

Ucebul

*Cartilla Didáctica*  
**PISCICULTURA SOSTENIBLE**



## Contenido

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | ASPECTOS TECNICOS DE LA PISCICULTURA.....                          | 2  |
| 1.1    | TIPOS DE PISCICULTURA.....   | 3  |
| 1.1.1  | EXTENSIVA:.....  | 3  |
| 1.1.2  | SEMIINTENSIVA:.....  | 3  |
| 1.1.3  | INTENSIVA:.....  | 3  |
| 1.1.4  | SUPERINTENSIVA:.....   | 4  |
| 1.1.5  | SISTEMA BIOFLOC:.....  | 4  |
| 1.2    | CLASES DE CULTIVO PSICICOLA.....                                   | 4  |
| 2.     | LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PISCICULTURA                            | 6  |
| 3.     | MODELOS DE NEGOCIO EN PISCICULTURA.....                            | 7  |
| 4.     | PARAMETROS PRODUCTIVOS.....  | 7  |
| 4.1.   | CALIDAD DE AGUA.....   | 7  |
| 4.1.1. | PROPIEDADES FISICAS:.....  | 7  |
| 4.1.2. | PROPIEDADES QUIMICAS:.....   | 9  |
| 5.     | ETAPAS PRODUCTIVAS EN PISCICULTURA.....                            | 11 |
| 6.     | INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD.....                                  | 11 |
| 7.     | USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS<br>NATURALES EN LA ACUICULTURA..... | 13 |
| 7.1.   | CONTROL EN LA ALIMENTACION.....                                    | 13 |
| 7.2.   | SELECCIÓN DEL SITIO:.....  | 16 |
| 8.     | SISTEMAS SOSTENIBLES INNOVADORES.....                              | 16 |
| 8.1.   | SISTEMAS ACUAPONICOS.....  | 16 |
| 8.2.   | SISTEMAS BIOFLOC.....  | 17 |
| 9.     | ALTERNATIVAS NUTRICIONALES PARA<br>PISCICULTURA.....               | 17 |
| 10.    | PROCESO DE BENEFICIO EN TILAPIAS.....                              | 20 |
| 11.    | BUENAS PRACTICAS PISCICOLAS.....                                   | 20 |
|        | Bibliografía.....  | 23 |

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de peces en Colombia tiene un papel importante en la economía del país, entre el 2012 y el 2021, la producción acuícola aumentó el 116% pasando de 89.064 toneladas a 192.521, Colombia tiene gran potencial para el desarrollo de la acuicultura ya que cuenta con gran diversidad de especies hidrobiológicas, una gran extensión de área terrestre y marítima, topografías adecuadas, disponibilidad de recursos hídricos que permiten el cultivo de diferentes especies.

La acuicultura es la actividad que se dedica al cultivo de organismos acuáticos en estanques, piletas, lagos naturales o artificiales, bajo condiciones controladas por el hombre, esta actividad ha presentado un crecimiento notable en los últimos años y es significativo en el fortalecimiento de eslabones como lo son la seguridad alimentaria, beneficios sociales y económicos.

La piscicultura es la rama de la acuicultura que se dedica a la cría y engorde de peces, y su éxito radica en la adecuada organización del sistema productivo lo que implica un adecuado manejo en la calidad de agua, genética de los peces, alimentación, buenas prácticas de producción acuícola, estricta sanidad animal, manejo de registros e indicadores para correcta toma de decisiones, conocimiento en el marco legal que regula esta actividad entre otros, con la siguiente cartilla se ofrece al productor una herramienta fácil de entender con los puntos claves y de mayor importancia para llevar a cabo una explotación piscícola.

### 1. ASPECTOS TECNICOS DE LA PISCICULTURA

La piscicultura es la rama de la acuicultura que se dedica a la cría y engorde de peces, el éxito de la actividad piscícola depende de un buen manejo, tanto del recurso de agua como de los peces, la calidad genética, una alimentación balanceada, estricta sanidad, apropiados métodos de

conservación y transporte y adecuados canales de comercialización para el producto final.

### Principales especies cultivadas

Las especies que aportan a la producción de la acuicultura nacional son

- Tilapia roja y nilótica (*Oreochromis spp.* y *Oreochromis niloticus*)
- Cachama blanca y negra
- Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)
- Otras especies continentales



Ilustración 2 principales especies cultivadas en Colombia.

## 1.1. TIPOS DE PISCICULTURA

La piscicultura se clasifica según la tecnología aplicada así:

### 1.1.1 EXTENSIVA:

Es el cultivo de peces en menor densidad (1 pez por cada 5 a 10 m<sup>2</sup>) en un gran espejo de agua con poco o ningún recambio de agua, es común en cuerpos de agua ya existentes como lagunas o represas, el resultado es una muy baja producción por unidad de área, pero con buena rentabilidad.



Ilustración 3 fuente: Google imágenes

### 1.1.2 SEMIINTENSIVA:

Es un tipo de cultivo es realizado con 2 a 4 peces por m<sup>2</sup>, utilizándose preferiblemente estanques de 200 a 2.500 m<sup>2</sup> o mayores, se aplica abono para producir alimento natural y se suministra alimento concentrado y productos agrícolas suplementarios,

requiere bajo recambio de agua 5 -15% día, el manejo de tasa de alimentación de acuerdo con la edad de los peces, este tipo de piscicultura es la más empleada en Colombia su inversión es baja y de fácil manejo. (rural, 2006)



Ilustración 1 fuente: Google imágenes

### 1.1.3 INTENSIVA:

Es el cultivo de peces mediante un manejo tecnificado con altas densidades 5 a 20 peses por m<sup>2</sup> la tasa de recambio de agua es de un 30% diario y se utilizan sistemas de aireación u oxigenación, y es necesario el motinoreo constante de la calidad de agua.



Ilustración 4 fuente: Google imágenes

1.1.4 SUPERINTENSIVA:

Se manejan densidades de siembra de 60 peces por m<sup>3</sup> en cultivos de trucha, 120 a 160 peces por m<sup>3</sup> en cultivos de tilapia, el sistema es utilizado principalmente en jaulas flotantes en lagos o embalses necesita un recambio de agua entre el 50 – 60%. (rural, 2006)



Ilustración 5 fuente: Google imágenes

1.1.5 SISTEMA BIOFLOC:

Se manejan altas densidades de siembra entre 80 a 120 peces/m<sup>3</sup> con bajo consumo de agua y en reducidos espacios, es una tecnología innovadora para la producción acuícola superintensiva, requieren mantenerse en continua recirculación con elevadas cantidades de oxígeno, el biofloc es una agregación conglomerada de comunidades microbianas integrada por fitoplacton, bacterias y materia orgánica particulada viva y muerta. (Hernandez Lilliana, 2019)



Ilustración 6 fuente: Google imágenes

| PARAMETROS EN SISTEMAS PISCICOLAS |                           |                  |                       |
|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|
| SISTEMA PISCICOLA                 | DENSIDAD DE SIEMBRA       | RECAMBIO DE AGUA | OXIGENACIÓN           |
| EXTENSIVA                         | 1 x m <sup>2</sup>        | 0%               | Ninguna               |
| SEMIINTENSIVA                     | 2 a 4 x m <sup>2</sup>    | 5 al 15%         | Caida de agua         |
| INTENSIVA                         | 5 a 20 x m <sup>2</sup>   | 30%              | Areador o oxigenador  |
| SUPERINTENSIVA                    | 60 a 160 x m <sup>3</sup> | 50 AL 60%        | Areador o oxigenador  |
| BIOFLOC                           | 80 a 120 m <sup>3</sup>   | 5%               | Oxigenacion constante |

tabla 1 parámetros densidad de siembra, recambio de agua y oxigenación, en sistemas piscícolas.

