

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO



UAGro
Universidad de Calidad con Inclusión Social



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

UNIDAD DE CIENCIAS DE DESARROLLO REGIONAL

**MAESTRÍA EN GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE
(CONACYT)
PROGRAMA INCORPORADO AL PADRÓN NACIONAL DE POSGRADO DE
CALIDAD (PNPC)**

Título del proyecto:

**“Producción acuícola de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanque rústico
en apoyo al desarrollo local sustentable en el municipio de Copala,
Guerrero”**

Trabajo de Investigación

Que para obtener el grado de

Maestra en Gestión para el Desarrollo Sustentable

Presenta

C. Yocelin Mora Marín

Matricula: 07079174

Generación: 2016- 2018

Director del proyecto:

Dr. Ramiro Morales Hernández

Comité Tutorial:

Dra. Rocío López Velasco

Dr. Artemio López Ríos

Dr. Héctor Segura Pacheco

Dr. Himmer Castro Mondragón

Acapulco, Guerrero, México febrero 2019

Índice	Página
Resumen.....	1
Introducción.....	2
CAPITULO 1	7
ANTECEDENTES	7
MARCO REFERENCIAL.....	8
1.1 Condiciones naturales y sistemas de producción.....	8
1.2 Conceptos básicos a considerar	10
a) Progreso	10
b) Desarrollo sustentable	11
c) Desarrollo local y participación comunitaria	14
d) Acuicultura	14
1.3 Marco referencial de procesos de producción acuícola de tilapia	17
1.3.1 Biología de la especie:	17
1.3.2 Sistemas de producción	19
1.3.3 Tipos de Parámetros físico químicos más importantes utilizados en la producción.....	21
1.4 Requerimientos de sanidad en cultivos de estanque rústico:.....	22
1.4.1 Clasificación de riesgos y enfermedades en peces de cultivos:.....	23
1.4.2 Clasificación de métodos de sanidad en acuicultura:.....	24
1.4.3 Sistema de alimentación en acuicultivos	26
CAPITULO 2. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	27
2.1 Proceso de organización comunitaria de productores.....	27
2.2 Organización y participación solidaria	29
2.3 Diseño y manejo de prácticas profilácticas en los estanques y equipo . .	30

a) Orientación, dimensiones y afluyente de agua	30
b) Encalado de estanque rústico	32
c) Remodelación de fuente de abastecimiento de agua.	32
d) Colocación de protección del estanque.	33
2.4 Proceso de producción acuícola de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>), en estanque rústico.....	34
2.5 Bitácora de trabajo (muestreo de parámetros fisicoquímicos y biometrías)	36
2.6 Sistema de biometrías quincenales.....	37
2.7 Determinación de parámetros Físico Químicos	37
2.8 Programa de alimentación	40
2.9 Determinación de biometrías de los organismos	41
3. Proceso de cosecha y eviscerado.....	44
4. Rentabilidad del proyecto	466
5. Conclusiones	51
Bibliografía consultada	533

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 Fuente: INEGI 2010.	4
Ilustración 2 Fuente INEGI 2010	5
Ilustración 3 Características de la especie (Morfología interna y externa) Fuente Saavedra, (2006).....	18
Ilustración 4 Diferencias sexuales de la especie Saavedra, (2006).	18
Ilustración 5 Tipos de alimento para peces. Fuente: Se obtuvieron de la página de venta de cada producto 2018.	26

Índice de cuadros

Cuadro 1 FAO, (2012).....	19
Cuadro 2 Flores, (1991)	21
Cuadro 3 Flores, (1991)	21
Cuadro 4 Flores, (1991)	21
Cuadro 5 Flores, (1991)	23
Cuadro 6 Flores, (1991).	25
Cuadro 7 Elaboración propia.....	40
Cuadro 8 Elaboración propia.....	48
Cuadro 9 Elaboración propia.....	49
Cuadro 10 Elaboración propia.....	49

Índice de Gráficos

Grafico 1Elaboración propia	42
Grafico 2 Elaboración propia	43
Grafico 3 Elaboración propia	44

Índice fotográfico

Fotos 1 y 2. Curso-taller participativo del grupo comunitario en sistemas de organización y programación de tareas	28
Fotos 2: 3 y 4. Características del estanque previo a su remodelación	30
Fotos 3: 5 y 6. Proceso de remodelación de estanque y resultado final después de realizar los detalles.....	31
Fotos 4: 7 y 8. Actividad de encalado y desinfección de estanque, previo a la siembra de organismos	32

