

**ACUICULTURA**  
**DE TILAPIA A PEQUEÑA**  
**ESCALA**  
**PARA AUTO**  
**-CONSUMO**  
**DE FAMILIAS**  
**RURALES**  
**Y PERI-**  
**URBANAS**  
**DE LA COSTA DEL**  
**PACÍFICO**



**Fernando Vega-Villasante**

Barbarito Jaime Ceballos, Amílcar Leví Cupul Magaña,  
José Galindo López, Fabio Germán Cupul Magaña

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Marco Antonio Cortés Guardado  
*Rector General*

Miguel Ángel Navarro Navarro  
*Vicerrector ejecutivo*

José Alfredo Peña Ramos  
*Secretario General*

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA

Javier Orozco Alvarado  
*Rector*

Luz Amparo Delgado Díaz  
*Secretario Académico*

Joel García Galván  
*Secretario Administrativo*

Edición y corrección de texto: Olimpia Chong Carrillo  
Ilustraciones de cubierta e interiores: Olimpia Chong Carrillo  
Maquetación, diseño de portada e interior:  
Jorge Luis Rodríguez Aguilar, Candelario Macedo

Primera edición, Julio 2009

D.R. © 2009, Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de la Costa  
Av. Universidad de Guadalajara 203, Delegación Ixtapa  
4280 Puerto Vallarta, Jalisco, México

ISBN 978-607-450-117-9

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in México*

# INDICE

- I INTRODUCCIÓN / 9
  
- II ELEMENTOS ESENCIALES SOBRE LA TILAPIA / 17
  - Características anatómicas externas de machos y hembras / 18*
  - Principales características de biología reproductiva / 19*
  - Sistemas de cultivo de tilapia / 21*
  
- III SISTEMA DE CULTIVO DE TILAPIA PARA AUTOCONSUMO / 25
  - Estanques /*
  - Densidad de siembra y calidad de los peces / 30*
  - Adquisición, traslado y siembra de las tilapias / 31*
  - Agua / 35*
  - Fertilización / 35*
  - Turbidez / 37*
  - Oxígeno / 40*
  - Temperatura / 42*
  - pH y amoníaco / 43*
  - Alimentación / 44*
  - Adición de alimentos completos (balanceados) / 45*
  - Almacenamiento del alimento / 51*
  - Almacenamiento del alimento /*
  - Adición de alimentos semicompletos (residuos domésticos o alimentos balanceados no específicos) / 52*
  
- IV SINCRONIZACIÓN DE LOS ESTANQUES PARA UNA PRODUCCIÓN CONTÍNUA / 55
  - Cosecha / 56*
  - Producción / 58*
  
- V ENFERMEDADES / 59
  - Prevención / 62*
  
- VI CONSERVACIÓN DE LAS TILAPIAS / 63
  - Conservación por medio del frío / 63*
  - Salado y secado / 64*
  
- VII BIBLIOGRAFÍA / 67

# I INTRODUCCIÓN

EL TÉRMINO ACUICULTURA, en el sentido más amplio de la palabra, se refiere al conjunto de actividades dirigidas al cultivo de especies acuáticas (peces, anfibios, crustáceos, algas y moluscos). El propósito de los cultivos acuícolas, animales o vegetales, es la producción, crecimiento y comercialización de organismos de aguas dulces, salobres o saladas, útiles para el hombre.

La acuicultura es una actividad que le ha traído al hombre beneficios tanto económicos como de subsistencia, en especial la piscicultura. Esta actividad se ha llevado a la práctica desde tiempos remotos, sin embargo en la actualidad comienza a tener un papel preponderante no solo como alternativa alimenticia para la especie humana a través de la producción de alimentos sanos y de bajo costo, sino como un lucrativo negocio donde se producen especies de alto valor para un mercado selecto.

Se considera un medio para reforzar la seguridad alimentaria de las poblaciones locales, un generador de ingresos y una fuente de empleo que mitiga la tendencia a la urbanización y crea una mayor demanda de bienes y servicios que estimulan la inversión, la descentralización de las actividades económicas, el crecimiento económico regional y el bienestar social. Por ello, resulta una contribución importante para la nutrición de muchas comunidades del mundo.

Los sistemas de la acuicultura son las formas de realizar las diferentes técnicas y métodos de cultivo de peces. En dependencia de la intensificación del proceso, se denominan sistemas extensivos, semiintensivos o intensivos.

Existe una tendencia global hacia la intensificación de los sistemas acuiculturales, sin embargo una gran parte de la produc-

ción mundial es aún obtenida de la acuicultura de “tipo rural” de pequeña escala en sistemas extensivos. El potencial real de la actividad se encuentra en la acuicultura a media y pequeña escala la cual solo es posible con un alto nivel de participación del gobierno para su desarrollo.

El concepto “acuicultura rural” ha sido usado, para distinguir de otros sistemas de producción, el cultivo de organismos acuáticos por parte de grupos familiares mediante sistemas de cría extensivos o semiintensivos para el auto consumo o la comercialización parcial. El uso de la denominación ARPE (Acuicultura Rural en Pequeña Escala) surge en 1999 en el Taller de Acuicultura rural, organizado por FAO y la Universidad Católica de Temuco, Chile.

**A**      **Acuicultura**  
**R**      **Rural en**  
**P**      **Pequeña**  
**E**      **Escala**

Dentro de la acuicultura rural se ha propuesto una clasificación:

**La acuicultura de los “más pobres”.** (Costo y producción muy bajos). Constituye en gran parte lo que se ha llamado acuicultura de subsistencia pero comprende también a los productores que no llegan a consumir todo lo que producen y comercializan una pequeña parte en forma bastante simple (vecinos, pequeños mercados cercanos a la granja).

**La acuicultura de los “menos pobres”.** (Costo y producción bajos o medianos). Sus usuarios tienen cierto grado de solvencia económica y capacidad empresarial. Son campesinos medios o hacendados que añaden la acuicultura al complejo de actividades agropecuarias que normalmente practican en su explotación. Aun cuando es posible que no llegue a comercializarse la totalidad del producto, se supone que la actividad tiene que ser rentable de acuerdo con un análisis de costo/beneficio, para que pueda ser incluida en esta categoría.

Las lagunas de tierra es el sistema más utilizado por la ARPE en Latinoamérica. Generalmente se utilizan reservorios hechos por excavaciones destinadas a otros fines, o simplemente para coleccionar agua de lluvia y aminorar la escasez de agua. Si no hay capacidad para obtener agua de arroyos, canales o ríos, a veces usan agua del subsuelo, o de algún residuo de la lluvia. Pueden o no tener drenaje.

La fertilización es una práctica común para elevar la productividad primaria, casi siempre es orgánica (excrementos húmedos o secos de diversos animales de granja) y la alimentación se basa en subproductos agrícolas o sobrantes de alimentación humana. Es usual también que se usen aguas de desecho de origen humano, aunque esta práctica deberá desaparecer en corto plazo debido a las implicaciones sanitarias.

En numerosos documentos, proyectos, estudios e informes se cita reiteradamente a la acuicultura como uno de los medios más eficientes para incrementar la producción de alimentos. Sin embargo aun y cuando esta actividad puede, teóricamente, brindar muchos beneficios en la calidad de vida de millones alrededor del mundo, no será sino que hasta se lleven a cabo estudios que midan y cuantifiquen de manera clara los efectos de estas tecnologías que los aportes verdaderos puedan ser completamente demostrados.

Los datos sobre las producciones de la acuicultura rural a pequeña escala son poco accesibles a los investigadores y desarrolladores rurales debido a: i) la dispersión de los datos de pequeñas producciones rurales, que no aparecen en las estadísticas oficiales, ii) producciones utilizadas únicamente para consumo o comercio muy local, dificultando su registro.

La capacidad para obtener en un corto tiempo y mínimo costo proteína de buena calidad es un tema recurrente en todos los programas de gobierno llevados a cabo en México desde hace ya más de tres décadas. Desde 1994 estos programas se han institucionalizado bajo la forma del "Programa Nacional de Acuicultura Rural", dependiente de la Secretaría de Agricultura,

Ganadería, Pesca y Acuicultura (SAGARPA). Sin embargo es muy difícil obtener información sobre los proyectos apoyados, sobre todo de aquellos que involucran a sectores sociales marginales.

Estudios llevados a cabo en diversas regiones de México han demostrado que la acuicultura rural de tilapia es una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. Dicha producción es importante como alternativa para la generación de empleos, el arraigo en las comunidades y la producción de alimento de alta calidad nutricional para el ser humano.

El tipo de productores que son sujetos de la acuicultura rural en pequeña escala o de subsistencia ha sido identificado como:

- El productor típico es un pequeño campesino, con poca educación formal y una familia muy numerosa.
- Por lo general la parcela de tierra que trabaja es muy pequeña y no le pertenece.
- Su producción agrícola está muy diversificada.

La población marginada de Latinoamérica se concentra generalmente en las áreas rurales o (debido a la migración) suburbanas, por lo que la acuicultura rural para autoconsumo puede tener un enorme valor social aún no cuantificado como reductor de la pobreza y por ende de la calidad de vida.

Desde finales de la década pasada se mencionaban que a pesar de que la seguridad alimentaria no es el objetivo principal de la acuicultura del siglo XXI, esta actividad debería contribuir al abasto de alimentos incrementando la producción de peces de consumo popular, reduciendo los precios y ampliando las oportunidades de acceder a una mejor nutrición.

Si bien México ha hecho esfuerzos por desarrollar esta actividad con un sentido social, los resultados no son claros ni mucho

menos evidentes. El Informe de la FAO sobre las perspectivas de la acuicultura mundial para el 2030, menciona a China, India, Indonesia, Tailandia, Bangladesh, Vietnam y Filipinas como los únicos países de bajos ingresos y con déficit de alimentos que ofertan a su población pescado de poco valor. No se menciona a México ni a algún otro país de Latinoamérica a pesar de las conocidas severas condiciones económicas de sus poblaciones rurales. Cuba es el único país (aunque tampoco es mencionado en el informe) que ha llevado a cabo, desde hace algunos años, la distribución y venta regular de pescado de bajo costo para su población a través de las cadenas de pescaderías estatales.

La acuicultura rural en pequeña escala, o de subsistencia puede ser una alternativa real para incrementar la capacidad de comunidades marginales de acceder a una alimentación mejor. El papel del Estado es preponderante para dotar de financiamiento, asesoría y tecnología a los productores familiares y comunitarios. Mayores esfuerzos gubernamentales tendrán que llevarse a cabo para lograr alcanzar los niveles de éxito logrados en otros países en la acuicultura de subsistencia. Intentar acceder a otros planos como los de acuicultura sostenible e integral donde se combina esta actividad con producciones de aves de granja, huertos y cereales debe ser también un objetivo concreto y no solo demostrativo de los proyectos dirigidos a apoyar a los sectores marginales de zonas rurales. La acuicultura de subsistencia, o de “los más pobres” debe tomarse sólo como una herramienta para mejorar la calidad alimenticia de familias y comunidades que no tienen acceso a los insumos básicos que contemplan una nutrición que derive en estados de salud aceptables, y no como un semillero de posibles productores con orientación empresarial.

La economía de mercado no favorece los programas sociales, relegándolos a un segundo plano en los proyectos de desarrollo. Bajo los términos neoliberales los gobiernos privilegian la desregulación y liberalización de los mercados manteniendo una cierta pasividad ante los efectos que esto pueda ocasionar, mientras que los productores rurales latinoamericanos proponen y demandan acciones selectivas de sus gobiernos para paliar

los vacíos y fallas que los dejan en desventaja competitiva. De continuar estas tendencias político-económicas es improbable que la América Latina pueda alcanzar los elevados ritmos de crecimiento económico que la historia muestra que son posibles para países de desarrollo tardío, ni, por supuesto, que lo haga con equidad.