1.2. CLASES DE CULTIVO PSICICOLA

Existen varias clases de cultivo psicicola según el número de especies sembradas en un cuerpo de agua y se clasifican en el siguiente orden:

- Monocultivo

Es el cultivo de una sola especie en un cuerpo de agua

- Policultivo:

Es el cultivo de varias 2 a 3 especies en un cuerpo de agua, para aprovechar mejor la columna de agua es fundamental el conocimiento del hábito alimenticio de las especies en Colombia las combinaciones más utilizadas son las siguientes:

- Tilapia y cachama
- Tilapia, cachama y carpa
- Tialapia, cachama y bocachico
- Tilapia y carpa
- Cachama y bocachico
- Cachama ,yamu y carpa

Entre otros esto según el conocimiento que se tenga de cada especie para evitar competencia en la oferta de alimento.

- Cultivos integrados:

Es una integración de diferentes actividades de una granja, lleva una mejor utilización del recurso tierra y

agua, da un mejor uso de la mano de obra y de equipos, el reciclaje de desechos y subproductos disminuye los costos de operación (rural, 2006).

## EXPLORANDO NUESTROS SABERES



1. ¿Según la tecnología aplicada que tipo de piscicultura tiene ud? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Qué clase de cultivo tiene en su sistema aplicado? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. ¿conocía ud estas clasificaciones? ¿Y que nuevo aprendizaje de este.? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
4. Elabore un breve dibujo de su actual sistema de producción piscícola

## 2. LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PISCICULTURA

Los eslabones de la cadena productiva piscícola son 5: insumos, cultivo, manejo poscosecha, proceso y comercialización.



Ilustración 7 Estructura de la cadena productiva de la piscicultura

comercialización.

- INSUMOS

- A. Alimento: Insumo fundamental se requiere en las fases de producción, alevinaje, cría y engorde.
- B. Ovas y reproductores: los alevinos son el insumo básico de la cadena, el Ministerio de Medio Ambiente tiene prohibida la importación de reproductores y pie de cría pero existen laboratorios en diferentes regiones especializados en la venta de estos.
- C. Equipos: los equipos van desde los que son necesarios para el proceso de alevinaje, cría y engorde hasta los necesarios para los procesos de sacrificio y transformación.

- CULTIVO

- A. Laboratorio de producción de alevinos: la producción de alevinos tiene la finalidad de controlar la reproducción que se utilizan para engorde.

- B. Granja de engorde: esta actividad consiste en la siembra de alevinos previamente adaptados y el manejo posterior se centra en la alimentación cuidando las condiciones de calidad de agua para su óptima conversión.

- MANEJO POSCOSECHA

En este campo existen diferencias dependiendo del tipo de especie cultivada y su manejo se da dependiendo de su tipo de comercialización, este va desde su eviscerado hasta su comercialización o transformación.

- PROCESO

Este eslabón solo se presenta para empresarios medianos o grandes de la cadena para exportar, necesitan una certificación HACCP este los expiden en el invima.

- COMERCIALIZADORES

La mayor parte del comercio piscícola está en mano de acopiadores y comercializadores que atienden varios municipios o más departamentos y que pagan de contado y como se mencionó anteriormente está el de medianos y grandes quienes buscan cadenas propias de comercialización.

## EXPLORANDO NUESTROS SABERES



1. ¿En cual eslabon de la cadena productiva se encuentra úd como productor?

---



---

### 3. MODELOS DE NEGOCIO EN PISCICULTURA

Se pueden identificar 3 modelos de negocio clasificados así :

- Piscicultura arel o de seguridad alimentaria basica
- Piscicultura comercial
- Piscicultura industrial

En el modelo 1 se encuentran micro y pequeñas empresas y modelo 2 y 3 empresas pequeñas, medianas y a gran escala.

**PISCICULTURA AREL:** La tecnología empleada es la extensiva, el destino de la produccion es el consumo familiar, eventualmente en cuaresma y semana santa producen pequeños excedentes que se comercializan directamente o se venden a acopiadores locales,el suministro de alevinos se da principalmente por entidades locales, regionales o programas de desarrollo rural, la mano de obra es familiar.

**PISCICULTURA COMERCIAL:** Lo componen empresarios pequeños, medianes y grandes, entregan su produccion a locales o regionales, la mayoría cultivan bajo modelos extensivos o semiintensivos , son los principales abastecedores de las plazas de mercado y centrales de abastos de todas la ciudades del país, la mano de obra principalmente es familiar.

**PISCICULTURA INDUSTRIAL:** Tiene un alto nivel de integración desde la producción de alevinos hasta la comercialización,los modelos de este sistema son

principalmente el semiintensivo e intensivo , buscan la maoyr producción posible para mantener la oferta durante todo el año, su mano de obra es permanente o temporal y son debidamente formalizadas.

## EXPLORANDO NUESTROS SABERES

1. ¿Qué modelo de negocio considera se adapta a su sistema productivo? Y por que.

---



---



---



---

### 4. PARAMETROS PRODUCTIVOS

#### 4.1. CALIDAD DE AGUA

Las fuentes de agua utilizada en la piscicultura pueden tener diferentes orígenes como: quebradas, rios, lagos, nacederos, embalses entre otros, estas fuentes poseen distintas propiedades físicas, biológicas, y químicas que pueden variar, y se deben evaluar acordes a la especie.

##### 4.1.1. PROPIEDADES FISICAS:

**Temperatura:** esta varía dependiendo de la especie ya que estos no tienen capacidad propia de regular su propia temperatura, la temperatura es de vital importancia ya que de ella dependen y varían otros parametros físico químicos del agua como lo es la evaporación y el o<sub>2</sub>, la principal fuente de energía en un estanque o en el agua es el sol y cualquier factor que influya en este afectará el calentamiento del agua.

