³) =2.6a*

Donde:

a= área total de superficie del cuerpo de agua (miles de m²)

*= La constante 2.6 se deriva abajo:

$$\frac{400 \text{ kg}}{1,000 \text{ m}^2 \text{ de estanque}}$$

$$\frac{150 \text{ kg}}{\text{m}^3 \text{ de jaula}}$$

La supervivencia de los alevines depende de muchos factores. Los peces no deben sufrir stress durante la manipulación, el transporte o la siembra para asegurar que continúen sanos. La temperatura del agua afecta la mortalidad de los peces después de la siembra. La mejor supervivencia de bagres y carpas se obtiene cuando se siembran en aguas con temperaturas de 15°C o menores. Las tilapias sobreviven mejor cuando se siembran a 20-22°C.

ALIMENTANDO PECES EN JAULAS

Los peces deben alimentarse diariamente. Para esto se debe disponer de suministros adecuados de buena calidad alimenticia. Los peces no filtradores confinados en jaulas tienen un acceso muy limitado a los alimentos naturales disponibles en los estanques y necesitan una dieta nutricionalmente completa. Al fabricar equipos simples de alimentación se facilita esta labor dentro de las jaulas. Por ejemplo, los anillos flotantes se utilizan para mantener el alimento concentrado flotante dentro de las jaulas (Figura 2). Por otro lado, las bandejas de alimentación se pueden construir dentro de las jaulas o se pueden colocar en el piso de la jaula para retener el alimento concentrado granulado ("peletizado") sumergible. La tabla 1 enumera consideraciones importantes para la alimentación de peces en jaulas.