En el 2003 México produjo 61 mil toneladas de tilapia, con un valor cercano a los 600 millones de pesos, principalmente por siembras en cuerpos de agua como lagos y presas. De este total, solo 964 toneladas fueron producidas en sistemas controlados de cultivo y el resto correspondió a la captura por pesquerías en embalses y presas bajo el sistema extensivo. Por el volumen y el valor económico actual que representa, la producción de tilapia es considerada como una de las principales pesquerías en México.

Sus características de fácil adaptación, amplia resistencia, rápido crecimiento y elevada productividad, hacen que sea una de las especies favoritas para los sistemas de cultivo en el medio rural. Sin embargo, su elevada tasa reproductiva genera un excedente de crías que baja los rendimientos y encarece los costos de producción. Para mejorar la rentabilidad económica y financiera de los cultivos, resulta indispensable manejar poblaciones masculinizadas ya que los machos alcanzan un tamaño más grande que las hembras.

Debido a la introducción de su cultivo en México y al poco cuidado para su control como especie exótica, la tilapia se encuentra en nuestro país en un gran número de cuerpos de agua tanto dulces como salobres; su cultivo está extendido en casi todos los Estados de la República Mexicana, sobre todo en zonas tropicales y subtropicales, aunque también se desarrolla en algunas regiones del norte debido a su gran resistencia. Existen registros de su cultivo en los siguientes Estados: Baja California, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Aguascalientes, Jalisco, Hidalgo, Morelos, Puebla, Guanajuato, Michoacán, Colima, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca. Estudios llevados a cabo en diversas

regiones de México han demostrado que la acuicultura rural de tilapia es una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. La producción de tilapia es importante como alternativa en la generación de empleos, el arraigo en las comunidades y la producción de alimento de alta calidad nutricional para el ser humano. El cultivo de la tilapia ha aumentado marcadamente, de tal manera que en el año 2004, se reporta la existencia de más de 500 granjas comerciales, siendo los estados de Oaxaca, Veracruz y Michoacán, los que presentan el mayor número de ellas.

A partir de su cultivo controlado en África, en el siglo XIX, su popularidad se ha extendido a gran parte del mundo, siendo en la actualidad la tercera especie más cultivada después de las carpas y los salmónidos, con presencia en 85 países y considerada la especie cuyo cultivo será el más importante en el siglo XXI.

Actualmente se cultivan con éxito unas diez especies. Las más cultivadas son *Oreochromis aureus*, *O. niloticus* y *O. mossambicus* así como diversos híbridos de estas mismas.

Existen múltiples obras sobre el cultivo de tilapia, la mayoría de ellas orientadas hacia la producción de tipo semiintensivo e intensivo. El presente manual presenta las técnicas básicas para el cultivo de tilapia considerando el mínimo manejo posible, con baja densidad de siembra y bajo recambio de agua, con la intención de sugerir su puesta en funcionamiento en áreas marginadas rurales y periurbanas de la costa de Jalisco y por supuesto de otras zonas tropicales de México. La tecnología presentada significa la modificación de otras ya estudiadas adicionando el aporte de nuestra experiencia particular. Se abordará el cultivo de *O. niloticus* debido a que es la especie más cultivada en México y por lo tanto la disponibilidad de semilla es prácticamente constante.



## II ELEMENTOS ESENCIALES SOBRE LA TILAPIA

LA TILAPIA ES UN PEZ TELEÓSTEO, del orden Perciforme perteneciente a la familia *Cichlidae*, aunque es originario de África, ha sido trasladado a la mayor parte de las regiones tropicales del mundo, donde las condiciones son favorables para su reproducción y crecimiento. Tal diseminación mundial como organismo cultivable es debido a sus cualidades:

- Crecimiento rápido.
- Fácil manejo: resistencia a la manipulación de traslados, siembras, pesaje, cosechas etc.
- Tolerancia a condiciones negativas extremas: capaz de resistir concentraciones bajas de oxígeno, niveles altos de amonio, valores bajos y altos de pH.
- Hábitos alimenticios omnívoros: se adapta a prácticamente cualquier tipo de alimentación, y acepta dietas suplementarias como los alimentos balanceados.
- Tolerancia a altas densidades de siembra.
- Fácil reproducción.
- Apariencia agradable y de fácil aceptación.
- Buenos parámetros de producción (conversión alimenticia, ganancia de peso, sobrevivencia, etc.).

## Características anatómicas externas de machos y hembras

---

Identificar los aspectos biológicos de la tilapia permite conocer las condiciones necesarias para su desarrollo. La identificación de sus partes internas y externas, así como de las características de las hembras y machos y su ciclo reproductivo permite organizar las diversas actividades para el manejo del cultivo en sus diferentes etapas de desarrollo.

### ***Las características más notorias de la tilapia *Oreochromis niloticus* son:***

- Presentan una aleta dorsal con 16 a 18 espinas.
- El macho presenta dos orificios bajo el vientre: el ano y el orificio urogenital.
- La hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario.
- Coloración básica:
  - Cuerpo: verde-gris metálico.
  - Cabeza: verde metálico.
  - Vientre: gris plata.
  - Ojos: café.
  - Aleta caudal: Porción terminal roja, bandas negras.
  - Aleta dorsal: borde oscuro.
  - Papila genital: blanca.

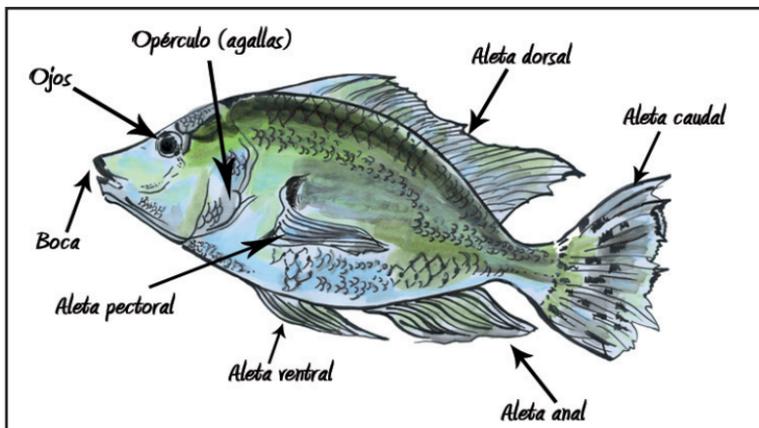


Figura 1: Partes externas de la tilapia.

## Principales características de biología reproductiva

---

Aún y cuando no es un objetivo de este manual desarrollar el tema de reproducción se presentan algunas características relacionadas con la misma.

A partir del apareamiento de los reproductores inicia el ciclo biológico. La hembra deposita los huevos en el nido y el macho los fecunda arrojando el esperma por encima de estos. Luego de éste proceso la hembra toma los huevecillos en su boca, donde quedan adheridos en su mucosa bucal para ser incubados.

El tamaño de los huevos puede variar entre 2 mm y 4 mm. El número de los mismos depende de varios factores: el estado nutricional, la genética y tamaño (peso) de la hembra.

- Rango óptimo de pesos adultos para la reproducción: 1000 a 3000 gramos.
- Alcanza la madurez sexual a partir de 2 o 3 meses de

edad con una longitud entre 8 y 18 cm, peso 70-100 grs.

- Número de desoves: 5 a 8 veces por año.
- Temperatura de desove: Rango 25º a 31ºC. Mínima: 21ºC.
- Número de huevos por hembra por desove: Rango: 100-2000 huevos/desove. Promedio: 200-400 huevos/desove.
- Vida útil de los reproductores: 2 a 3 años.
- Tipo de incubación: Bucal.
- Tiempo de incubación: 3 a 6 días.
- Proporción de siembra de reproductores: 1.5 a 2 macho por cada 3 hembras.

De acuerdo con su desarrollo, las tilapias van pasando por diversos estadios o etapas; la etapa de juvenil es importante para los objetivos del presente manual como se verá más adelante.

<b>Tallas y peso aproximado en diferentes estadios de desarrollo de la tilapia</b>			
<b>Estadio</b>	<b>Talla (centímetros)</b>	<b>Peso (gramos)</b>	<b>Tiempo (días)</b>
<b>Huevo</b>	<b>0.2-0.3</b>	<b>0.01</b>	<b>3-8</b>
<b>Alevín</b>	<b>0.7-1.0</b>	<b>0.10-0.12</b>	<b>10-15</b>
<b>Cría</b>	<b>1-5</b>	<b>0.5-4.7</b>	<b>15-30</b>
<b>Juvenil</b>	<b>5-10</b>	<b>10-50</b>	<b>45-60</b>
<b>Adulto</b>	<b>10-18</b>	<b>70-100</b>	<b>70-90</b>

La cualidad de la tilapia de reproducirse de manera temprana y producir alevines con facilidad, la hacen una excelente especie de cultivo, sin embargo esto ocasiona algunos problemas debido a que los estanques se pueden sobrepoblar. La alta población constante de alevines puede agotar rápidamente el alimento natural causando un bajo crecimiento de los peces.

Para evitar esto se han desarrollado varias técnicas, la más utilizada en nuestro medio es el cultivo de machos de tilapia producidos por inducción hormonal. A estos organismos se les conoce como tilapias hormonadas o masculinizadas. La gran mayoría de las granjas productoras de alevines utilizan este método.

## **Sistemas de cultivo de tilapia** \_\_\_\_\_

De acuerdo con la densidad de siembra (número de animales por metro<sup>2</sup>) y al grado de tecnificación y manejo de los estanques, el cultivo de tilapia puede ser:

### ***Cultivo extensivo:***

Cultivos de baja inversión en donde no hay adición de alimento suplementario pues la alimentación se basa en el alimento natural (productividad primaria y secundaria) que se obtiene en el mismo y que se promueve por fertilizaciones del agua (agregando abono orgánico como heces de animales y/o abono inorgánico o químico). En tanto alcance tamaño comercial no es importante la talla final de los peces. En este sistema se utilizan densidades de 0.5 a 3.0 peces por metro cuadrado, dependiendo del tamaño del pez que se quiere comercializar. Este sistema aprovecha cuerpos de agua naturales o artificiales dedicados a otras actividades como almacenamiento de agua para irrigación o abrevaderos de ganado. Las producciones

en este sistema son muy variadas y pueden ir desde 4,000 10,000 Kg/Ha/ año.

### ***Cultivo semiintensivo:***

En este sistema las densidades de siembra utilizadas son muy variables. Se encuentran en el rango de 4 a 15 peces /m<sup>2</sup> obteniendo una producción de 20 a 50 toneladas/ hectárea/año. Las unidades o estanques de cultivo son artificiales en su mayoría con capacidad de llenado y vaciado de acuerdo con las necesidades. Al igual que el extensivo se llevan a cabo fertilizaciones con abono inorgánico y /o orgánico para aumentar la producción natural de alimento. Para incrementar los rendimientos se utiliza alimentación complementaria con alimentos completos. Puede haber o no aireación artificial, dependiendo del grado de intensidad de siembra, a través de diversos equipos como aireadores de paleta o inyección de aire a presión. En este sistema es muy importante el monitoreo de los niveles de amonio, pH, temperatura y el nivel de oxígeno disuelto.

### ***Cultivo intensivo:***

Se realiza en estanques pequeños de diversos tipos: excavados en tierra, excavados en tierra con recubrimiento plástico (geomembrana), estanques circulares prefabricados con recubrimiento de geomembrana, estanques de cemento. El recambio de agua es continuo. Se utiliza aireación constante para incrementar los niveles de oxígeno. Las densidades de siembra de los peces se encuentran en el rango de 80 – 150 peces/metro cúbico. El alimento deberá ser de alta calidad, flotante y con niveles de proteína de 30 a 35%. El alimento natural no tiene incidencia debido a la alta densidad de siembra, pero mejora la eficiencia alimentaria.