Es importante tener en cuenta que la temperatura influye sobre la biología de los peces y en procesos vitales tales como:

- Maduración gonadal

- Desarrollo larval
- Tiempo de incubación de la ovas
- Actividad metabólica

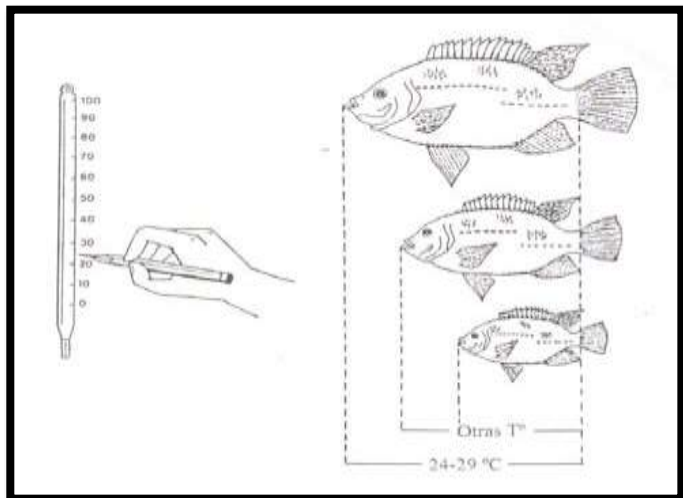


Ilustración 8 crecimiento de los peces con relación a la temperatura

La temperatura es un parámetro de vital importancia y se deben considerar las siguientes situaciones:

- El aumento de temperatura disminuye la concentración de oxígeno.
- Temperaturas altas y pH básicos favorecen la presencia de amoníaco en su forma tóxica.
- Cuando los organismos no están en sus temperaturas óptimas no rinden productivamente y disminuyen su consumo de alimento.
- Altas temperaturas favorecen la presencia de enfermedades.

| RANGO ÓPTIMO DE TEMPERATURA |             |
|-----------------------------|-------------|
| ESPECIE                     | TEMPERATURA |
| TRUCHA                      | ≤ 18 °C     |
| CARPAS                      | 18 A 24 °C  |
| MOJARRA                     | 25 °C       |
| CACHAMA                     | 25 °C       |
| BAGRE                       | 25 °C       |
| CAMARON DE AGUA DULCE       | 25 °C       |

Tabla 2 rango óptimo de temperatura por especie

Acciones que se deben considerar en ambientes acuicola con temperaturas elevadas o bajas fuera de su rango óptimo.

## RECOMENDACIONES DE CONTINGENCIA

| TEMPERATURAS ELEVADAS   | TEMPERATURAS BAJAS  |
|---|---|
| Intensificar los cambios de agua en los estanques aumentada la entrada y salida de agua | Disminuir los cambios de agua en los estanques disminuir o suspender las entradas y salidas de agua |
| Mayor oxigenación en el agua  | Evitar aireadores de paleta o de fuente   |
| Reducir la alimentación o suspenderla si es necesario                                   | Reducir la alimentación o suspenderla si es necesario   |
| Evitar la manipulación de los peces.  | Evitar la manipulación de los peces   |
| Monitorear otros parámetros físico químicos del agua                                    | Monitorear otros parámetros físico químicos del agua  |

Tabla 3 recomendaciones de contingencia en caso de temperaturas altas o bajas

**Turbidez:** Es un parámetro que hace referencia a la cantidad de partículas en suspensión presentes en el agua, el grado de turbidez varía y puede tener un origen inorgánico (arcillas), orgánico o biológico (plancton). Esta variable puede ser empleada como indicador para decidir si es necesario o no la adición de fertilizantes.



Ilustración 9 disco sechi fuente: Google

Tabla 4 resultados de turbidez según disco sechi.

| RESULTADO        | TURBIDEZ SEGÚN DISCO SECHI        |
|------------------|-----------------------------------|
| Menos a 40 cm    | Demasiado plancton                |
| 40-60 cm         | Ideal para peces                  |
| Superior a 60 cm | Falta de alimento (plancton etc.) |

4.1.2. PROPIEDADES QUIMICAS:

PH: El ph esta dado por la concentracion de ion de hidrógeno que mide el grado de acidez o alcalinidad en el agua y se expresa mediante una escala numerica y de color que va de 0 a 14.

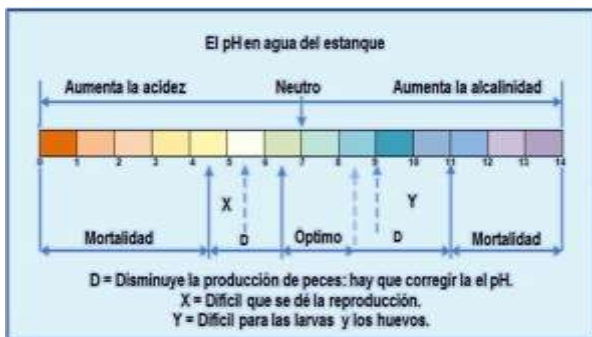


Ilustración 10 Escala de pH fuente: Google

Oxigeno disuelto: Es un gas esencial para la respiracion de los peces y descomposicion de compuestos, junto con la temperatura es uno de los parametros mas importantes, si hay un deficit de este parametro se afecta el crecimiento y la conversión alimenticia de los peces, la mayor parte del oxigeno disuelto es resultado del proceso de fotosintesis del fitoplancton que depende de la cantidad de luz disponible, los niveles de oxigeno disuelto se ven afectados por diferentes factores como:

- Fitoplancton: En los días claros la producción de oxígeno disuelto es mayor y a medida que la población de fitoplancton es mayor el OD es mayor pero en las noches puede ser contraproducente ya que ellos consumen este OD.
- Temperatura: En días muy calurosos aumenta la temperatura lo que incrementa los requerimientos de oxígeno en los peces.
- Densidad de cultivo: a mayor densidad de siembra mayor consumo de oxígeno.
- En la noche tanto las plantas, y todos los organismos acuáticos continúan respirando lo que hace que en la madrugada este parametro sea crítico si no se tiene o se dispone de un método de oxigenación o entrada de agua.

| TEMPERATURA | OXÍGENO (MG/L) |
|-------------|----------------|
| 0           | 14,5           |
| 5           | 12,8           |
| 10          | 11,2           |
| 15          | 10             |
| 20          | 9,1            |
| 25          | 8,3            |
| 30          | 7,6            |