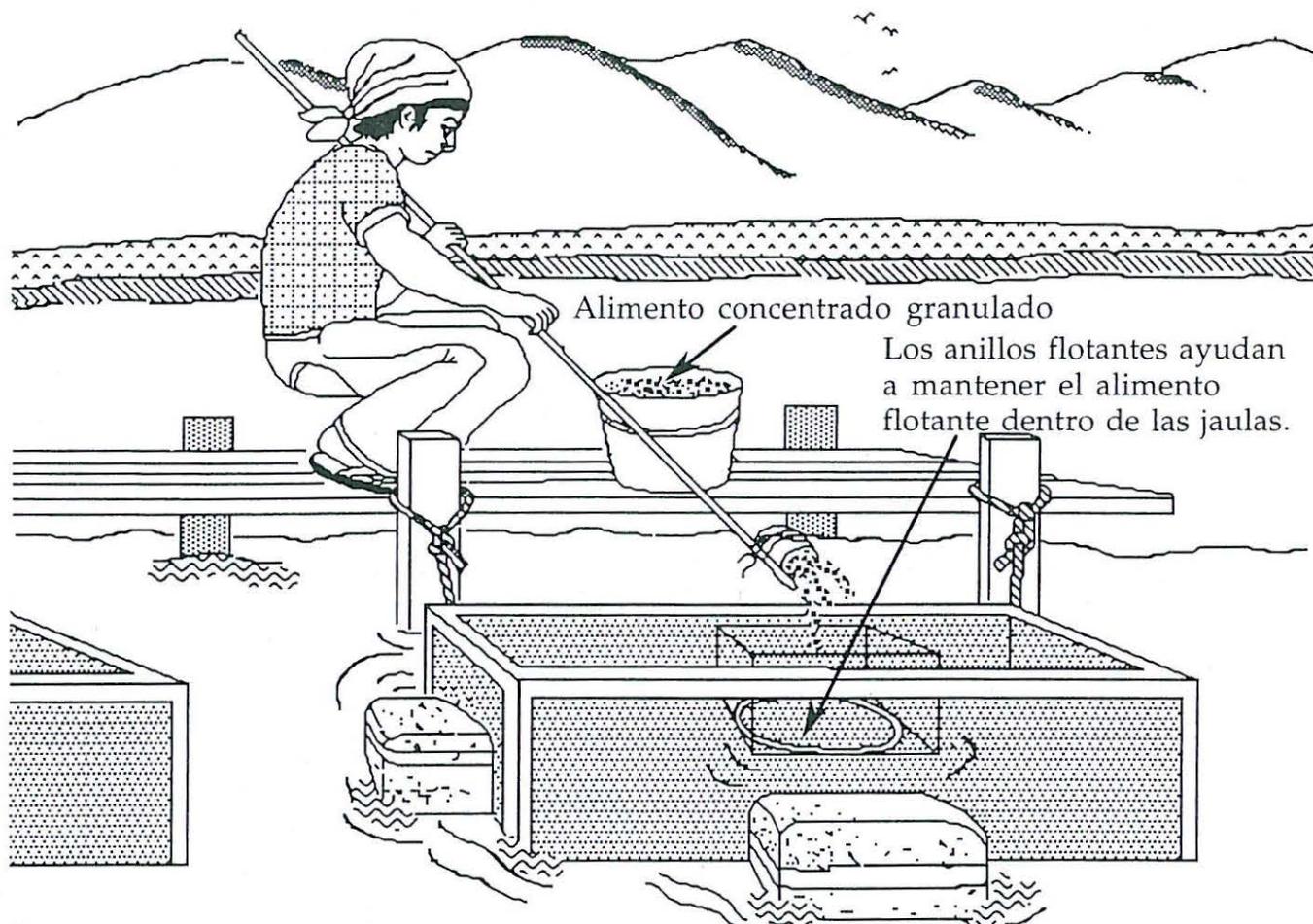


Figura 2: Proporcionando el alimento concentrado granulado con equipo casero.

El alimento concentrado debe ser utilizado entre 4 a 6 semanas del día de su manufacturación. Se aconseja también, que este alimento sea conseguido en almacenes de provisión agrícola recomendables o en fabricas de alimento comercial con reputación establecida. Los granjeros pueden producir su propio alimento utilizando productos agrícolas de desecho. Para mayor información sobre la formulación de alimentos, consulte en esta serie técnica " *Alimentando a sus peces*".

Tabla 1: Consideraciones y recomendaciones para alimentar peces en jaulas.

| <u>Consideración:</u> | <u>Recomendación:</u> |
|---|---|
| 1. Tasa de alimentación diaria | 3% del peso corporal, ajustado semanalmente basado en el crecimiento del pez. |
| 2. Comportamiento alimenticio: | El alimento debe ser consumido en 15 minutos. |
| 3. Tiempo de alimentación: | Preferiblemente entre 8:00 AM a 4:00 PM |
| 4. Alimentaciones por día: | Proporcione 2/día, 6 a 8 horas aparte |
| 5. Porcentaje de proteína cruda en el alimento: | |
| - Bagres | 32 a 36% con 7% de fuentes animales (comúnmente harina de pescado). |
| - Carpas y Tilapias | 28 a 30% con 5% de fuentes animales (comúnmente harina de pescado) |

6. Alimentación:

La máxima cantidad de alimento depende principalmente de la calidad de agua. Sin aereación de emergencia o recambio de agua, la tasa de alimentación puede variar de 25 a 70 kilogramos de alimento/día/hectárea de agua. Con aereación e intercambio de agua, los intervalos máximos pueden ser doblados o triplicados. Las siguientes cantidades son recomendadas como una regla general.

Máxima cantidad de alimento sin aereación de emergencia al cuerpo de agua en donde están localizadas las jaulas:

| | |
|------------|-------------------------------------|
| - Carpas | 40 kg alimento/día/hectárea de agua |
| - Tilapias | 60 kg alimento/día/hectárea |

Máxima cantidad de alimento con aereación de emergencia:

| | |
|------------|-------------------------------------|
| - Carpas | 60 kg alimento/día/hectárea de agua |
| - Tilapias | 80 kg alimento/día/hectárea |

7. Tipo de alimento

Granulos ("peletizados") flotantes o sumergibles



Figura 3. Organismos colonizadores (Colonia de Bryozoarios adherida a la jaula).