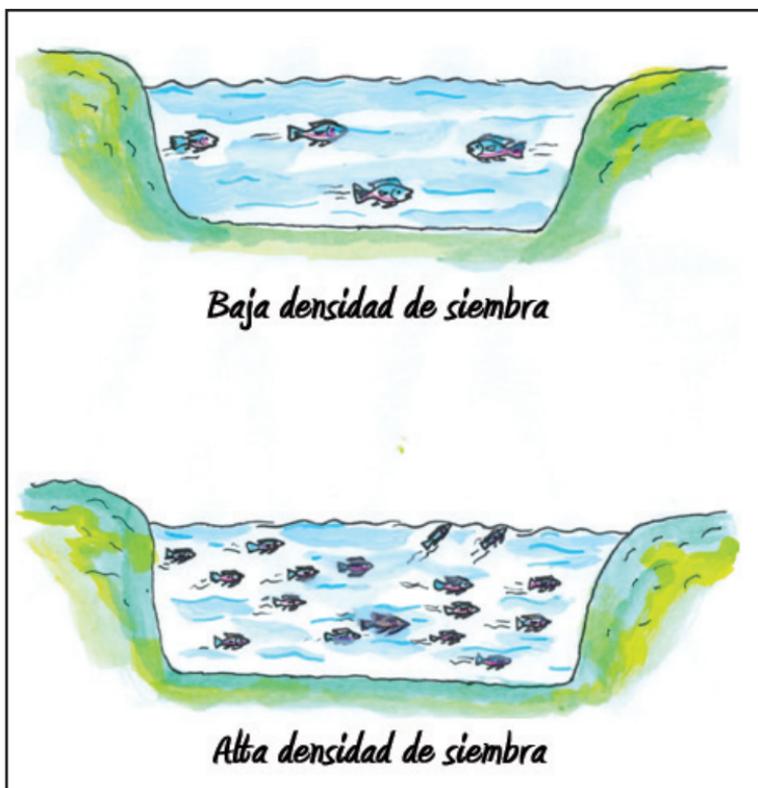


Figura 2: Densidad de siembra y crecimiento de las tilapias. Cultivos con baja densidad de siembra (menor número de peces), producen animales de mayor talla en menor tiempo. Cultivos de alta densidad de siembra (mayor cantidad de peces), ocasionan que los animales tarden más tiempo en alcanzar el tamaño apropiado para su rápido consumo.

### III SISTEMA DE CULTIVO DE TILAPIA PARA AUTOCONSUMO

A CONTINUACIÓN SE EXPONEN los conocimientos básicos sugeridos en este manual para la producción de tilapia para autoconsumo. La meta principal es el engorde de juveniles masculinizados de tilapia de la especie *Oreochromis niloticus*, con un peso promedio inicial de 50 g y finalizados (cosechados) con un peso promedio de 180 g, en un periodo de 40 días máximo. Las tallas obtenidas no son comerciales pues el sistema solo propone el cultivo de autoconsumo.

Durante el desarrollo de los siguientes capítulos se presentan algunas condiciones y parámetros establecidos para cultivos comerciales semiintensivos y las modificaciones sugeridas para alcanzar las metas del sistema aquí propuesto.

#### ***Requisitos mínimos para el sistema:***

Los requisitos establecidos para este tipo de cultivo son aquellos que se considera pueden ser subsanados por familias rurales, o en su caso familias con estas mismas características que, debido a condiciones económicas adversas, han emigrado hacia la periferia de centros urbanos. En ambos casos este tipo de familias tienen conocimientos básicos o avanzados de cultivos agrícolas y de manejo de animales domésticos. Los requisitos son:

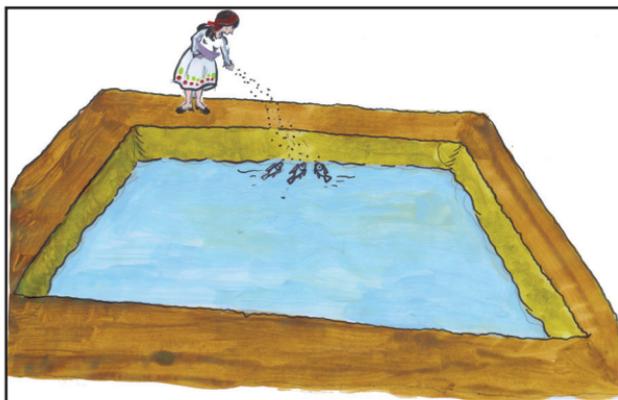
- Poseer o vivir en un terreno que permita la construcción o instalación de estanques pequeños.
- Tener acceso constante o periódico a una fuente de agua (no necesariamente apta para consumo humano) y que puede provenir de ríos, arroyos (temporales o no) o del sistema municipal de distribución de agua.

No se contempla el uso de aguas de albañal debido al alto riesgo que esto representa.

- Ser capaces de dedicar cierto tiempo en el manejo de los estanques y en la alimentación.

### ***Estanques:***

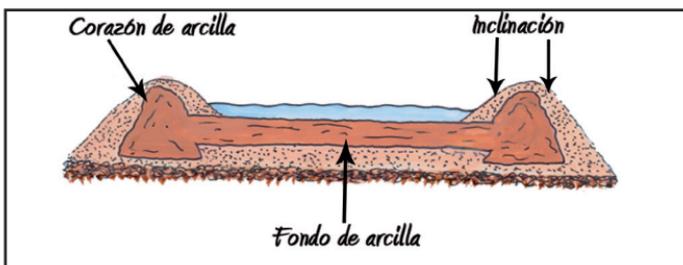
- Estanques (2) de 20 m<sup>2</sup> de área. La forma del estanque es variada (rectangular, cuadrada, circular o irregular), la forma rectangular es la más común pues facilita mucho la cosecha. El lugar que se decida para la construcción de los estanques debe ser, preferentemente, cerca de una pendiente o ladera, que determine la no excavación de tierra para construir el espejo de agua y facilite además su vaciamiento. No se aconseja su construcción en una zona baja que se pueda inundar durante la lluvia. En lugares donde no haya pendiente será necesario hacer una excavación y formar paredes que permitan retener el agua. No se recomienda que el fondo del estanque esté por



*Figura 3: Los estanques pueden ser de cualquier forma, sin embargo, la rectangular permite un manejo más fácil. Las paredes deben ser inclinadas y compactas para evitar derrumbes y para que soporten el peso de las personas que llevan a cabo la alimentación de los peces y las labores de mantenimiento y cosecha.*

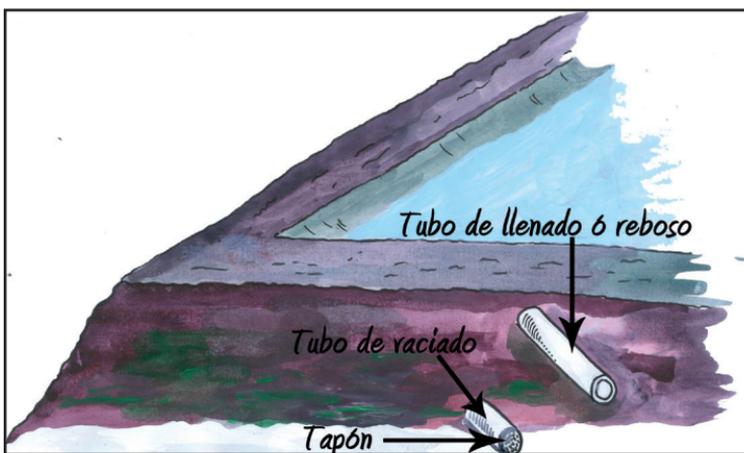
debajo del nivel del suelo pues el drenado del mismo sería un problema. Lo más indicado es determinar la zona de construcción y acarrear la tierra para formar los bordes, dejando el fono al nivel natural del piso.

- Que el suelo sea lo suficientemente impermeable para permitir el llenado de los estanques. No debe ser demasiado arenoso ni pedregoso, pues estos no retienen bien el agua. Se aconseja suelos con alto contenido de arcilla que ayude a retener el agua. Para verificar el tipo de suelo, se tomará un puñado de tierra, se hará una bola y después de lanzarla y cogerla, ésta debe permanecer intacta, si se rompe nos está indicando que el suelo tiene un gran contenido de arena o grava. Una segunda prueba puede ser cavar un hueco de un metro aproximadamente de profundidad y llenarlo de agua al amanecer, al caer la tarde una parte del agua se habrá filtrado, entonces se vuelve a llenar y se tapa con una plancha de madera o ramas frondosas, y si al otro día parte de agua está en el hoyo, quiere decir que el suelo es bueno para construir un estanque. Si existe una gran pérdida por esta causa, los estanques deberán ser impermeabilizados con una capa de arcilla o con plástico.



*Figuran 4: Si el suelo es arenoso o de grava, el estanque puede sellarse para ayudar a detener el agua. Una forma de lograr el sellado, es hacer un corazón de arcilla dentro de las paredes, extendiéndolo al fondo. Este sellado debe hacerse cuando las paredes se están construyendo.*

- Elevados a un metro de altura del nivel del suelo, con una profundidad media mínima de 1.20 m.
- Instalación de un tubo simple de PVC o metal (2") que permita el vaciado de los mismos. Se puede instalar también un tubo para el llenado del estanque y que además permita drenar el agua de rebose producto de lluvias intensas o de recambios de agua programados. El fondo deberá tener una ligera pendiente hacia el lado profundo, para que nos facilite el vaciado parcial o total.



*Figura 5: Los estanques deberán contar con un tubo de vaciado que permita drenar la mayor cantidad de agua en labores de cosecha y mantenimiento. Este tubo requiere instalarse en el extremo más profundo del estanque para permitir que el agua salga por gravedad. Un tapón seguro es necesario para evitar vaciados accidentales. Se recomienda la instalación de un segundo tubo (tubo de rebose), casi a ras de una de las paredes para ayudar en el llenado del estanque o (muy importante) drenar las aguas excedentes que pueden entrar debido a las lluvias intensas, comunes en las zonas costeras tropicales.*

- La ubicación de los estanques es preferible en lugares donde reciban la mayor insolación posible. Los estanques se orientan de Este – Oeste en su parte más larga para obtener el máximo aprovechamiento de las horas sol.

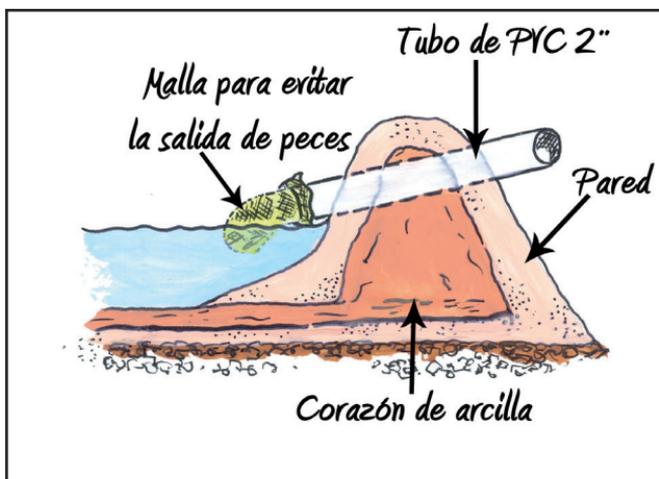


Figura 6: Detalle del tubo de llenado o rebose.