Tabla 5 cantidad de oxígeno disuelto en el agua en función de la

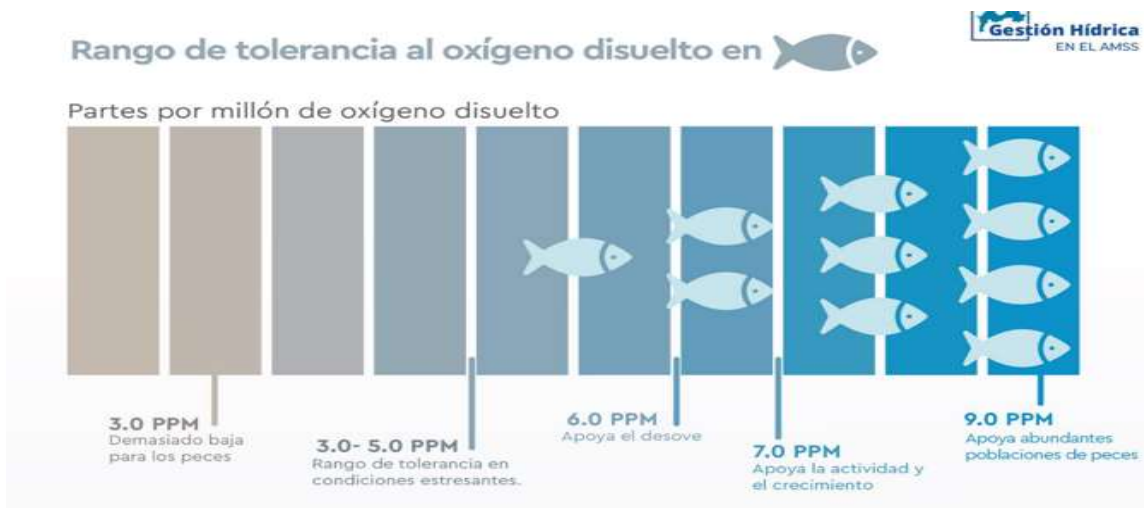


Ilustración 11 niveles de tolerancia al OD en peces COAMSS – OPAMSS Google imágenes



Ilustración 12 ciclo del oxígeno disuelto COAMSS – OPAMSS Google imágenes

| MEDIDAS DE CONTINGENCIA A TOMAR CON NIVELES BAJOS DE OD                                      |
|--|
| Suspender la aplicación de fertilizantes y alimento  |
| Recambio de agua de al menos ¼ caída del caudal de agua por los menos a 1 metros de altura . |
| Bombear agua superficial del mismo estanque e ingresarla con al menos 1 metro de altura      |
| Reducir la densidad de siembra   |
| Instaurar equipos de emergencia oxigenadores.  |

Tabla 6 Medidas de contingencia niveles bajos de OD

Compuestos nitrogenados (amonio, nitritos y nitratos): estos compuestos se originan en los estanques como producto del metabolismo de los organismos bajo cultivo y son liberados en el proceso de descomposición que hacen las bacterias sobre la materia orgánica animal y vegetal.

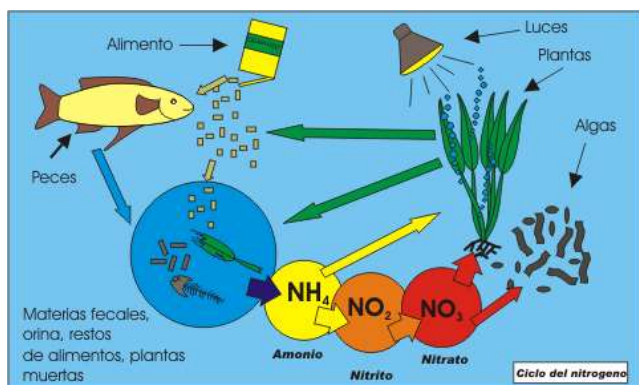


Ilustración 13 ciclo del nitrógeno

Valores optimos de compuestos nitrogenados nitritos nitratos y amonio menos a 0.1 mg/l

Alcalinidad y Dureza total:

- La Alcalinidad: corresponde a la concentración de bases totales carbonato de calcio , su nivel óptimo varia entre 20 a 120 mg/l
- Dureza: corresponde a la concentración de iones de calcio y magnesio.

### CLASIFICACION DE LA DUREZA

|                           |
|---------------------------|
| 0-75 blanda               |
| 75-150 moderadamente dura |
| 150-300 dura              |
| mayor a 300 muy dura      |

tabla 7 clasificación de la dureza

Los mejores niveles de alcalinidad y dureza total para acuicultura es entre 20 y 300 mg/l si los niveles de estos parametros son bajos se pueden corregir mediante encalamiento de los estanques.

Estos son los parámetros que se deben tener en cuenta para el cultivo de Tilapia:



| PARÁMETROS           | RANGOS           |
|----------------------|------------------|
| Temperatura          | 20.0 - 32.0 °C   |
| Oxígeno Disuelto     | 5.0 - 9.0 mg/l   |
| pH                   | 6.0 - 9.0        |
| Alcalinidad Total    | 50 - 150 mg/l    |
| Dureza Total         | 80 - 110 ml/l    |
| Calcio               | 60 - 120 mg/l    |
| Nitritos             | 0.1 mg/l         |
| Nitratos             | 1.5 - 2.0 gm/l   |
| Amonio Total         | 0.1 mg/l         |
| Hierro               | 0.05 - 0.2 mg /l |
| Fosfatos             | 0.15 - 0.2 mg /l |
| Dióxido de Carbono   | 5.0 -, 10 mg/l   |
| Sulfuro de Hidrógeno | 0.01 mg/l        |

Fuente: Saavedra Matínez M.A., 2006

Tabla 8 parámetro de calidad de agua en tilapia

## 5. ETAPAS PRODUCTIVAS EN PISCICULTURA

Estas etapas varían según la especie y su sistema de cultivo de acuerdo a eso se establecen en alevinaje, levante y engorde.

Según cada etapa se establecen unos parámetros de referencia expuestos a continuación:

### 1.1 Caracterización de las etapas de cultivo para tilapia en estanques de tierra

| Etapa                              | Alevinaje                 | Pre-engorde                 | Engorde                   |
|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Peso promedio (gr) inicial y final | de 1-3 hasta 15-20        | 20 - 150                    | 150 - 460                 |
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> )      | 0,06 - 0,9                | 0,24 - 1,8                  | 0,75 - 2,0                |
| % de proteína en el alimento       | 45 - 40                   | 30                          | 24                        |
| Alimento diario (% de la biomasa)  | 8 al inicio<br>4 al final | 4 al inicio<br>3,5 al final | 3 al inicio<br>2 al final |
| Número de comidas al día           | 4 - 6                     | 4                           | 2                         |

Fuente: INCODER, 2006

Tabla 10 caracterización etapas de cultivo para tilapias en estanque de tierra

### 1.1 Caracterización de las etapas de cultivo para tilapia en jaulones flotantes

| Etapa                              | Pre-cría | Levante                     | Engorde 1                   | Engorde 2                     | Engorde 2   |
|------------------------------------|----------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------|
| Peso promedio (gr) inicial y final | 2 - 8,5  | 10 - 150                    | 151 - 325                   | 325 - 650                     | 651 - 1.200 |
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> )      | 2,5      | 8 a 10                      | 25                          | 35                            | Hasta 80    |
| % de proteína en el alimento       | 45       | 38                          | 34                          | 31                            | 28          |
| Alimento diario (% de la biomasa)  | 6,5      | 4,8 al inicio<br>4 al final | 3,6 al inicio<br>3 al final | 2,7 al inicio<br>1,5 al final | 1,5         |
| Número de comidas al día           | 8        | 7 a 6                       | 5                           | 4                             | 4           |