Fotos 5: 9 y 10. Realizando acondicionamiento de tubería de abastecimiento de agua	33
Fotos 6: 11, 12 y 13. Colocación de protección de estanque contra aves	34
Fotos 7: 14 y 15. Embolsado y entrega de organismos por parte del encargado del laboratorio	34
Fotos 8: 16, 17 y 18. Siembra de crías de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	36
Fotos 9: 19, 20 y 21. Herramientas de trabajo para el control de datos	36
Fotos 10: 22 y 23 Capacitación a productores en toma de biometrías.....	37
Fotos 11: 24 y 25. Toma de muestra de parámetros fisicoquímicos del agua y equipo utilizado	38
Fotos 12: 26 y 27. Toma de temperatura in situ y equipo utilizado	39
Fotos 13: 28 y 29. Integrante del grupo realizando la cosecha con apoyo de una atarraya y organismos extraídos	44
Fotos 14: 30, 31 y 32. Captura y eviscerado de tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) durante procesos de muestreo.....	45

Producción acuícola de tilapia (*Oreochromis niloticus*), en estanque rústico en apoyo al desarrollo local sustentable en el municipio de Copala, Guerrero

Resumen

La acuicultura es un sector clave para lograr la erradicación del hambre y el cambio hacia sistemas de producción sostenibles en los ámbitos regionales. La presente investigación aporta elementos a tomar en consideración en la organización de los productores rurales que buscan en la acuicultura alternativas para mejorar su posición económica y social.

El presente trabajo pretendió llevar a cabo una aportación al conocimiento acuícola en el municipio de Copala. En el cual se llevó un registro de producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) durante cuatro meses y medio, iniciando en el mes de enero del año 2018, llevándose a cabo la siembra de los organismos y finalizando en el mes de mayo del mismo año con la cosecha. Analizando las biometrías asentadas durante el transcurso de la producción se registró que la talla más favorable para su venta al mercado local fue de 25 cm y un peso promedio de 252 g, siendo la talla y peso más altos durante el proceso de producción. Además de que se tomaron parámetros fisicoquímicos tales como temperatura y oxígeno disuelto, obteniendo datos favorables para mantener estables los organismos, registrando niveles de oxígeno desde 2.5 mg/l a 7.2 mg/l durante el transcurso de la mañana a la noche. Así como también el rango de temperatura óptimo fue de 29° a 32° C durante mañana, tarde y noche. Considerando datos favorables para mantener el crecimiento de la especie, teniendo un control del proceso de producción y evitando poner en riesgo la misma. Esta investigación se realizó en dos vertientes; en trabajos de organización desde la conformación de un grupo familiar de productores rurales a fin de desarrollar un proyecto acuícola en estanque rústico en una comunidad rural. Dicho proceso contempló tanto la socialización del proyecto, la organización del grupo y la capacitación en procesos de producción. Por lo cual la otra parte se consumó en el desarrollo de la remodelación del estanque, siembra y cosecha de los organismos para dicho proyecto.

Al término del proyecto los integrantes aplicarán la técnica de cultivo semi intensivo de tilapia en estanques rústicos para promover la producción comercial.

Introducción

El proyecto que se desarrolla a continuación está basado en la experiencia de un grupo de pescadores que se han dedicado a estas actividades y tiene como propósito proporcionar los elementos técnicos, para mejorar la producción de tilapia en su municipio.

La acuicultura es una actividad que permite bajo sistemas de control y técnicas especiales, el cultivo de organismos acuáticos. Esta actividad ha sido desarrollada por el hombre como alternativa para proveerse alimentos utilizando estrategias de adaptación de cultivos de peces, sobre todo de especies resistentes a las condiciones climáticas, que les garantice la producción requerida. Es importante señalar que la tilapia (*Oreochromis niloticus*) es de las pocas especies que han demostrado su viabilidad de producción y económica en el ámbito acuícola.

La acuicultura es una de las actividades que, a nivel productivo, ha tenido un mayor crecimiento económico a nivel nacional, además de ser una alternativa de producción que brinda resultados a mediano plazo (4 meses y medio) y que garantiza la inversión de los productores. Saavedra (2006) señala que el cultivo de peces bajo sistemas controlados es una alternativa de producción que favorece no tan sólo la alimentación para las comunidades, sino también es rentable económicamente y puede llegar a ser un eje económico detonador del desarrollo regional. Por lo cual resultó viable llegar a cabo este proyecto acuícola.

Los beneficios por los que es pertinente realizar este tipo de proyectos, sobre todo de especies de tilapia, es la demanda que presentan los mercados a niveles tanto locales como nacionales, además de que el tiempo en que se alcanza la talla comercial es muy corto.