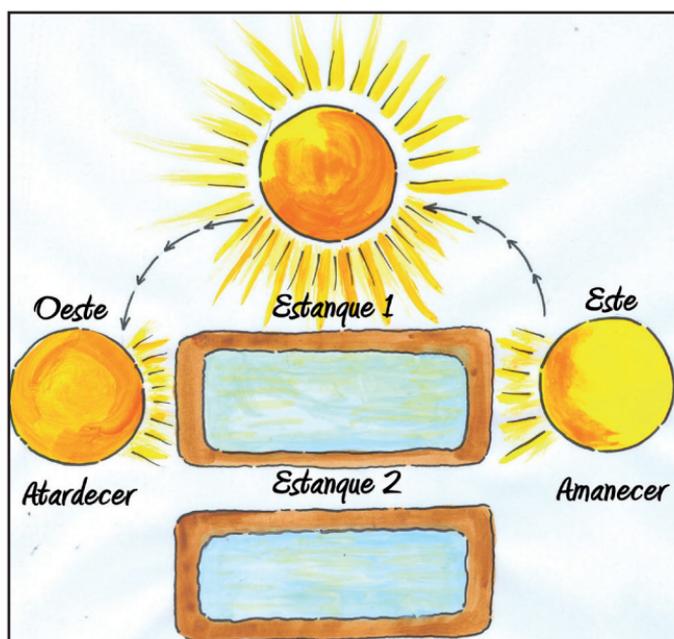


Figura 7: Los estanques deben orientarse de Este a Oeste, o sea, la parte más larga dirigida al lugar donde sale y se oculta el sol. Esto permite que los rayos incidan duramente más tiempo sobre el agua, lo que favorece la producción de "aguas verdes", esenciales para la alimentación de los peces.

- Al excavar hay que tratar que las paredes interiores no queden rectas sino ligeramente inclinadas, con ello se evitan roturas o derrumbes de los bordes con el transcurso del tiempo.
- A medida que excave, la tierra extraída se almacenará en los bordes, que es donde irán los terraplenes. Los terraplenes se deben sembrar de hierba para que duren más.

## Densidad de siembra y calidad de los peces \_\_\_\_\_

El sistema de producción de tilapia para autoconsumo requiere de densidades de siembra que pueden ir de 3 a 4 organismos por m<sup>2</sup>. Las anteriores densidades ubican este cultivo entre el sistema extensivo y el semiintensivo. Tal densidad permite minimizar los principales problemas asociados con los cultivos de mayores densidades. Las tilapias deben ser juveniles masculinizados de tilapia *Oreochromis niloticus* con un peso promedio de 50 g.

Aunque la mayoría de las granjas comerciales comienzan la engorda con animales con un peso de entre 4 y 10 g (alevines y crías), en este sistema de autoconsumo se ha elegido comenzar con animales juveniles. Lo anterior debido a que un pez juvenil es más resistente al manejo, a las condiciones adversas del medio y su capacidad de alimentación es más amplia. Estudios llevados a cabo en otros países (como India) han demostrado que la acuicultura rural de autoconsumo es exitosa cuando los cultivos familiares comienzan con peces juveniles y no alevines o crías, comenzando a realizar cosechas parciales para autoconsumo cuando los animales llegan a 100 g. Como dato importante se debe mencionar que la India es el país, que después de China, produce la mayor cantidad de tilapias a nivel mundial.

El crecimiento esta condicionado por varios factores: densidad de siembra, calidad de agua y calidad y cantidad de alimentación ofrecida. Las tilapias sembradas a una baja densidad (4 tilapias/m<sup>2</sup>), crecerán más rápido que a altas densidades (por ejemplo 100/m<sup>2</sup>). El crecimiento se retarda cuando la densidad de siembra es alta y la calidad del agua es pobre.

De igual manera cuando se alimenta con una ración incompleta el crecimiento disminuye a las altas densidades pues alimento natural no alcanza para abastecer la deficiencia nutricional de las raciones ofrecidas. Por lo tanto se considera que para una producción rural de autoconsumo se recomienda la de baja densidad, solo con alimento natural producido en los estanques, podrán crecer a tasas óptimas hasta que el alimento comience a ser el limitante del crecimiento. En el sistema de producción a pequeña escala que se presenta en este manual, se manejan bajas densidades, se cuida hasta lo posible la calidad del agua y no se limita la alimentación solo con base en la producción natural del estanque.

### **Adquisición, traslado y siembra de las tilapias**

---

La mejor forma de adquirir las crías de tilapia necesarias para comenzar y mantener el cultivo es acudir a la oficina de la SAGARPA más cercana o a la Delegación Municipal que le corresponda para solicitar información acerca de las granjas productoras que se encuentren cerca de la zona donde usted vive.

Ambas instituciones tienen la obligación legal y sobre todo moral de apoyarlo e incluso informarle de algunos apoyos gubernamentales a los que Usted pueda tener derecho. De igual manera la Universidad de Guadalajara puede ayudarlo en obtener esta información y en darle asesoría.



*Figura 8: El Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara posee la capacidad para asesorarlo en la producción de tilapia para autoconsumo.*

Una vez ubicada la granja productora de crías, será necesario que acuda a la misma para realizar la compra de los animales y transportarlos a sus estanques (los cuales deberán haber sido llenados con por lo menos dos semanas de antelación). Es probable que el productor le indique una fecha específica para poder surtirle los animales de la talla que se requieren. Es importante que pida solo animales machos que hayan sido producidos mediante hormonización en sus primeros días de vida. La mayoría de las granjas sólo producen tilapias de este tipo.

El productor de crías seleccionará los organismos con el peso acordado (50 gramos en promedio) y los pondrá en varias bolsas de plástico transparente con agua con oxígeno puro (el oxígeno se almacena en un cilindro de gas y con una manguera lo pasan al agua dentro la bolsa), esto permite que los peces tengan la capacidad de respirar sin problemas mientras son transportados.

Usted debe revisar bien que los peces que le entregan tengan buena coloración, no tengan heridas ni les falten escamas y que tengan una actitud vigorosa.

No acepte peces que nadan de lado, con colores opacos o de apariencia débil. Dado que el número de animales que se requieren para iniciar el cultivo (80 peces para el primer estanque) no es necesario un vehículo grande para el transporte. Muy importante es evitar la exposición al sol durante el transporte pues el agua puede calentarse y disminuir la capacidad de los peces de respirar. Es pues imprescindible asegurar que las bolsas con los animales vayan bajo sombra. El tiempo en que se demore en viajar desde la granja productora hasta sus estanques es importante para evitar que los animales se estresen, mientras menos tiempo demore el traslado mejor.



*Figura 9: El productor de crías de tilapia entrega los animales en bolsas plásticas con agua saturada de oxígeno.*

Una alternativa para disminuir el posible costo de la compra y traslado de los peces es reunir a varios interesados en este tipo de cultivo y organizarlos para que en un mismo viaje puedan adquirirse y trasladar los peces para todos ellos.

Para una siembra adecuada es necesario colocar las bolsas sin abrir en el agua en la orilla del estanque, esto se hace para que el agua donde vienen las tilapias comience a adquirir la temperatura del agua del estanque.



*Figura 10: Las bolsas se colocan sin abrir en la superficie del agua del estanque para que los animales vayan acostumbrándose a la temperatura del agua donde serán sembrados.*

Pasados unos minutos se van abriendo las bolsas y se agrega agua del estanque (con un vaso o trasto) dentro de la bolsa, para que los animales vayan acostumbrándose a la misma.



*Figura 11: Bolsas con tilapia recién recibidas para su siembra en el estanque.*



*Figura 12: Los animales deben demostrar vitalidad, no mostrar heridas ni coloración opaca.*

Una vez hecho esto, se gira la bolsa dejando la boca sumergida en el agua y se vacía con suavidad, evitando golpes y movimientos bruscos. Las tilapias salen de la bolsa y se dispersan en el estanque. Un buen indicador de que los animales se encuentran en un buen estado es no verlos boqueando o nadando de manera irregular en la superficie del agua.

## **Agua** \_\_\_\_\_

El agua es el medio donde se desarrollará el cultivo y por lo tanto debe contar con ciertas características que garanticen las condiciones óptimas de crecimiento y salud de los peces. Un principio básico en la crianza es evitar el empleo de cualquier fuente de contaminación, asegurar los indicadores mínimos de calidad y suficiente alimento natural.

## **Fertilización** \_\_\_\_\_

Los estanques son llenados dos semanas antes de la siembra de los peces. Lo anterior permite el desarrollo de plantas

y animales microscópicos (conocidos como fitoplancton y zooplancton) que complementarán la alimentación de los organismos. La fertilización de los mismos es deseable a través de agregar excrementos secos o húmedos (abono) de animales como vacas o pollos. El excremento de cerdo sólo deberá usarse en caso de que el estado sanitario de estos animales esté garantizado.

En ocasiones se utiliza el término fertilizante para los abonos químicos obtenidos en fábricas o laboratorios y el de abono para designar los residuales orgánicos y estiércoles de animales.

Cada tipo de abono tiene su forma particular de aplicación pero en general, se adicionan en días soleados y en varios puntos del estanque para que se distribuya fácilmente en el agua.

La cantidad de abono animal a agregar para la superficie (20 m<sup>2</sup>) mencionada es (aproximados):

***Tasas recomendadas de estiércol seco:***

- Estiércol seco, cerdo: 136 g/estanque/día.
- Gallinaza seca: 100 g/estanque/día.
- Estiércol seco, vaca: 200 g/estanque/día.
- Estiércol seco, cabra: 200 g/estanque/día.

***Tasas recomendadas de estiércol fresco:***

- Gallinaza: 1 kg/estanque/cada semana.
- Estiércol, cerdo: 1.5 kg/estanque/cada semana.
- Estiércol, vaca: 2 kg/estanque/cada semana.

Las cantidades anteriores son sugerencias de fertilización que pueden modificarse de acuerdo con la observación diaria. Para asegurar una buena productividad en estanques se recomienda la aplicación del abono dos semanas antes de iniciar el cultivo. El abono vegetal puede estar compuesto por diferentes tipos de vegetación, siempre marchitándolas previamente e incluso secas. La forma de adición es la siguiente:

- Se colocan mazos de 15 – 20 kg de hierbas cortados, marchitos o secos, en los alrededores del estanque hasta lograr su putrefacción y convertirlos en nutrientes. Entre 8 y 10 días se deben renovar del interior de los estanques.

- Se pueden apilar en un hueco o recipiente cerca del estanque y humedecerlos para que se marchiten. Después de la putrefacción, se incorporan al estanque en diferentes puntos, en bolsos de malla o sacos y se retirarán a los 4 – 5 días.

La fertilización se vuelve a realizar cuando no ha prendido bien, lo que se determina al valorar la coloración del agua.

También se puede lograr apilando el abono que como materia prima contará con hojas verdes putrefactas, desperdicios de cosechas, frutas podridas, cáscaras, restos de la cocina sin grasa que se mezclan con una capa superficial de suelo humedecida con agua para que la descomposición de la materia orgánica se logre con mayor rapidez.

## **Turbidez** \_\_\_\_\_

Directamente relacionada con la fertilización, la turbidez nos permite identificar el nivel de productividad primaria (fitoplancton y zooplancton) de los estanques.

La turbidez y el color constituyen buenos indicadores para conocer la calidad del agua y dependen de la cantidad de alimento natural que exista en el lugar y las partículas de arena, arcilla o fango que se encuentren suspendidas. Si tiene una tonalidad verdosa está indicando una abundancia de alimento natural, principalmente animales y plantas diminutas; si la tonalidad es café, es señal de una alta abundancia de partículas de fango o arcilla debido a una entrada no controlada de agua al

estanque, y si es verde intenso se pueden presentar problemas en el estanque.