Fuente: INCODER, 2006

Tabla 11 caracterización de las etapas de cultivo para tilapia en jaulones flotantes

### 1.2 Caracterización de las etapas de cultivo para yamu, sabalo, dorada.

## 6. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

La productividad de una empresa consiste en eliminar los gastos y permitir que se conviertan en costos y por

| Etapa                              | Levante                   | Engorde                         |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Peso promedio (gr) inicial y final | 2 - 30                    | 30 - 400                        |
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> )      | 0,02 - 0,3                | 0,3 a 0,8                       |
| % de proteína en el alimento       | 40 - 38                   | 26 - 24                         |
| Alimento diario (% de la biomasa)  | 8 al inicio<br>6 al final | 4 al inicio<br>2 - 1,5 al final |
| Número de comidas al día           | 8 al inicio<br>6 al final | 4 al inicio<br>2 al final       |

Fuente: INCODER, 2006

Tabla 9 caracterización de las etapas de cultivo en yamu, sábalo y dorada

tanto en un aumento de las utilidades de la empresa.

Los indicadores de productividad son aquellos variables que nos ayudan algún defecto o imperfección que existe cuando se elabora un producto o se ofrece un servicio.

La productividad de un cultivo se puede expresar en tres principios:

1. Supervivencia de la especie: que permite eliminar los gastos
2. Máximo rendimiento de los insumos respecto a la producción: aprovechar el potencial de producción del agua y de la especie de cultivo
3. Regularidad de las rentas: que permita gestionar de forma fluida y eficaz la tesorería de la empresa.

Esta se expresa por la siguiente fórmula matemática:



$$P = \frac{\text{INGRESO}}{\text{GASTO}}$$

Donde:

Ingreso - representa aquellas variables del producto que aportan valor, en piscicultura el ingreso se ve determinado por los peces que se vendan en los mercados o cualquier producto que este orientado a la venta final

Gasto – representa aquellas variables del producto que hacen disminuir la productividad, un gasto es parte fundamental de la correcta gestión de la empresa a lo largo de todo el proceso productivo, un ejemplo es sembrar más alevines de los necesarios cuando sabemos que la mortalidad es elevada

P - representa la productividad de la empresa

Un valor menor que 1 indica que la productividad es negativa y que los ingresos superan los gastos, un valor igual a 0 representa que la productividad es nula y no representa ninguna utilidad y un valor mayor a 1 representa el estado a partir del cual la productividad es adecuada que será mayor cuanto más alto sea este.

### 1.3 INDICADORES DE PRODUCCIÓN ESPECIFICOS MEDIDOS EN PISCICULTURA

- % de sobrevivencia
- Peso promedio de peces
- biomasa
- incremento en biomasa
- ganancia de peso diaria
- ración diaria de alimento
- cantidad de alimento a consumir
- factor de conversión alimenticia

- A. % de sobrevivencia: representa el número de peces que llega a la fase final del proceso productivo (pre engorde o cosecha) en óptimas condiciones para ser incorporada a la siguiente fase.
- B. Peso promedio de peces: es un indicador que nos permite conocer el peso promedio real de nuestros peces en diferentes periodos de tiempo con el objetivo de ajustar las raciones de alimento.

$$PP = \frac{\text{peso total de peces muestra}}{\text{\# de peces muestreados}}$$

- C. Biomasa: Es un indicador que nos da a conocer el peso total actual de la población de peces

$$BP = \text{número de peces} \times \text{peso promedio}$$

- D. Incremento en biomasa: este indicador nos da la posibilidad de monitorear la ganancia en peso obtenida en un periodo.

$$IB = \text{biomasa final} - \text{biomasa inicial}$$

- E. Ganancia de peso diaria: con este indicador podemos saber la ganancia de peso diaria en nuestros peces.

$$GPD = \frac{\text{incremento de la biomasa}}{\text{Numero de peces}}$$

- F. Ración diaria de alimento: nos permite calcular la ración diaria a suministrar a nuestros peces.

$$CAD = \text{biomasa} \times \text{tasa de alimentación}$$

- G. Cantidad de alimento a consumir: nos muestra la cantidad de alimento consumida en un periodo de tiempo

CAP= ración x días del periodo

H. El factor de conversión alimenticia FCA: representa la cantidad de alimento que se debe suministrar al pez para producir cierta cantidad de carne, cuanto más próximo a 1 este el valor de la FCA mejor será la conversión que hace el pez del alimento suministrado, por el contrario, cuanto más se aleje de ese valor y sea superior a 1 menor eficiencia tiene el pez en la conversión, el objetivo en los cultivos de tilapia se encuentran valores entre 1.2 y 1.5.

$$\text{FCA} = \frac{\text{alimento suministrado}}{\text{Biomasa}}$$

#### 1.4 REGISTROS PRODUCTIVOS

- Registro de entradas y salidas
- Registró inventario de medicamentos
- Registró salud
- Registró pesaje
- Registró de inventarios
- Registró mortalidad
- Registró de alimentación

#### EXPLORANDO NUESTROS SABERES



1. Realice un ejercicio con todos los indicadores de productividad tomando de ejemplo su sistema productivo

Tendrá apoyo del capacitador para esta actividad

$$\text{PP} = \frac{\text{[ ]}}{\text{[ ]}}$$

$$\text{BP} = \text{[ ]} \times \text{[ ]}$$

$$\text{IB} = \text{[ ]} - \text{[ ]}$$

$$\text{GPD} = \frac{\text{[ ]}}{\text{[ ]}}$$

$$\text{CAD} = \text{[ ]} \times \text{[ ]}$$

$$\text{CAP} = \text{[ ]} \times \text{[ ]}$$

$$\text{FCA} = \frac{\text{[ ]}}{\text{[ ]}}$$

### 7. USO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA ACUICULTURA

Como cualquier actividad económica-productiva la acuicultura genera impactos en su entorno, su efecto depende del tamaño de la explotación, del grado de tecnología utilizado en el sistema de producción y del manejo ambiental que se aplique en todos los procesos.

A continuación, se citarán medidas de prevención para evitar la contaminación y hacer uso eficiente de los recursos naturales:

#### 7.1. CONTROL EN LA ALIMENTACIÓN

Uno de los impactos más relevantes en la piscicultura es la sobrealimentación, si no se hace un control adecuado de la alimentación cumpliendo la oferta del mismo se generan sedimentos con contenidos altos


de carbón y nitrógeno lo que aumenta la carga en los vertimientos de las aguas de estanques, al aumentar las cantidades de alimento innecesarias los peces solo toman lo necesario para su mantenimiento y crecimiento y el restante queda como sedimento.

De allí la importancia de una adecuada alimentación, además de reducir posibles contaminantes nos ayuda a que los peces tengan un crecimiento y desarrollo óptimo, el alimento representa el 60% de los costos de producción por lo que un manejo inadecuado nos disminuye la rentabilidad a continuación se muestra una tabla sugerida para alimentación en tilapia teniendo en cuenta que esto varía depende del tipo de concentrado que por lo general entregan sus tablas establecidas para calcular la cantidad de alimento a suministrar.