CONSIDERACIONES DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los peces sembrados en jaulas requieren una cantidad y calidad de alimento adecuado para promover su crecimiento. Cuando el alimento se provee, es necesario un recambio de agua para brindar oxígeno dentro de la jaula y para remover los desechos producidos por los peces como resultado de la alimentación. La remoción de desperdicios se hace más crítica durante las épocas del año cuando la temperatura es alta y cuando la circulación del agua por la acción del viento es mínima. En estas épocas, el oxígeno disuelto en el agua que rodea a la jaula se puede agotar. Esto es causado por la acumulación de los alimentos no consumidos y los desechos de los peces debajo de las jaulas. También, el oxígeno disuelto en el agua baja a niveles críticos debido al consumo por parte de los peces en las jaulas y por parte de las bacterias que descomponen los desperdicios.

Para la remoción de desechos se pueden utilizar las siguientes prácticas: 1) Emplee una abertura de malla del tamaño máximo posible para facilitar el intercambio de agua y coloque las jaulas en sitios donde la acción del viento haga circular el agua dentro de la misma; 2) Es ideal una tasa de intercambio del volumen de una jaula cada 30 a 60 segundos. Coloque la parte más amplia de la jaula hacia el sitio donde el viento prevalezca para ayudar al intercambio de agua; 3) Suspenda las jaulas de tal forma que el fondo quede por lo menos con 50 centímetros sobre el fondo del estanque; 4) Proporcione únicamente la cantidad de alimento que los peces puedan consumir en 15 minutos. Si los peces no consumen el alimento en 15 minutos o dejan de comer, reduzca o pare de alimentarlos hasta que respondan ansiosos a la alimentación.

La colonización por otros organismos puede ocurrir en las jaulas (Figura 3). La colonización de las jaulas es un problema mayor en agua de mar, y menor en aguas salobres y en agua dulce. El proceso de colonización es causado por organismos que se adhieren a la jaula y disminuyen el intercambio de agua. La colonización marina incluye organismos como algas, ostras, almejas, y las lapas. Antes de colocarlas en el agua se pueden conseguir y aplicar agentes especiales en la superficie de la jaula para evitar la colonización. Estos agentes pueden ser costosos y pueden ser difíciles de conseguir. En agua dulce, algunos controles biológicos pueden ser beneficiosos, como el sembrar de 1 a 3 carpas común o tilapia/m³ del volumen de la jaula. Estos peces raspan la malla de la jaula y pueden remover los organismos colonizadores dentro de la jaula. Un control mecánico puede ser el cambio de jaulas cada dos semanas y la exposición de éstas al sol. Las jaulas hechas de material flexible facilitan esta labor. También el exterior de la jaula puede ser raspado manualmente con frecuencia.

PRODUCCION DE PECES EN JAULAS

El peso del pescado producido en jaulas depende de muchos factores, incluyendo las especies de pez, densidad de siembra, tamaño de pez a sembrar, período de cultivo, tamaño de la jaula, calidad del agua y alimentos utilizados. Las producciones reportadas pueden ser engañosas, a menos que los detalles de producción se provean. Se han hecho numerosos estudios en jaulas y algunas producciones y condiciones se presentan a continuación.

Tabla 2: Producción de pescado en Indonesia en jaulas de 1-m^{3a}

| <u>Lago oligotrófico de agua dulce^b</u> | | | | | |
|--|--|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|--|
| <u>Especies</u> | <u>Densidad de Siembra/m³</u> | <u>Tamaño Promedio de Siembra (g)</u> | <u>Período de Cultivo (Días)</u> | <u>Peso (Kg)</u> | <u>Producción Promedio en la Cosecha (g)</u> |
| CC | 140 | 450 | 40 | 88 | 628 |
| CC | 280 | 450 | 40 | 176 | 630 |
| CC | 560 | 450 | 40 | 337 | 602 |
| CC | 400 | 76 | 97 | 167 | 417 |
| CC | 400 | 55 | 160 | 204 | 514 |
| CC | 600 | 55 | 160 | 289 | 489 |
| CC | 400 | 25 | 183 | 149 | 396 |
| CC | 600 | 25 | 183 | 215 | 381 |