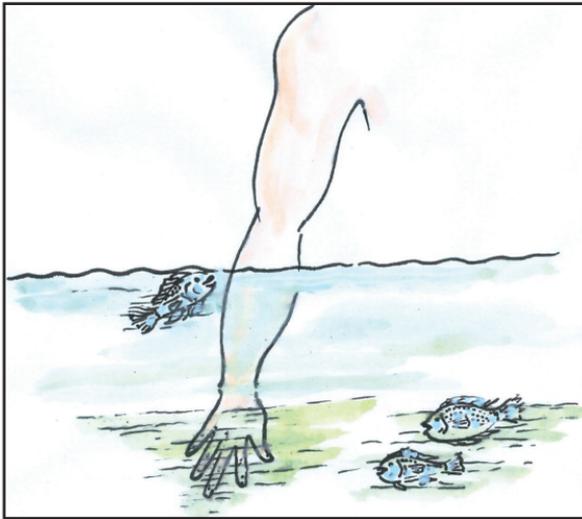
Para obtener la medida de turbidez se emplea el disco Secchi, instrumento estándar que permite medir la visibilidad relativa o la profundidad de la luz en el agua. el diámetro estándar de estos discos es de 20 cm. El disco se introduce en el estanque con la ayuda de un cordel, hasta una profundidad donde no es posible observar la diferencia entre los colores negro y blanco, se extrae el disco y se mide el cordel (el cordel puede tener marcas que determinen los centímetros de profundidad). Para sustituir este instrumento pueden usarse otros métodos, que si bien no serán tan exactos si ofrecen un dato cercano al real. Uno de estos es introducir la mano extendida con la palma hacia abajo, sumergiéndola hasta que se dejen de observar con claridad los dedos y se marca la profundidad en el antebrazo.



*Figura 13: Disco de Secchi, usado en los cultivos para determinar la turbidez del agua.*

Si los valores que se obtienen son por debajo de 30 cm (medidos en el cordel o en el antebrazo) indican niveles de alta turbidez. En estos casos las coloraciones del agua pueden variar

entre verde oscuro o amarillo verdoso. Bajo estas condiciones existe un alto riesgo de que se produzcan bajas de los niveles de oxígeno e incrementos peligrosos del dióxido de carbono. Mientras que valores por arriba de 30 cm indican niveles de turbidez o productividad baja, el agua puede tornarse totalmente transparente, y al igual que en el caso anterior puede presentar bajas en los niveles de oxígeno disuelto. Este problema puede controlarse provocando un aumento en la turbidez mediante la adición de más abono.



*Figura 14: Método alternativo para determinar la turbidez del agua usando el antebrazo.*

Los riesgos de una alta turbidez es la generación de una gran cantidad de algas microscópicas (bloom), las cuales al morir provocan que el agua adquiera una tonalidad café y mal olor. Esto representa una condición de alto riesgo para los peces y puede ocasionar la muerte masiva de los mismos. La solución es hacer recambios de agua hasta que adquiera de nuevo un color verde claro. Las ventajas del sistema propuesto en este manual es que el tiempo de cultivo es relativamente corto (máximo 40 días) por lo que la posibilidad de que se presenten este tipo de problemas es reducida.

El oxígeno es un gas que disuelto en el agua de cultivo resulta indispensable para la supervivencia de los peces. Muchos de los problemas dentro de un estanque están relacionados con los niveles del mismo. Aún y cuando para una producción rural de autoconsumo es difícil considerar la posibilidad de medir estos niveles (el aparato para medir el oxígeno disuelto se llama oxímetro y su precio es alto) hay algunas evidencias y observaciones que nos permiten deducir si sus concentraciones son las adecuadas en los estanques.

La concentración ideal para un buen crecimiento se encuentra entre 2 a 5 mg/l de oxígeno disuelto. No se recomienda mantener plantas acuáticas superficiales en los mismos estanques, ya que ellas impiden la entrada de oxígeno de la atmósfera, por efecto de los vientos. Las tilapias, al igual que todos los peces de cultivo, cuando son sometidas a condiciones de bajo nivel de oxígeno presentan un crecimiento menor al normal, son más susceptibles a contraer enfermedades e incluso pueden morir.

Es conocido que las tilapias pueden extraer oxígeno del aire de la superficie del estanque cuando este gas está en niveles muy bajos en el agua de cultivo. Este fenómeno se conoce como “boqueo” y es cuando se observa a los peces en la superficie con un comportamiento similar al de tragar alimento. Otro síntoma de la falta de oxígeno es el nado de lado y el agrupamiento de los animales en la entrada de agua fresca.

### ***Entre los métodos más sencillos para oxigenar el agua están:***

- Golpear el agua con ramas o palos para provocar su circulación. Esta acción se realiza desde el borde de los estanques.
- Si el estanque es pequeño se puede sacar agua con un cubo y llenarlo nuevamente desde determinada altura

para provocar determinada oxigenación y velando no remover mucho el fondo.

- Se puede circular agua, preferentemente desde el fondo, si el sistema de entrada y salida de agua está bien construido y se cuente con una buena fuente de abasto.
- Disminuir el nivel del agua del estanque y reponer con agua fresca, sobretodo durante la noche que es cuando mayores disminuciones de oxígeno se registran. Agregar el agua con una manguera tratando de que el chorro caiga en el estanque desde una altura de un metro. Esto permitirá, además de la entrada de agua nueva, que se produzca el movimiento de la superficie del agua de cultivo y su mayor oxigenación. Si los problemas de oxigenación no son graves este proceso deberá solucionarlos.

***Factores que pueden disminuir el nivel de oxígeno en el sistema de producción propuesto.***

- Nubosidad: en días opacos o nublados las algas no producen el suficiente oxígeno.
- Alimento no consumido.
- Heces.
- Peces muertos.
- Respiración de del fitoplancton y zooplancton (organismos microscópicos vegetales y animales que conforman la productividad primaria).
- Aumento de sólidos en suspensión: residuos de sedimentos en el agua, heces, etc.

La densidad de siembra, aún y cuando se menciona como uno de los factores principales de la disminución de este gas en el agua (mayor número de animales consumen mayor cantidad de oxígeno) no debe ser el caso en el sistema propuesto en este manual. Lo anterior debido a que la densidad de siembra es baja.

Consecuencias de una disminución prolongada del oxígeno en el agua.

- Disminución del apetito y adormecimiento.
- Puede ocasionar daño a nivel de branquias.
- Disminuye la tasa de crecimiento del animal.
- Aumenta la conversión alimenticia (se requiere más alimento para incrementar el peso del animal)
- Aumenta el riesgo de aparición de enfermedades.

## **Temperatura** \_\_\_\_\_

Los cambios de temperatura del agua afectan la respiración, el crecimiento y la reproducción de los peces. Determina además, la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, pues las concentraciones de este elemento son menores cuando las temperaturas son altas..

La tilapia al igual que todos los peces son animales cuya temperatura corporal depende de la temperatura del medio y por lo tanto sensibles a los cambios de la temperatura. El rango óptimo para el cultivo de tilapias fluctúa entre 27°C y 32°C. Por encima de los 32°C o por debajo de los 27°C su apetito se reduce junto con su crecimiento y por debajo de los 20°C, prácticamente se detiene. Temperaturas dentro de la franja

comprendida entre los 8 y 10°C son generalmente letales. A temperaturas por encima de 38°C el estrés térmico también suele causar mortalidades altas.

La costa del Estado de Jalisco posee temperaturas que la ubican como zona tropical con temperaturas medias anuales que van desde los 22 a los 28 °C, con máximas de 33 °C y mínimas de 17 °C. Estos rangos permiten desarrollar cultivos de tilapia en al menos ocho meses del año, con temperaturas óptimas para el crecimiento de los peces, privilegio que no comparten otras zonas del Estado.

En ese sentido los mayores problemas relacionados con la temperatura del sistema propuesto en este manual serían las temperaturas elevadas, antes que las bajas (en el entendido de que se debe evitar llevar a cabo cultivos en la estación invernal). El registro periódico de temperatura de los estanques se lleva a cabo con la ayuda de un termómetro. Para el caso del sistema propuesto en este manual se recomienda la utilización de termómetros usados para medir la temperatura ambiental, estos son de bajo costo y por lo tanto pueden ser adquiridos con facilidad en algunas tiendas. Si se registran temperaturas en el agua de los estanques de producción que rebasen el nivel crítico de 38 °C la única alternativa es reducir el nivel del agua del mismo y agregar agua fresca. Sin embargo, cabe mencionar que la experiencia de los autores del presente manual indica que rebasar tal temperatura crítica en los estanques indicados es poco probable.

## **pH y amoníaco** \_\_\_\_\_

El pH es un parámetro que permite conocer que tan ácida o alcalina es el agua de cultivo y el amoníaco es un producto que se forma por la orina de los peces y la descomposición de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido, es un compuesto tóxico bajo ciertas condiciones. Debido

a que la medición e interpretación de ambos no es sencilla, para los fines del sistema propuesto resulta irrelevante. Solo es necesario saber que la tilapia se desarrolla mejor en aguas que tiendan a la neutralidad (o sea ni ácidas ni alcalinas). En la escala en que se mide el pH (que es de 1 a 14), el pH neutro corresponde al 7, mientras que de 6 a 1 se consideran aguas ácidas y de 8 a 14 se consideran aguas alcalinas. Según la fuente de agua, así será su pH, considerándose como óptimo el comprendido entre 6.5 y 8.5, la máxima acidez tolerada por las tilapias es de pH 6.5, a pH 3.0 hay mortalidad masiva, mientras que la máxima alcalinidad que está reportada para un cultivo sano es de pH 8.5, aunque experiencias personales de los autores, trabajando en este sistema de cultivo, sugieren que incluso a pH de 10.0 la tilapia se desarrolla sin aparentes problemas.

El pH y el amoníaco están fuertemente relacionados como factores que unidos pueden ser potencialmente peligrosos para el cultivo. La toxicidad del amoníaco aumenta con una baja concentración de oxígeno, un pH alto (alcalino) y una temperatura alta. En pH bajos (ácidos) no causa mortandades. En concentraciones no letales afecta la respuesta en crecimiento de los peces e influye sobre la incidencia de enfermedades. La concentración del amoníaco se eleva durante el cultivo. Dadas las condiciones de baja densidad establecidas en el sistema propuesto, y al bajo tiempo de permanencia de los peces en los estanques, es también poco probable que haya problemas asociados con pH y/o amoníaco.

## **Alimentación**

---

Como ya se ha mencionado con anterioridad, la alimentación de las tilapias a nivel extensivo se basa exclusivamente de la productividad natural proveniente de la fertilización de los estanques o reservorios. Sin embargo la alimentación suplementaria es esencial cuando se busca un crecimiento más

rápido. El sistema propuesto en este manual involucra ambas. En esta sección se aborda la alimentación de juveniles de tilapia masculinizados con un peso promedio de 50 g, para ser llevados a un peso promedio final de 180 g. Si bien esta talla es apenas comercializable, la intención de este manual no es la engorda y comercialización sino solo la producción de alimentos para autoconsumo, de manera rápida y a bajo costo.

La tilapia es un pez omnívoro, esto quiere decir que se alimenta prácticamente de cualquier alimento que tenga disponible, esto incluye plantas, algas microscópicas (fitoplancton), insectos, restos de otros peces, animales microscópicos (zooplancton) y otros organismos que se desarrollan en el fondo del estanque, semillas de diversos cereales (molidas), etc.

El manejo propuesto en la sección de fertilización asegura que la productividad del estanque sea la adecuada para que los peces sustenten parte de su alimentación en la misma. Sin embargo para poder alcanzar el tamaño deseado en el lapso de 40 días máximo, será necesario incrementar esta alimentación con alimentos completos o semicompletos.