Ilustración 14 fuente: Google

Tabla 12 Ejemplo tabla de alimentación para tilapias

|  <b>TABLA DE ALIMENTACIÓN PARA TILAPIAS</b> |                   |                          |                           |       |       |       |      |      |                     |
|--|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|------|------|---------------------|
| % DE PROTEÍNA DEL ALIMENTO   | PESO DEL PEZ (GR) | TAMAÑO DEL ALIMENTO (MM) | TEMPERATURA DEL AGUA °C   |       |       |       |      |      | ALIMENTACIÓN DIARIA |
|  |                   |                          | 20°C                      | 22°C  | 24°C  | 26°C  | 28°C | 30°C |                     |
|  |                   |                          | RACIÓN (% DE BIOMASA/DIA) |       |       |       |      |      |                     |
| 40 - 45 %  | <0.5              | Triturado                | 4%                        | 5%    | 6%    | 7%    | 7.5% | 8%   | 12 Veces            |
|  | 0.5-5             | 06-1 mm                  | 3%                        | 4%    | 4.5%  | 5%    | 5.5% | 6%   | 8 Veces             |
| 38- 40 %   | 5-10              | 2 mm                     | 2%                        | 3%    | 3.5%  | 4%    | 4.5% | 5%   | 6 Veces             |
|  | 10-20             | 2 mm                     | 1.8%                      | 2.7%  | 3.1%  | 3.6%  | 4%   | 4.5% |                     |
|  | 20-50             | 2 mm                     | 1.6%                      | 2.2%  | 2.7%  | 3%    | 3.4% | 4%   |                     |
| 30 - 34 %  | 50-75             | 5 mm                     | 1.4%                      | 1.9%  | 2.2%  | 2.4%  | 2.9% | 3.1% | 3 Veces             |
|  | 75-110            | 5 mm                     | 1.3%                      | 1.6%  | 1.9%  | 2%    | 2.3% | 3%   |                     |
|  | 110-150           | 5 mm                     | 1.1%                      | 1.4%  | 1.6%  | 1.8%  | 2%   | 2.3% |                     |
|  | 150-200           | 5 mm                     | 0.9%                      | 1.2%  | 1.4%  | 1.6%  | 1.8% | 2%   |                     |
| 24 - 30 %  | 200-250           | 5 mm                     | 0.85%                     | 1.15% | 1.35% | 1.55% | 1.7  | 1.9% | 2 Veces             |
|  | 250-325           | 5 mm                     | 0.8%                      | 1.1%  | 1.3%  | 1.5%  | 1.65 | 1.8% |                     |
|  | 325-400           | 5 mm                     | 0.75%                     | 1.05% | 1.25% | 1.45% | 1.6  | 1.7% |                     |
|  | >400              | 5 mm                     | 0.7%                      | 1%    | 1.2%  | 1.4%  | 1.5  | 1.6% |                     |

Ejemplo:

Población total de tilapia de 1.000 criadas en medio controlado de 28 grados, se realiza un muestreo de 50 ejemplares se pesan para un peso total de 500 gr.

Entonces  $500 \text{ gr} / 50 \text{ tilapias} = 10 \text{ gramos de peso promedios x pez}$

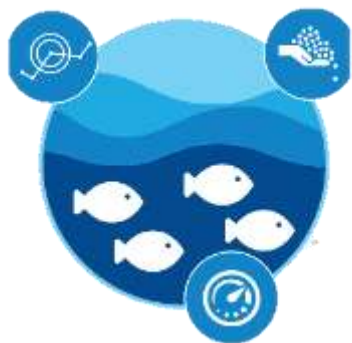
$1000 \text{ tilapias} \times 10 \text{ gr pp} \times 4\% \text{ de biomasa/dia} = 400 \text{ gramos de alimento}$ , esta cantidad de alimento de deberá dar como ración diaria hasta el próximo muestreo 2 semanas después.

#### RECOMENDACIONES

- Elegir el alimento adecuado cada marca de concentrado tienen sus tablas de alimentación y se recomienda seguirlas de acuerdo a esta.
- Aun cuando la tabla indica una ración es importante observar el comportamiento de los peces a la hora de su alimentación si la oferta de alimento es la adecuada o si por el contrario falta o es demasiada.
- Se debe planear la alimentación para tener la cantidad necesario mensual.
- Llevar los registros de peso, crecimiento y alimentación esto no permite obtener los costos de producción.

1. Ejercicio realice la planeación de alimentación para su sistema productivo:

#### EXPLORANDO NUESTROS SABERES



### 7.2. SELECCIÓN DEL SITIO:

La selección responsable del sitio apropiadas para las instalaciones acuícolas es esencial para minimizar el impacto en los ecosistemas circundantes, en el proceso de la selección del sitio se consideran factores importantes como calidad de agua, la conservación del hábitad y la distancia de áreas sensibles.



Ilustración 16 fuente: Google

### 7.3. GESTIÓN DE EFLUENTES:

La gestión adecuada de los residuos es crucial para reducir los contaminantes que puedan generar un daño en el sistema ambiental y fomentar la acuicultura sostenible, se pueden establecer tecnologías como lo son los sistemas de recirculación de agua o sistemas acuapónicos y sistemas de biofloc para tratar y reutilizar el agua reduciendo la descarga de contaminantes a los cuerpos de agua.

### 7.4. ENFOQUE DE POLICULTIVO

Implica el cultivo de varias especies en un mismo espacio utilizando las interacciones naturales entre ellas, esto con el propósito de aprovechar mejor el espacio.

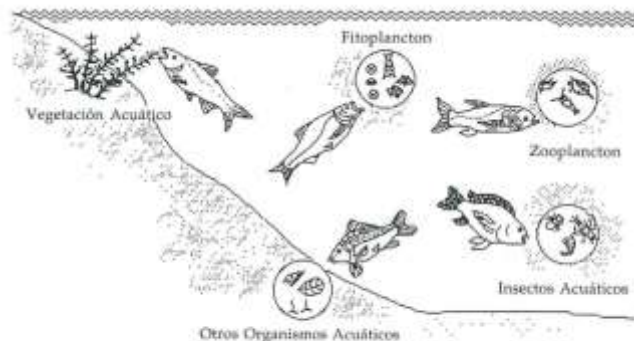


Figura 1. Los policultivos utilizan eficientemente los organismos naturales que sirven de alimento a los peces.

Ilustración 15 Policultivos

## 8. SISTEMAS SOSTENIBLES INNOVADORES

### 8.1. SISTEMAS ACUAPÓNICOS

Los sistemas acuapónicos son una técnica que combina la acuicultura con la producción de hortaliza hidropónicas utilizando un sistema de recirculación de agua, en donde todos los desechos de los peces son aprovechados como abono orgánico por las hortalizas y estas a su vez filtran y el agua restante ingresa nuevamente al sistema acuícola.