En términos generales podemos señalar que los productos pesqueros generados por esta actividad son fuente de proteínas para una sociedad consumidora de pescado. En tal sentido, La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura

y la Alimentación (FAO), por sus siglas en inglés, advierte que la pesca y la acuicultura siguen siendo importantes fuentes de alimentos, nutrición, ingresos y medios de vida para cientos de millones de personas en todo el mundo y que gracias al desarrollo de la actividad acuícola se logra proporcionar gran parte del pescado destinado al consumo humano, incidiendo en el mejoramiento de la alimentación de muchas personas (FAO, 2016).

Por lo que respecta al municipio de Copala, distintos son los problemas que padece el sector pesquero, repercutiendo en el bajo crecimiento de la actividad, sobre todo, por el escaso desarrollo de capacidades técnicas en la producción, insuficiente innovación de los procesos productivos y un entorno económico desfavorable.

Copala es uno de los 81 municipios del estado de Guerrero y forma parte de la región Costa chica de dicha entidad. Se localiza al sureste del estado y se encuentra enclavado en los márgenes del río (Mapa 1). Copala, colindando con Florencio Villarreal (Cruz Grande) y al sureste con el municipio de Marquelia, localizándose a 117 km del puerto de Acapulco (INEGI 2005).

El proyecto de producción acuícola de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanque rústico fue la base de la presente investigación, y se ubica en un predio sobre la carretera federal, a las afueras de la cabecera municipal en la colonia Vista Mar en Copala, Guerrero.

Para la implementación del proyecto, se estableció un grupo de trabajo conformado por dos familias que durante algunos años se han dedicado a la pesca ribereña, cuyos integrantes ven en la acuicultura una oportunidad de mejorar su economía. Estiman que durante los últimos años han disminuido sus capturas y consideran que a través de cultivos controlados de peces pueden seguir desarrollándose en este sector de la economía Ver Mapa 1.

Mapa 1. Ubicación geográfica del municipio de Copala, Guerrero



Ilustración 1 Fuente: INEGI 2010.

Copala cuenta con recursos acuícolas susceptibles de ser utilizados para la actividad de la acuicultura y que pueden ser aprovechados como oportunidad para generar proyectos detonantes de desarrollo local. El municipio posee un clima y recursos naturales aptos para desarrollar proyectos de cultivo de peces de manera controlada.

De ahí que el objetivo general de esta investigación consistió en desarrollar un modelo de monocultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en una comunidad rural del municipio de Copala.

Para lo cual se establecieron tres objetivos específicos:

- a) Fomentar la organización productiva sustentable de un grupo acuícola.
- b) Diseñar y remodelar un estanque rústico para el cultivo sustentable de tilapia.
- c) Evaluar el crecimiento y sobrevivencia de la especie cultivada, así como su rendimiento en monocultivo en estanque rústico.

Mapa 2. Ubicación del proyecto en la cabecera municipal de Copala



Ilustración 2 Fuente INEGI 2010

Es importante considerar que el proyecto se justifica principalmente por la falta de actividades productivas rentables en el municipio y la poca implementación de herramientas metodológicas adecuadas en los cultivos y sus procesos de producción. En tal sentido, este trabajo busca aportar técnicas alternativas en sistemas de producción acuícola que sin duda serán una contribución a la comunidad donde se impulsará el proyecto, lo que propiciará la diversificación de una actividad que puede ser rentable y productiva.

El proyecto tiene una relevancia socioeconómica bajo una propuesta para reconvertir un proceso de técnicas diferentes a la pesca ribereña, la que desde hace tiempo han desarrollado los productores y que en los últimos años no ha sido lo suficientemente redituable, dándole un giro importante hacia nuevos procesos de trabajo productivo en el área de acuicultura, sustentados en prácticas controladas de producción acuícola. Lo que, sin duda, permitirá optimizar los recursos financieros de los productores locales.

Para ejecutar la metodología se retomó información de dos manuales piscícolas, los cuales fueron: Manual de crianza de tilapia y proyecto de producción de tilapia en

Las casitas Veracruz, los cuales son desarrollados con dos técnicas diferentes de producción, el primer manual está enfocado en actividades desarrolladas por medio de técnicas ancestrales y el otro manual contiene técnicas desarrolladas en la actualidad. Dos manuales con características diferentes, pero con el mismo propósito de obtener y mejorar las producciones acuícolas. Para ello las guías utilizadas están enfocadas principalmente a grupos de familias u organizaciones pequeñas.