### **Adición de alimentos completos (balanceados)** \_\_\_\_\_

Gracias a los muchos estudios realizados con esta especie, se han determinado tablas de alimentación con las cuales se calcula la cantidad de alimento balanceado a ofrecer de acuerdo con el peso total de los peces dentro del estanque.

Hay algunas consideraciones importantes que hay que tener en cuenta con relación a los alimentos completos o comerciales.

- El alimento puede representar entre el 50 y 60% de los costos de producción.

- Un alimento mal manejado se convierte en un fertilizante caro.
- El manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar deben ser controlados y evaluados periódicamente para evitar los costos excesivos

El nivel de proteína en los alimentos comerciales es generalmente el parámetro más importante a tomar en cuenta en la alimentación de los diferentes estadios de las tilapias. Para cada estadio de desarrollo hay niveles de proteína que permiten al pez desarrollarse al máximo. A medida que el pez crece, el porcentaje de proteína en los alimentos balanceados tiende a disminuir.



*Figura 15: Alimento (flotante) balanceado comercial, para tilapias.*

Los requerimientos de proteína para las tilapias, de acuerdo con su peso son los siguientes:

<b>Rango de peso (gramos)</b>	<b>Nivel óptimo de proteína (%)</b>
<b>Larva a 0.5</b>	<b>40-45%</b>
<b>0.5 a 9</b>	<b>40-35%</b>
<b>9 a 30</b>	<b>30-35%</b>
<b>30 a 250</b>	<b>30-35%</b>
<b>250 a talla de mercado</b>	<b>25-30%</b>

Según la tabla anterior, en el cultivo de autoconsumo se tendrá que agregar alimento balanceado con un porcentaje de proteína del 30 al 35%. Lo anterior considerando que nuestra meta es llevar animales de 50 a 180 g, por lo que este rango queda comprendido dentro del área marcada con amarillo. El tamaño del alimento es también importante, para las tallas de tilapia requeridas el diámetro debe ser de 2 mm.



*Figura 16: Tilapia alimentándose con alimento balanceado comercial. El alimento comercial flota y esto permite observar su consumo. La observación de la conducta alimenticia de los peces, permite determinar casi siempre, el estado de salud de los mismos.*

La cantidad de alimento a ofrecer es de igual forma cuestión importante. La siguiente tabla muestra el volumen de alimento diario (en porcentaje del peso total de organismos dentro del estanque) que se debe agregar al estanque. En amarillo se marca los rangos de peso que nos interesan.

<b>Edad (semanas)</b>	<b>Peso promedio (gramos)</b>	<b>Alimento diario (% de peso)</b>
0	1	15
1	3	10
2	5	8
3	7	5.8
4	10	5.7
5	13	5.5
6	17	5.1
7	22	5.1
8	29	5.0
9	37	4.5
10	46	4.3
11	56	4.2
12	69	4.1
13	83	4.0
14	100	4.0
15	120	3.5
16	140	3.4
17	162	3.2
18	184	2.9
19	207	2.8
20	231	2.6
21	256	2.4
22	282	2.3
23	309	2.2
24	337	2.1
25	355	1.9
26	393	1.8
27	422	1.7

El cálculo para determinar la cantidad de alimento balanceado inicial a agregar a cada estanque es muy sencillo:

Partiendo de que se tienen animales con un peso de 50 g, con una densidad de siembra de 4 animales por metro cuadrado, tenemos que en cada estanque habrá 80 tilapias de 50 g o 4 kilogramos totales de tilapia. De acuerdo con la tabla de alimentación, para un peso de 46 g, se debe ofrecer el 4.3% de alimento. Para simplificar consideramos solo un 4%. Para cuatro kilos de tilapia se deben ofrecer diariamente 160 g de alimento balanceado con un porcentaje de proteína del 30%.

A la mitad del tiempo de cultivo, 20 días, el porcentaje de alimento debe reducirse del 4 al 3%. Si consideramos que los organismos crecerán en 40 días de 50 a 180 g, o sea incrementarían su peso 130 g, a la mitad del tiempo de engorda estos tendrán un peso de 115 g. Entonces para 80 tilapias de 115 gramos tendremos en el estanque un total de 9.2 Kg. De este peso consideramos el 3% y obtenemos que se deben agregar 276 g diarios de alimento balanceado (con 30% de proteína) hasta la cosecha.

La siguiente tabla resume estos cálculos:

<b>Peso Promedio (gramos)</b>	<b>Alimento diario (% de peso)</b>	<b>Cantidad diaria a agregar en el estanque (gramos)</b>	<b>Días de cultivo</b>
<b>50-115</b>	<b>4</b>	<b>160</b>	<b>20</b>
<b>115-180</b>	<b>3</b>	<b>276</b>	<b>20</b>

El total de alimento por estanque en un ciclo de 40 días es de:

160 g/ 20 días= 3200 g (3.2 Kg)

276 g/ 20 días= 5520 g (5.5 Kg)

Total del ciclo por estanque= 8720 g (8.7 Kg)

El sistema requiere dos estanques para sincronizar la producción, por lo tanto el consumo total sería de 17.5 Kg.

Los alimentos balanceados para tilapia son fabricados por diversas compañías productoras de alimentos para animales, sin embargo, a pesar de las diferencias en sus formulaciones, siempre mantienen porcentajes de proteína similares pues son los que demandan las granjas productoras. La elección del alimento balanceado comercial deberá hacerse de acuerdo al precio por kilogramo que ofrezca el distribuidor y, por supuesto, la calidad del alimento ofrecido.

La técnica de alimentación es también importante, para el caso de los pequeños estanques de este sistema se recomienda la alimentación periférica, que se realiza agregando el alimento en toda la orilla del estanque, esto evita que debido a los instintos territoriales que las tilapias comienzan a adquirir cuando crecen, algunos animales no logren acercarse al alimento.

Con relación al número de veces que hay que alimentar al día (frecuencia de alimentación), las compañías productoras de alimentos recomiendan fraccionar la cantidad total de alimento a ofrecer y realizar varias alimentaciones durante el día. Para los rangos que se sugieren en este manual (de 50 a 180 g) se deberían realizar entre cuatro y seis alimentaciones diarias.

Sin embargo la experiencia de los autores con este sistema de producción propuesto, sugiere la posibilidad de agregar el alimento en una sola toma durante el día sin efectos negativos en el crecimiento.

El horario sugerido para esta única alimentación son las horas el día en que la temperatura del agua se encuentre más elevada, pues es bajo estas condiciones de temperatura que las tilapias se encuentran más aptas para asimilar el alimento y que en la experiencia de los autores es entre la una (13:00) y las cuatro (16:00) de la tarde.

## Almacenamiento del alimento

---

El alimento balanceado ha de ser utilizado como alimentación suplementaria debe de ser almacenado bajo ciertas condiciones para garantizar la protección de sus cualidades nutritivas. El alimento mal almacenado puede ser factor de deficiente crecimiento y aparición de enfermedades en los peces de cultivo.



*Figura 17: Presentación comercial de alimento para tilapia en sacos de 25 kg.*

***Los requerimientos básicos para cuidar la calidad de los alimentos concentrados son:***

- Evitar las temperaturas altas y la humedad.
- Nunca mantener en contacto directo con el piso.
- Colocar en lugares ventilados.
- Proteger contra insectos y roedores.
- Siempre utilizar alimento fresco o sea almacenar por periodos cortos.

## **Adición de alimentos semicompletos (residuos domésticos o alimentos balanceados no específicos)**

---

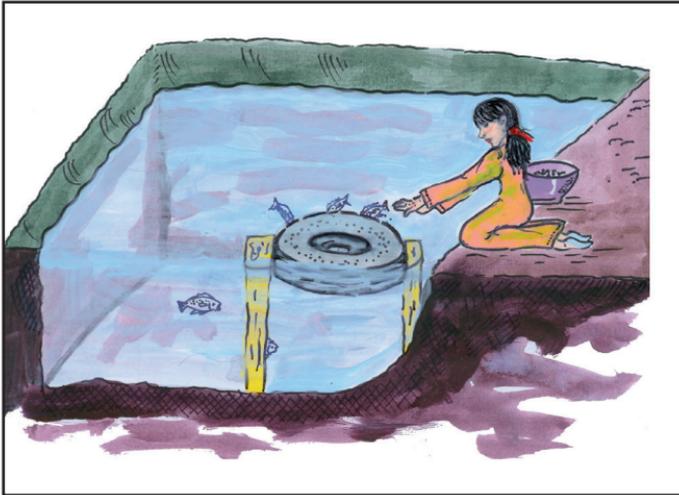
La nutrición de organismos en cultivos acuícolas rurales de pequeña escala puede considerar la utilización de residuos domésticos generados en la cocina familiar. Los autores de este manual no tienen resultados concluyentes con este tipo de alimentación y no pueden sugerir métodos de rutina pues la cantidad y calidad de alimentos que cada familia puede utilizar en su alimentación es muy diversa y está directamente influenciada por la capacidad económica y costumbres alimenticias. En el caso de los alimentos balanceados para otras especies animales (aves, cerdos, etc.), estos no poseen las formulaciones idóneas para sustentar una salud y crecimiento máximo del pez, lo que puede ocasionar deficiencias en el crecimiento y por lo tanto retardos en alcanzar las tallas esperadas.

Sin embargo estas alternativas son viables y su efectividad deberá ser evaluada por los mismos productores rurales con base en sus observaciones personales.

Hay algunas condiciones que este tipo de alimentación suplementaria debe considerar:

Dado que la tilapia tiene una boca pequeña, los residuos de cocina a ofrecer deben ser molidos o picados antes de agregarlos al estanque, lo cual facilitará su consumo por parte del animal. Si en la cocina hay disponibilidad de masa de maíz, es posible considerar mezclar los residuos de la cocina con la masa y formar pequeñas bolitas o pelotitas. Para lo anterior es necesario que los residuos sean molidos de manera muy fina, lo que permite una mejor mezcla. Estas pelotas se colocan en plataformas sumergidas en el agua del estanque (las estructuras pueden ser de llantas y tubos de PVC cortados por la mitad y sujetos con postes en el fondo del estanque). Las pelotas se colocan en las estructuras para que los peces puedan tener

acceso a ellas. De esta forma el productor puede observar si hay o no consumo del mismo y retirar los sobrantes.



*Figura 18: Los alimentos fabricados con residuos de la cocina, se pueden ofrecer a los peces en forma de bolitas, y colocados en una llanta de carro cortada por la mitad fijada al fondo del estanque con unos postes.*

Otra alternativa que no requiere de la utilización de masa es moler los ingredientes por separado. Mezclar bien los desperdicios durante 10–15 minutos, agregar agua poco a poco hasta lograr una masa fuerte y compacta que no se desintegre. Una vez mezclados todos los ingredientes, hacer las bolas para suministrárselo a los animales o pasar por una moledora de carne y poner los churritos a secar al sol.

Los granos enteros de maíz, sorgo, soya, etc., deben ser secados al sol para deshidratarlos y evitar problemas con la humedad. En el caso de los granos de soya nunca agregarse crudos debido a la presencia de algunas sustancias tóxicas. El tostado de la soya elimina su toxicidad y la transforma en un alimento de excelente calidad.

En el caso de alimentos concentrados formulados para otros animales se recomiendan humedecerlos y formar también pequeñas pelotas con los mismos.