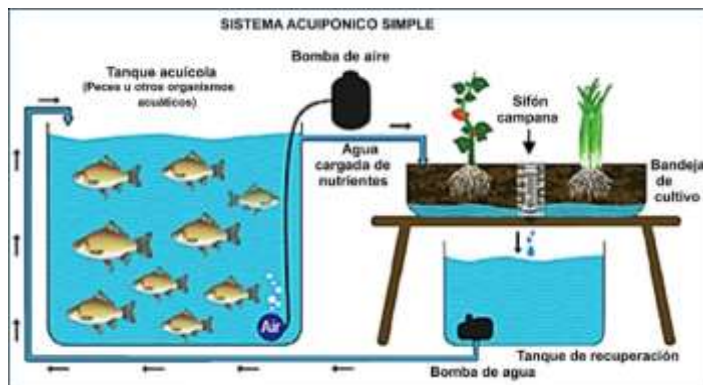


Ilustración 17 sistema acuapónico

VENTAJAS:

- Ahorra espacio, agua y energía reduciendo los costos de las operaciones.
- Son un medio eficaz para reducir y aprovechar los residuos que normalmente son vertidos al ambiente.

- Elimina el uso de plaguicidas y fertilizantes, obteniendo una producción considerada como productos orgánicos.
- Producción de alimentos en áreas reducidas, con esto se optimizan los recursos mano de obra, agua, alimento balanceado para peces y nutrientes para las plantas.
- Se obtienen dos o más fuentes de ingreso a partir del cultivo de plantas y peces, incrementando la economía local al vender los productos.
- No se deteriora el suelo, ni el agua, por lo que resulta amigable con el ambiente.

## 8.2. SISTEMAS BIOFLOC

La tecnología biofloc permite el cultivo de organismos acuáticos como peces y crustáceos en un ambiente controlado por microorganismos, estos microorganismos se aglutinan en biofloculos que resultan beneficiosos para la calidad de agua, la alimentación y la salud de los organismos de cultivo, estos biofloculos están conformados por bacterias, protozoos, fitoplancton y zooplancton, estos microorganismos son productores y consumidores de oxígeno disuelto, reciclan nutrientes y producen alimento.

Los sistemas biofloc son una de las tecnologías más innovadoras para producir de manera fácil, económica y sostenible, organismos acuáticos de manera extensiva.



Ilustración 18 sistema biofloc.

## VENTAJAS:

- Manejo sustentable de los recursos naturales como el agua, al realizar cero recambios de agua.
- Equilibra los parámetros como temperatura, pH, oxígeno disuelto, concentración de amonio y salinidad.
- Transformación de residuos orgánicos.
- Control de enfermedades por su potencial probiótico.
- Densidades de cultivo altas en espacios reducidos.
- Acorta el ciclo productivo

## 9. ALTERNATIVAS NUTRICIONALES PARA PISCICULTURA

El alimento utilizado para la piscicultura son principalmente los concentrados comerciales que emplean insumos como la harina y el aceite de pescado lo que hace que sea una fuente de proteína costosa teniendo en cuenta que los costos de producción son la alimentación, están alrededor del 60 a 80%, lo anterior ha generado la necesidad de buscar fuentes alternativas de nutrientes que sustituyan parcial o totalmente la harina de pescado y otras materias primas de alto costo, esto con el fin de fortalecer la sostenibilidad y rentabilidad de los pequeños productores, a continuación se muestra algunas alternativas de materias primas algunos subproductos agrícolas de bajo costo, alta disponibilidad y buen perfil nutricional.



### HOJA DE YUCA

Tanto las raíces como el follaje pueden ser usados, la harina de yuca tiene un buen contenido de proteína.

### HOJA DE MATARRRATON

Para alimentación en peces se recomienda la hoja la cual se debe secar y moler para obtener la harina.

La harina de las hojas puede ser utilizada para la preparación de alimentos para peces.



### HOJA DE BORE

Se emplea para alimentación de cerdos, aves y peces, la harina de las hojas puede ser utilizada para la preparación de alimentos para peces, tiene un rendimiento después de secado y molido del 11.5 %.



### PLANTA ACUATICA CILANTRO DE AGUA

Es una planta que tiene un crecimiento excesivo lo que la hace disponible la mayor parte del tiempo.

la harina de las hojas puede ser utilizada para la preparación de alimentos para peces.



### HOJA DE BOTON DE ORO

Es empleada como banco de proteína, a partir de los 50 días de postsiembra.

La harina de las hojas puede ser utilizada para la preparación de alimentos para peces.



### LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRA

Es una alternativa con alto valor nutricional aporta aprox. del 28 al 48% de proteína y se puede suministrar como alimento vivo, seco en harina, el ciclo de producción de la larva es aprox de 15 días.

Se obtienen grandes cantidades de biomasa.

Además de generar subproductos como abono orgánico y el aprovechamiento de residuos orgánicos.



Estas son algunas fuentes alternativas de nutrición para la elaboración de concentrados artesanales, pero existen una gran variedad de materias primas para este fin.

Una vez identificadas las materias primas alternativas que se van a utilizar en la preparación de los alimentos balanceados artesanales para los peces, según su disponibilidad, aporte nutricional y costo, es indispensable asegurar que se cuente con la cantidad suficiente para la producción esperada y para todo el ciclo productivo de los animales.

Para facilitar y hacer más eficiente el proceso de elaboración del alimento artesanal, es necesario que las materias primas por emplear se encuentren en forma de harina.

Pasos del orden secuencial para el adecuado procesamiento de las materias primas.





### 1. CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO.

- En los estanques, es de vital importancia para el manejo adecuado de la producción, disponer de agua en cantidad y de buena calidad.
- Los volúmenes requeridos deben ser para el llenado del estanque y reponer pérdidas por infiltración y evaporación, además, es recomendable prever si se requiere remover parcial o totalmente el agua del estanque (cuando la calidad del agua se ha deteriorado).
- En la piscicultura habitualmente se realizan recambios de agua para mantener niveles adecuados de oxígeno en el estanque, así también para la remoción del fondo de as excreciones de los peces, a través de una circulación del agua del fondo.
- Dichas actividades favorecen a que los peces dentro del estanque se mantengan sanos y con niveles de defensa adecuados contra cualquier agente patógeno que pueda ingresar en el ambiente acuático.

### 2. VACIADO, TRATAMIENTO Y RELLENADO DE ESTANQUES.

- El piscicultor debe realizar antes de cada siembra de los peces en los estanques, un vaciado total del recinto, exponiendo el fondo de esta a los rayos solares, con el objeto de eliminar todos los posibles patógenos que estén en el lugar.
- Dicha exposición se recomienda realizarlo en un lapso de una a dos semanas y acompañados por remociones del fondo para un mejor secado y ventilación de la materia orgánica presente en el estanque, facilitado así su utilización como abono para la siguiente producción.
- Para evitar que aparezcan las enfermedades se recomienda, una desinfección utilizando cal viva, para eliminar aquellos que sobrevivieron al primer tratamiento.
- La acción de la cal es generar calor en el momento de hidratarlo y alcalinizar el agua volviendo el ambiente estéril a los seres vivos.