Tabla 2 (cont.): Producción de pescado en jaulas de 1-m^{3a}

Embalse mesotrófico de agua dulce^c

| <u>Especies</u> | <u>Densidad de Siembra/m³</u> | <u>Tamaño Promedio de Siembra (g)</u> | <u>Período de Cultivo (Días)</u> | <u>Peso (Kg)</u> | <u>Producción Promedio en la Cosecha (g)</u> |
|-----------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|--|
| CC | 200 | 102 | 100 | 99 | 495 |
| CC | 300 | 104 | 100 | 140 | 466 |
| CC | 400 | 105 | 100 | 180 | 451 |
| RT | 250 | 20 | 100 | 97 | 389 |
| RT | 375 | 22 | 100 | 134 | 357 |
| RT | 500 | 32 | 100 | 176 | 352 |

Bahía de agua de mar^d

| <u>Especies</u> | <u>Densidad de Siembra/m³</u> | <u>Tamaño Promedio de Siembra (g)</u> | <u>Período de Cultivo (Días)</u> | <u>Peso (Kg)</u> | <u>Producción Promedio en la Cosecha (g)</u> |
|-----------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|--|
| RT | 250 | 15 | 90 | 50 | 221 |
| RT | 500 | 18 | 90 | 85 | 202 |
| RT | 750 | 14 | 90 | 101 | 165 |

Estanque de agua salobre^e

| <u>Especies</u> | <u>Densidad de Siembra/m³</u> | <u>Tamaño Promedio de Siembra (g)</u> | <u>Período de Cultivo (Días)</u> | <u>Peso (Kg)</u> | <u>Producción Promedio en la Cosecha (g)</u> |
|-----------------|--|---------------------------------------|----------------------------------|------------------|--|
| MF | 75 | 33 | 75 | 11 | 191 |
| MF | 125 | 33 | 75 | 11 | 173 |
| MF | 175 | 33 | 75 | 17 | 167 |

Abreviaturas de las especies de peces:

CC = Carpa común (*Cyprinus carpio*)

RT = Tilapia roja

MF = Milkfish (*Chanos chanos*)

Notas:

a Tomado de Schmittou, 1991

b-d Alimento granulado que se hunde con un contenido de proteína cruda entre 28 a 30%

e Sin alimentar

GLOSARIO DE TERMINOS

Jaula - recipiente cerrado en todos los lados y en el fondo por mallas de diferentes materiales que permiten el intercambio con el agua que lo rodea.

Capacidad de Sostenimiento - el peso total de peces que puede soportar un cuerpo de agua con características definidas.

Alimento Completo - un alimento que satisface todos los requerimientos nutricionales necesarios para el pez.

Cultivo Intensivo - cultivo de peces sembrados en altas densidades y alimentados con productos agrícolas de desecho o alimento granulado ("peletizado").

Mesotrófico - lo que posee una cantidad moderada de nutrientes disueltos.

Oligotrófico - deficiente en nutrientes, sin eutroficación y libre de contaminantes.

Alimento Suplementario - el alimento que no satisface en su totalidad los requerimientos nutricionales de los peces, pero que sirve como un suplemento natural al alimento disponible.

REFERENCIAS

Beveridge, M. 1987. Cage aquaculture. Fishing News Books Ltd. Farnham, Surrey, England.

Schmittou, H. 1991. Guidelines for Raising Principally Omnivorous Carps, Catfishes and Tilapias in Cages Suspended in Freshwater Ponds, Lakes and Reservoirs. In: Proceedings of the People's Republic of China Aquaculture and Feed Workshop. Akiyama, D., Editor. 1989. American Soybean Association, Singapore. Pg. 24 - 42.

Este manual fue traducido al español por John I. Gálvez, como actividad de la Red Internacional de Acuicultura de la Universidad de Auburn.

El financiamiento para la producción de esta serie técnica fue proporcionado por la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos de América (USAID).

La correspondencia relacionada con éste y otros documentos técnicos relevantes al aprovechamiento del agua y la acuicultura puede dirigirse a:

Alex Bocek, Editor
International Center for Aquaculture and Aquatic Environments
Swingle Hall
Auburn University, Alabama 36849 - 5419 USA

Ilustraciones: Suzanne Gray

La información contenida en el presente documento está disponible a todas las personas sin importar su raza, color, sexo u origen.