Este proyecto contiene lineamientos enfocados para el cultivo de especies acuícolas tales como: a) aspectos biológicos de la especie, b) manejo del cultivo, c) requerimientos de infraestructura y acondicionamiento del estanque. Así como también aspectos de su alimentación y sanidad de la especie. Otro aporte muy importante del proyecto, dirigido a futuros trabajos académicos en el área de producción acuícola en el medio rural del estado de Guerrero.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

De acuerdo con la FAO (2015) la seguridad alimentaria se logra cuando las comunidades tienen acceso constante, tanto físico como económico, a alimentos seguros y nutritivos, en una cantidad suficientemente grande para satisfacer sus necesidades dietéticas, lo que les permite llevar estilos de vida activos y saludables. Desafortunadamente, una creciente población mundial pone en peligro la seguridad alimentaria de un gran número de personas. Esta situación ha estimulado el desarrollo de métodos de producción de alimentos a gran escala que no afectan de manera adversa e irreversible al medio ambiente y, al mismo tiempo, garantizan la seguridad alimentaria de las generaciones futuras. En los últimos años, la acuicultura se ha destacado como una alternativa viable para la producción masiva de productos acuáticos de alta calidad y bajo precio, así como una forma de promover la creación de empleos que, a su vez, mejora la calidad de vida de muchas personas.

Ornelas, Aguilar y Hernández (2019) realizaron un estudio sobre “Un enfoque sustentable al cultivo de tilapia” en Guadalajara, Jalisco, México, donde plantea que los principales problemas en las mayorías de los cultivos son el reducido crecimiento y mortalidades elevadas, esto asociado al inadecuado manejo del cultivo y por último propone un modelo de cultivo de tilapia en recirculación con bajo impacto ambiental y una alta productividad y propone el uso de plantas medicinales y probióticos como una medida preventiva contra patologías y sistemas de módulos de plantas flotantes y la biodigestión de lodos como una alternativa para evitar impactos al ambiente además de generar ganancias adicionales.

Rodríguez (2002) en su estudio “Engorda de tilapia” en Saltillo Coahuila, México, da a conocer la importancia de la tilapia como fuente de proteína, emplea información

obtenida en lugares aptos para la engorda de tilapia, recopila los aspectos más importantes para obtener una engorda de tilapia de mejor calidad.

Dorantes, Astudillo, Maeda y Espinosa (2017) Estudiaron la factibilidad de la implementación escalonada de tilapia durante la etapa de engorda en un sistema semi-intensivo en estanques rústicos ubicados en Acapulco Guerrero, México, concluyendo que una implementación de producción escalonada ofrece ventajas competitivas a los productores que aplican esta estrategia al contar con una oferta continua del producto durante todo el año, con cosechas programadas y cantidades específicas solicitadas por sus clientes

MARCO REFERENCIAL

Para tener elementos básicos que permitan incursionar en las características regionales para la actividad acuícola y el desarrollo en el municipio de Copala, se planteó visualizar las particularidades del municipio a considerar en la actividad acuícola.

1.1 Condiciones naturales y sistemas de producción

El presente proyecto de investigación pretende conocer las ventajas y desventajas que tiene el área de estudio en los últimos años, referentemente a la pesca, donde en el año 2010, el municipio de Copala tenía una población de 13, 336 habitantes según datos de (INEGI, 2010), la cual ha ido incrementando año con año, siendo el detonante principal de la sobreexplotación de recursos tanto naturales como acuáticos. A pesar de que anteriormente en el municipio predominaban las actividades agrícolas y ganaderas las cuales abastecían una gran cantidad de productos de primera mano para los pobladores.

El municipio de Copala, juega un papel muy importante en el sector terciario de la economía el cual es el turismo, donde el municipio cuenta con centros turísticos de playa, tales como Playa Ventura, Playa Azul y Casa de piedra, lugares donde los

prestadores de servicios turísticos proporcionan a los visitantes paseos en lancha, pequeños hoteles, áreas de playa para acampar, una gama de alimentos regionales y actividades que proporcionan empleo a la población. Por lo cual a pesar de que existen otras actividades para generar ingresos, los pobladores del municipio optan por la pesca, siendo el detonador de la sobreexplotación de los recursos pesqueros. Es de señalar, que para la nueva organización es de gran interés retomar las actividades acuícolas.

El poblado de Copala, que proviene del nombre náhuatl: “kopalli”, que significa “Lugar donde abunda el copal”. Ubicado en las coordenadas geográficas 16° 30`latitud norte y 98° 0`longitud oeste. Donde las características de suelo que predomina en el municipio son el “chernozem o negro”, que son aptos para la agricultura o en este caso favoreció para la construcción del estanque rústico, ya que este tipo de suelo contiene materia orgánica de color oscuro o amarillento, que también es utilizado para la agricultura. El clima en Copala se caracteriza por ser tropical de tipo cálido sub húmedo en épocas de calor, principalmente cuando son escasas las lluvias, la temperatura más alta que se registran en el municipio son de 36°C y la más baja de 26°C presentándose en los meses de diciembre y enero. Temperaturas que favorecen el desarrollo de estas actividades acuícolas.