- La dosis recomendada para la desinfección y como antiparasitario es de 100 a 150 g de cal viva por cada metro cuadrado de espejo de agua.
- El productor debe cargar el agua en el estanque inmediatamente después del tratamiento con la cal viva, para generar el efecto deseado (calor) y mantenerlo por una semana a unos 30 cm de profundidad.
- Luego de este tratamiento se llenan los estanques y se prepara la siembra.

### 3. DENSIDAD DE SIEMBRA (POR ESPECIES).

- La tendencia en la piscicultura es la optimización de los estanques disponibles, para el logro de mayores beneficios.
- Es tentador utilizar la mayor densidad de carga (mayor número de peces por unidad de área o volumen) posible, pero el hacinamiento de los peces hace más propicia la aparición de enfermedades.
- Las altas densidades inducen condiciones de estrés, debilitando el sistema inmunológico y estimulando una mayor propagación de los patógenos ya que les resulta más fácil encontrar hospederos (peces).
- La densidad de siembra recomendada en la etapa de engorde de peces en la producción semi-intensiva, depende de varios factores, entre los más importantes se encuentran la disponibilidad de alimento, la concentración de oxígeno y la posibilidad de recambiar con agua nueva una porción del estanque con la frecuencia debida.

### 3. MANEJO DE LA CALIDAD DE AGUA.

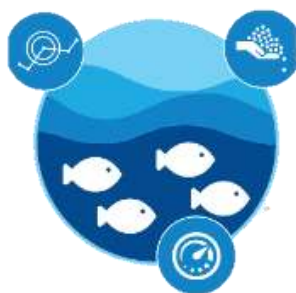
- Los peces mantenidos en estanques apropiados, serán menos susceptibles a los organismos patógenos, generándose una mayor respuesta del organismo al agresor.

- El control rutinario por parte del piscicultor de la calidad de agua es un punto clave para la obtención de buenos resultados en la explotación de peces.
- Los controles que se recomienda realizar en los estanques con frecuencia (diariamente) son la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto, el pH y la turbidez (transparencia del agua).
- Dichos controles darán al productor las pautas para realizar manejos de agua en forma oportuna sin generar daños al pez (estrés y susceptibilidad a enfermedades).
- El piscicultor al detectar en los controles rutinarios rangos no adecuados para la especie en cultivo, debe tomar inmediatamente medias correctivas.
- En este sentido, cuando encuentra niveles bajos de oxígeno disuelto, temperatura y pH se recomienda una renovación del agua del recinto, mientras que en caso de la transparencia sea alta, incorporar abonos.

#### 4. ALIMENTOS Y ALIMENTACIÓN.

- Los peces requieren de una dieta nutritiva y adecuada en cantidad y calidad, para mantener su sistema inmunológico en óptimas condiciones.
- El suministro de dieta inadecuada mantiene muy bien a los peces vivos, pero debilita su sistema inmunológico con lo que aumenta el riesgo de enfermedades.

### EXPLORANDO NUESTROS SABERES



## Sopa de letras

Busca las palabras en la siguiente sopa de letras.

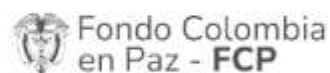
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | N | G | S | A | N | I | D | A | D | N | N | U | S |
| C | D | S | G | L | A | S | C | G | E | J | B | O | O |
| O | I | C | U | E | R | W | T | O | L | H | C | E | S |
| N | B | T | O | E | C | R | J | E | D | I | T | A | T |
| T | U | Y | T | R | A | P | E | C | E | S | L | I | E |
| R | N | U | T | R | I | C | O | N | R | I | R | P | N |
| O | A | J | P | O | L | A | R | N | A | E | H | S | I |
| L | R | D | I | E | N | F | E | R | E | M | D | A | D |
| A | N | D | E | N | S | I | D | A | D | R | C | S | L |
| P | E | R | E | G | I | S | T | R | O | S | A | F | E |
| M | U | A | M | B | I | E | N | T | E | R | R | E | R |

|                   |                  |                   |
|-------------------|------------------|-------------------|
| <b>MEDIO</b>      | <b>NUTRICION</b> | <b>REGISTROS</b>  |
| <b>SOSTENIBLE</b> | <b>CONTROL</b>   | <b>ENFERMEDAD</b> |
| <b>AMBIENTE</b>   | <b>DENSIDAD</b>  | <b>PECES</b>      |

*Bibliografía*

- corantioquia. (2016). *manual de produccion y consumo sostenible gestion del recurso hidrico piscicolas cultivo de truchas y tilapia*. antioquia.
- edgar, b. (2011). *manual basico de sanidad piscicola*. paraguay: FAO.
- Espinosa mariana, M. m. (2020). *manual practico para la preparacion de alimentos balanceados artesanales para piscicultura*.
- fedeacua . (2014). *plan nacional para el desarrollo de la acuicultura sostenible en colombia*.  
Obtenido de  
<https://fedeacua.org/files/plan-nacional-para-el-desarrollo-de-la-acuicultura-sostenible-colombia.pdf>
- Fedeacua. (s.f.). *buenas practicas de produccion acuicola*. Obtenido de Fedeacua:  
[www.fedeacua.org](http://www.fedeacua.org)
- fedeacua. (s.f.). *cartilla de productividad para la tilapia en colombia*. Obtenido de fedeacua:  
[www.fedeacua.org](http://www.fedeacua.org)
- Hernandez Liliana, L. J. (2019). los sistemas biofloc una estrategia en la priducccion acuicola. *CES Medicina veterinara y zootecnia vol 14 universidad CES, 70-99*.
- piscicultura global. (2020). *piscicultura global*.  
Obtenido de  
<https://www.pisciculturaglobal.com/wp-content/uploads/2020/10/GUIA-DE-CONTENIDO-FOROCHAT-INDICADORES-DE-PRODUCCI%C3%93N.pdf>
- rural, M. d. (2006). Guia practica de piscicultura en colombia. En INCONDER, *Guia practica de piscicultura en colombia*. Bogota.
- Universidad nacional autonoma de honduras. (2021). *fundamentos de calidad total* .  
Obtenido de sacrificio y fileteado de la  
tilapia:  
<https://fundamentosdecalidadtotalcurc.files.wordpress.com/2021/02/actividad-4-sacrificio-y-filetiado-de-tilapia-1.pdf>
- WWF, A. (2020). *Colombia azul acuicultura sostenible y pesca sostenible*. medellin.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



*Cartilla Didáctica*  
**PISCICULTURA SOSTENIBLE**



**Ucebul**