## **IV      SINCRONIZACIÓN DE LOS ESTANQUES PARA UNA PRODUCCIÓN CONTÍNUA**

COMO SE MENCIONÓ CON ANTERIORIDAD este sistema involucra dos estanques de cultivo (Estanque 1 y Estanque 2). El manejo de los mismos está dirigido a garantizar una producción casi constante de pescado. Para lograr esto es necesario llevar a cabo lo siguiente (ver gráfica de sincronización de estanques):

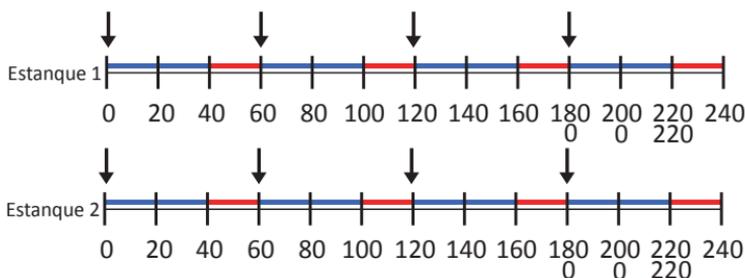
El Estanque 1 se siembra de acuerdo con lo anteriormente citado (80 juveniles de tilapia de 50 g). El cultivo se lleva a cabo de acuerdo con el manejo mencionado antes.

En el día 20 de cultivo del Estanque 1, se siembra el Estanque 2 de acuerdo con las mismas condiciones. Los cultivos se llevan a cabo de manera normal.

El día 40 de cultivo se comienza a cosechar el Estanque 1 de acuerdo con las necesidades de la familia para autoconsumo. Al día 40 el peso promedio de los peces debe rondar los 180 gramos. La cosecha puede hacerse de manera total, o sea drenando el estanque y cosechando la totalidad de los peces, o bien se pueden hacer cosechas parciales utilizando una red o atarraya. Para hacer una cosecha total se debe garantizar la posibilidad de conservar el producto, ya sea a través de congelación o bien con técnicas de conservación como el secado o ahumado del pescado. Mientras tanto el Estanque 2 continúa el cultivo de manera normal.

Una vez realizada la cosecha de todos los organismos y drenada el agua, el Estanque 1 deberá ser llenado de nuevo (esta operación deberá ser en el mismo lapso de 20 días y posterior a la cosecha). Resulta conveniente no drenar completamente el agua para usar el remanente como inóculo para fomentar la productividad primaria. El Estanque 1 vuelve a ser sembrado

con juveniles de tilapia, es en ese momento que los peces del Estanque 2 están listos para ser cosechados, ese mismo estanque es parcialmente drenado, llenado y vuelto a sembrar a los 20 días. Este ciclo se continúa hasta que el clima permita asegurar temperaturas del agua convenientes para un cultivo exitoso (que en la costa de Jalisco puede ser desde mediados marzo hasta mediados de noviembre).



*Gráfica de sincronización de estanques.*

*Manejo de los estanques para una producción sincronizada de tilapia.*

- Las flechas indican el momento de la siembra de juveniles de tilapia (cada 60 días).
- Las barras azules muestran el periodo de cultivo (40 días).
- Las barras rojas indican los días de cosecha y manejo de los estanques para comenzar un nuevo ciclo (20 días).

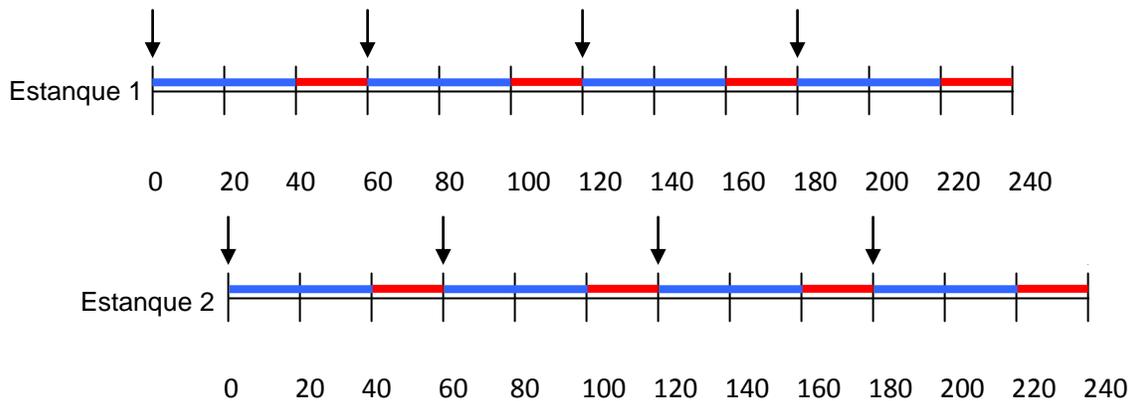
## Cosecha

Existen varias formas de cosechar el estanque: sin vaciarlo, con vaciamiento parcial o total.

*Cosecha sin vaciar:* se recurre a esta modalidad de pesca, cuando no tenemos suficiente agua para llenar el estanque nuevamente y sólo queremos sacar los peces más grandes. Se puede utilizar un chinchorro con una malla, que permita capturar los peces mayores y dejar en el agua los más pequeños,

## FE DE ERRATAS

ESTA GRÁFICA SUSTITUYE A LA DE LA PÁGINA ANTERIOR QUE NO ES CORRECTA



Gráfica de sincronización de estanques.

Manejo de los estanques para una producción sincronizada de tilapia.

- Las flechas indican el momento de la siembra de juveniles de tilapia (cada 60 días).
- Las barras azules muestran el periodo de cultivo (40 días)
- Las barras rojas indican los días de cosecha y manejo de los estanques para comenzar un nuevo ciclo (20 días)

si se emplea una atarraya o nasa se devuelven al agua los peces más pequeños. Este último método se emplea mientras se alimentan a los peces, para lograr una mayor concentración en el sitio de captura.



*Figura 19: Cosecha de tilapias utilizando una atarraya. Se utiliza cuando no es posible vaciar totalmente el estanque.*

**Cosecha parcial:** hay que considerar que no todos los peces tienen la talla deseada y debemos disponer de agua para reponer una parte del estanque. Se vacía el estanque hasta la mitad, se hace la captura de los peces con la talla deseada, se devuelven al medio el resto y se comienza a reponer el nivel de agua.

*Cosecha total:* se realiza cuando se dispone de agua suficiente. Se garantiza la pesca de todos los animales y la limpieza del fondo del estanque. A medida que vaya bajando el nivel del agua, se puede emplear la atarraya, redes o jamos (redes de cuchara) para pescar los peces y colocarlos en los recipientes que deben tenerse preparados cerca del estanque.

Conserve la cosecha limpiando los peces con agua limpia. Si el consumo demora consérvelos en hielo o en refrigeración.



*Figura 20: Cosecha de tilapia con red de cuchara o jamo. Se utiliza cuando sí es posible vaciar la mayor parte del agua del estanque.*

## **Producción** \_\_\_\_\_

El rendimiento por estanque, considerando un 97% de supervivencia de los animales, es de 14 kg por cosecha (77 tilapias de 180 g promedio cada una), en cuatro cosechas anuales es de 56 kg. Si se calcula la producción de ambos estanques se obtienen anualmente 112 kg de pescado fresco.

## V ENFERMEDADES

EN ESTE MANUAL SE CONSIDERA la engorda de tilapia a bajas densidades de siembra y un tiempo corto de permanencia en el estanque, lo que evita muchas de las enfermedades que generalmente se presentan en cultivos comerciales, donde los peces se mantienen a altas densidades durante periodos prolongados. Sin embargo es importante que el piscicultor familiar conozca las principales enfermedades que en un momento dado pudieran afectar a sus animales.

Para saber si nuestros peces están enfermos, debemos conocer su comportamiento normal. Es esencial la observación diaria de nuestro cultivo. Durante el manejo las enfermedades pueden ser contagiosas y no contagiosas.

En el primer grupo están las enfermedades producidas por virus, hongos y bacterias. Las enfermedades parasitarias también resultan significativas en la crianza de los peces. Otras no contagiosas se relacionan generalmente con las alteraciones del medio y la mala nutrición.

Algunos síntomas del comportamiento anormal de los peces y sus posibles orígenes se presentan a continuación:

<b>Síntomas</b>	<b>Origen</b>
<b>Respiran con dificultad, se trasladan en grupo a la fuente de entrada de agua o boquean en la superficie</b>	<b>Mala calidad de agua por falta de oxígeno o enfermedades branquiales (de las agallas).</b>
<b>Sin apetito, aislados</b>	<b>Enfermedades originadas casi por cualquier motivo</b>

<b>Se rascan contra el fondo, las piedras o paredes del estanque de forma continuada</b>	<b>Enfermedades producidas por parásitos externos</b>
<b>Nada en forma de espiral</b>	<b>Intoxicaciones, virus o bacterias específicas</b>
<b>Saltar el agua, flotar arriba</b>	<b>Bajo contenido de oxígeno, intoxicaciones</b>
<b>Convulsiones</b>	<b>Enfermedades por intoxicaciones</b>
<b>Cambios de coloración, colores pálidos, pérdida de vitalidad, peso y ojos hundidos</b>	<b>Enfermedades por una mala nutrición</b>
<b>Burbujas de aire en el cuerpo</b>	<b>Exceso de oxígeno en el estanque</b>

En el caso de las enfermedades virales no hay solución en el cultivo, cuando se tenga su confirmación diagnóstica, hay que pescar todo el estanque, incinerar los peces y desinfectarlo.

Las bacterias que afectan a los peces son organismos que viven en el agua, en los intestinos, la piel y las branquias. Cuando las condiciones son inadecuadas para la crianza, las bacterias aumentan su número, invaden los tejidos y órganos de los animales y provocan enfermedades.

Las enfermedades producidas por hongos afectan la conducta de los peces. Con frecuencia se observan fácilmente por la forma de algodón en que aparecen sobre el cuerpo del animal. Generalmente se asocian a heridas en la piel, mala manipulación del agua y los alimentos así como condiciones inadecuadas para la crianza.

Las enfermedades parasitarias se pueden apreciar tanto en el exterior como en el interior de los animales. En el primer caso

los parásitos se localizan en la piel, los ojos, las branquias y aletas, mientras que en el segundo, los sitios más frecuentes son los órganos de los diferentes sistemas. En este grupo de enfermedades se destacan la protozoarias, producidas por microorganismos unicelulares, los protozoos, que generalmente forman colonias o agrupaciones y por ello se observan a simple vista con coloraciones de contraste, o con aspectos de grumos y secreciones, que ocasionan cambios en la conducta de los peces y en especial prurito. Es frecuente ver los peces rascándose en el piso o en las paredes del estanque.

Los gusanos y parásitos planos se encuentran fácilmente en los cultivos y en los ambientes naturales. Se presentan con abundante moco en la piel y son capaces de producir llagas, quistes, aletas deshilachadas, destrucción de las branquias, intranquilidad, búsqueda de la fuente de agua y pérdida de apetito.

Existen pequeños animalitos beneficiosos en las aguas que forman parte del alimento natural de los peces pero también hay otros que son dañinos, parasitan y permiten de forma secundaria, el desarrollo de las enfermedades producidas por hongos, bacterias y virus.

En las enfermedades que se relacionan con alteraciones del medio donde se desarrollan los animales, se encuentran las alteraciones de los niveles de oxigenación por un manejo inadecuado del agua, aumento de la densidad de peces y la alimentación. La asfixia se manifiesta por una disminución de oxígeno en el organismo o cuando existe una falta total de oxígeno. También se produce por exceso de gases en el agua, como en la llamada “enfermedad de la burbujas”.

Otras enfermedades se desarrollan por un mal manejo del cultivo, tanto del alimento como de la manipulación y suministro del agua.

## Prevención

---

La prevención de las enfermedades se realiza mediante un adecuado manejo del cultivo tomando todas las medidas para lograr una adecuada preparación de los estanques, buena siembra, calidad del alimento y la manera de suministrarlos. Si se consideran estas medidas, no se deben presentar problemas en el ciclo productivo y se obtendrán resultados satisfactorios.

## VI CONSERVACIÓN DE LAS TILAPIAS

COMO ES POSIBLE OBSERVAR en la gráfica del cultivo sincronizado, las cosechas se suceden una atrás de la otra durante 40 días en cuatro ocasiones al año. Debido a esto es probable que se requiera realizar la conservación del pescado cosechado para su posterior consumo.

El tiempo durante el cual el pescado puede ser apto para el consumo humano después de la cosecha varía, entre otros factores, según la especie, época del año, temperatura ambiente y el tamaño.

La conservación y preservación del pescado constituye un aspecto de gran importancia, ya que conlleva al retardo o eliminación de los procesos de deterioro. Para evitarlo existen métodos sencillos y prácticos que prolongan la conservación, los llamados curados, que incluye al salado, seco-salado, ahumado y encurtidos. También se pueden obtener productos por métodos fermentativos como la salsa de pescado para la alimentación humana y los ensilados para la alimentación animal. Estos métodos de conservación son baratos y se adaptan bien a los climas tropicales cálidos.

Las técnicas de conservación más adecuadas incluyen el congelado, el secado al sol y el ahumado.

### Conservación por medio del frío \_\_\_\_\_

Tan pronto como el pez muere, comienza su descomposición. Existen tres acciones importantes para prevenir una descomposición rápida del pescado: el cuidado, la limpieza y su enfriamiento.

*Cuidado:* es esencial durante la manipulación. Los golpes innecesarios facilitan el deterioro de la carne y la proliferación de bacterias causantes de la putrefacción.

*Limpieza:* es importante porque el eviscerado y el lavado del pescado eliminan importantes fuentes naturales de bacterias.

*Enfriamiento:* es lo más importante, ya que la velocidad con que se desarrollan las bacterias depende de la temperatura. Si la temperatura es baja, la acción bacteriana se detiene totalmente; por ejemplo el pescado que se guarda a temperaturas de  $-30^{\circ}\text{C}$  permanece comestible durante periodos de tiempo muy largos y las otras formas de putrefacción avanzan con mucha lentitud. A una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  aún pueden seguir proliferando algunas bacterias, pero a un ritmo muy lento, mientras que a temperaturas superiores el pescado se deteriora más rápidamente.

El pescado conservado a  $0^{\circ}\text{C}$  de temperatura tendrá una durabilidad de 15 días, 6 días a  $5^{\circ}\text{C}$  y sólo tres días a  $15^{\circ}\text{C}$ . El método más eficaz para alcanzar y mantener temperaturas bajas es con la utilización de hielo abundante.

Un refrigerador normal de uso doméstico, posee en el área del congelador una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ , por lo tanto el pescado limpio congelado puede conservarse durante algunos meses. En el espacio de refrigeración del mismo equipo se alcanza una temperatura de  $-4^{\circ}\text{C}$ , por lo que el pescado almacenado ahí debe consumirse rápidamente.

## **Salado y secado** \_\_\_\_\_

Existen dos maneras fundamentales de preparar el pescado que se va a salar: el fileteado y el corte mariposa. El corte mariposa: consiste en cortar el pescado por la región ventral, a todo lo largo desde el cuello hasta la aleta caudal, quedando unido por la espina dorsal.

### ***Técnica:***

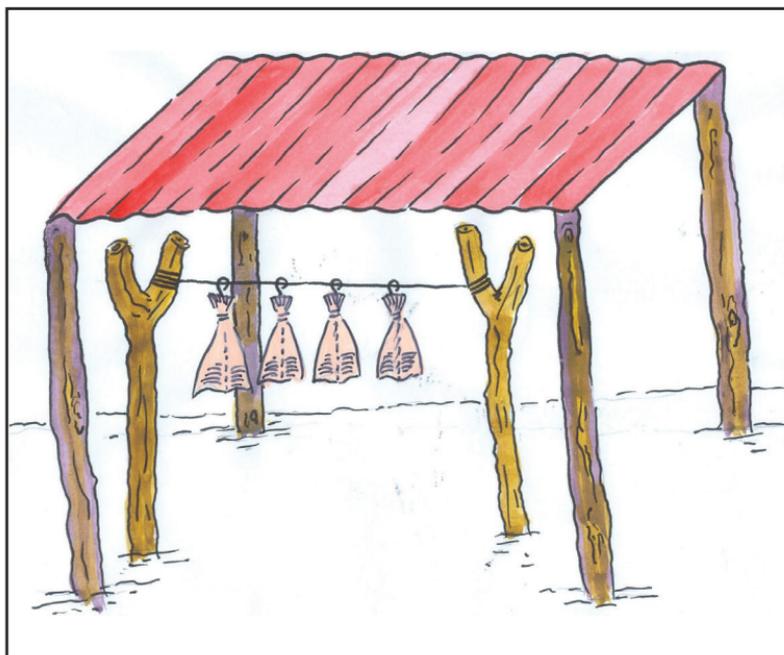
Se pone una capa de sal en un recipiente con orificios en la parte inferior para el drenado, se coloca el pescado abierto o en tiras con la piel hacia abajo, se cubre con otra capa de sal y otra de pescado y a partir de la segunda capa se colocan con la piel hacia arriba, así sucesivamente hasta llenar el recipiente.

La última se debe cubrir con una capa más gruesa de sal y el recipiente a su vez, con una lona o manta. Así permanecerá por 2 ó 3 días, en dependencia del clima. Más adelante se cambian los pescados de posición, los de arriba pasarán abajo y viceversa, permaneciendo así 2 ó 3 días más.

Para elaborar pescado seco-salado se utiliza materia prima sometida a proceso de salado en pila seca. Para comprobar que la carne ha madurado, no debe escurrir líquido, al tocarla no se debe sentir pegajosa y desaparece rápidamente la marca que deja la presión el dedo.

Transcurrido este tiempo los pescados se colocan en bandejas o tendales al sol o a la sombra con aire suficiente para que el agua se evapore. El secado al sol tiene el inconveniente de que los rayos solares directos ponen amarilla la carne. Durante las tres primeras noches del tiempo de secado, se recogerá el pescado colgado en los bastidores o puestos sobre las mesas y se apilará colocando pesos encima. No se agregará más sal. El secado termina a los seis días aproximadamente.

El producto se puede empacar en cajas de cartón, costales de yute o cajones de madera y almacenar en lugares secos, protegidos contra roedores, hormigas, moscas y polvo. Por cada 100 kg de pescado se obtienen 30 kg de pescado seco. No se debe usar papel periódico ya que las tintas de impresión contienen plomo y contaminan las carnes. El producto se mantendrá en un lugar fresco, donde circule el aire libremente.



*Figura 21: Secado de tilapia salada. Se recomienda secar al sol durante el día y por las noches guardar bajo un techo o cobertizo para evitar la acción del sereno.*

## VII BIBLIOGRAFÍA

Amador del Ángel L. E., Córdoba Rivera C. M., Gómez Vázquez J., Villareal López C., Valdez Morales S. y Cabrera Rodríguez P. 2006. **Diagnóstico de las unidades femeniles de producción rural (UFPR) de Mojarra Tilapia (*Oreochromis spp*) en la Península de Atasta, Campeche (México)**. Comunicación Científica-CIVA 2006 (<http://www.civa2006.org>), pp. 907-915.

Brugère C. y Ridler N. 2005. **Perspectivas de la acuicultura mundial en los próximos decenios: Análisis de los pronósticos para 2030 de la producción acuícola de los principales países**. FAO Circular de Pesca No 1001 FIPP/C1001 (Es). Roma, Italia.

Chakroff M. 1983. **Piscicultura, cultivo de peces en estanque de agua Dulce**. Editorial Concepto. México D.F. 207 p.

Das S. K. 2006. **Small-Scale Rural Aquaculture in Assam, India – A Case Study** NAGA, WorldFish Center Quarterly Vol. 29 No. 1 & 2 Jan-Jun 2006. pp. 42-47.

Edwards P. y Demaine. 1997. **Rural aquaculture: Overview and framework for country reviews**. RAP Publ. 1997/36. RAP FAO Bangkok.

FAO. 2002. **Informe de la Reunión ad hoc de la Comisión de Pesca Continental para América Latina sobre la expansión de los diferentes tipos de acuicultura rural en pequeñas escala como parte del desarrollo rural sostenido**. FAO, Informe de Pesca N° 694 RLC/FIRI/R694 (Es) ISSN 1014-6547 Panamá, República de Panamá, 21–24 de mayo 2002.

Haylor G. y Bland S. 2001. **Integrating aquaculture into rural development in coastal and inland areas**. In: **Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium**. Subasinghe R. P., Bueno P., Phillips M. J., Hough C.,

McGladdery S. E. and Arthur J. R. (Editors). Aquaculture in the Third Millennium., Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. NACA, Bangkok and FAO, Rome. pp 73-81.

Hepher B. y Pruginin Y.1988. **Cultivo de peces comerciales**. Editorial Limusa. México, D.F. 316 p.

Huet M. 1998. **Tratado de piscicultura**. 3era Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 749 p.

Juárez-Palacios J. R. y Palomo-Palomo Martínez G. G. 1985. **Acuicultura**. Editorial CECSA. México, D.F. 95 p.

Pillay, TVR. 2004. **Acuicultura, principios y prácticas**. Editorial Limusa. México, D.F. 699 p.

Ponce-Palafox J. T., Romero-Cruz O., Castillo-Vargasmachuca S., Arteaga-Nochebuena P., Ulloa-García M., González-Sala R., Febrero-Toussaint I. y Esparza-Lea H. 2006. **El desarrollo sostenible de la acuicultura en América Latina**. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET Vol. VII, nº 07, Julio/2006, Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070706.html>

*Acuicultura de tilapia a pequeña escala  
para autoconsumo de familias rurales  
y periurbanas de la costa del Pacífico*  
terminó de imprimirse en Julio de 2009  
en los talleres de Ediciones de la Noche,  
noche@megared.net.mx,  
Guadalajara, Jalisco, México.

Composición tipográfica: Jorge Luis Rodríguez Aguilar.

Tiraje: 1 000 ejemplares.

Estudios llevados a cabo en diversas regiones de México han demostrado que la acuicultura rural de tilapia es una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. Dicha producción es importante como alternativa para la generación de empleos, el arraigo en las comunidades y la producción de alimento de alta calidad nutricional para el ser humano.

La población marginada de Latinoamérica se concentra generalmente en las áreas rurales o (por causa de la migración) suburbanas, debido a lo anterior la acuicultura para autoconsumo puede tener un enorme valor social aún no cuantificado como reductor de la pobreza y por ende de la calidad de vida en estas zonas.

La acuicultura rural en pequeña escala, o de subsistencia puede ser una alternativa real para incrementar la capacidad de comunidades marginales de acceder a una alimentación mejor. El papel del Estado es preponderante para dotar de financiamiento, asesoría y tecnología a los productores familiares y comunitarios.

Existen múltiples obras sobre el cultivo de tilapia, la mayoría de ellas orientadas hacia la producción de tipo semiintensivo e intensivo. El presente manual presenta las técnicas básicas para el cultivo de tilapia considerando el mínimo manejo posible, con baja densidad de siembra y bajo recambio de agua, con la intención de sugerir su puesta en funcionamiento en áreas marginadas rurales y periurbanas de la costa de Jalisco y por supuesto de otras zonas tropicales de México. La tecnología presentada significa la modificación de otras ya estudiadas adicionando el aporte de nuestra experiencia particular. Los autores de esta obra esperamos que tenga la utilidad práctica para la que fue concebida.