En la actualidad la acuicultura no ha sido implementada en la Costa Chica, debido a que no se tiene conocimientos en estas técnicas, a pesar de las magníficas condiciones climatológicas con que cuenta el estado favorable para su desarrollo.

Sin embargo, a pesar de no tener conocimientos en técnicas acuícolas se han desarrollado pequeñas cooperativas, con el fin de retomar ese tipo de sistemas para abastecer el autoconsumo y asegurar el alimento de las futuras generaciones (FAO, 2012).

1.2 Conceptos básicos a considerar

Por lo que corresponde a la discusión de conceptos que se consideraron revisar y discutir como guías de la investigación fueron, entre otros: progreso, desarrollo sustentable, desarrollo local, participación comunitaria, acuacultura y el marco referencial de procesos de producción acuícola los cuales se mencionan enseguida.

a) Progreso

El término progreso nos sirve de guía para nuestra investigación ya que indica un sentido de mejora de la sociedad humana. En la Conferencia Latinoamericana para la medición del bienestar y la promoción del progreso en las sociedades, que se llevó a cabo en la ciudad de México en mayo de 2011, el economista mexicano Enrique Leff manifestó su concepción sobre el progreso mencionando que el progreso es un término muy controversial y cuestionado sobre el sentido civilizatorio de la sociedad, el cual se concibe como una idea de crecimiento o de evolución a la que hoy en día se quiere reajustar dándole un balance o adhiriéndole con la justicia social y conservación ecológica.

Nisbet en su obra “La idea del progreso” hace una simple historia de la percepción de progreso desde Grecia hasta la actualidad, argumenta que durante unos tres mil años no ha habido en occidente ninguna idea más importante que el progreso. Menciona que el ser humano ha avanzado desde un estado de primitivismo, actualmente avanza y en el futuro seguirá avanzando, por lo tanto, se entiende que el hombre siempre está en busca de una mejora en su condición humana. Pero ¿avanzar en qué sentido? El significado de avanzar se torna desde lo espiritual hasta lo material, los griegos referían el avance con el cumulo de conocimientos prácticos en las ciencias y las artes (Nisbet, 1986).

Por lo tanto “*El progreso consiste de hecho en el lento y gradual perfeccionamiento del saber en general de los diversos conocimientos técnicos, artísticos y científicos de las múltiples armas con que el hombre se enfrenta a los problemas del planeta, la naturaleza o el esfuerzo humano por vivir en sociedad*” (Nisbet, 1986).

Así ante la problemática de los escasos de peces y al aumento exponencial de la población se presenta la producción acuícola de Tilapia como una alternativa de mejoramiento en la producción de alimentos para autoconsumo o para el comercio debido a que puede contribuir de gran manera al progreso de la población de Copala ya que diversifica las actividades económicas y contribuye a un desarrollo sustentable.

b) Desarrollo sustentable

El concepto desarrollo tiene varios significados, puede ser interpretado como proceso de evolución, progresión y cambio de un objeto, persona o situación específica en determinadas condiciones

Par la Real Academia Española (2016) el concepto de desarrollo es la acción y efecto de desarrollar o desarrollarse.

En el informe de Brundtland de 1987 se acuña por primera vez el término de desarrollo sostenible definido como *“aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”* considerando tres anillos entrelazados, el aspecto social, económico y ambiental (Comisión mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987).

En el contexto de la economía conlleva que para la población existen oportunidades de trabajo y satisfacción de al menos las necesidades básicas. Esto señala cierta distribución de la riqueza para lograr el acceso de toda la población a servicios básicos, pero una vez satisfecho esta condición, pueden existir numerosas distribuciones de la riqueza que la satisfagan (Escobar,2007).

Un concepto de desarrollo vinculado a la sociedad moderna y al sistema de producción capitalista, tiene el propósito de maximización del beneficio y el estímulo para lograr avances tecnológicos. Esto se reflejó en el énfasis que se le dio a la acumulación de capital en los conceptos de desarrollo utilizados en las décadas de 1950 y 60 (Escobar, 2007).

De acuerdo con Dubois (2002) en los años de 1950 a 1990 se ligaba el desarrollo con el crecimiento económico a lo cual mayor crecimiento económico se traduciría en beneficios para la humanidad.

Esa idea se derrumbó cuando se percibió que la naturaleza no acepta cualquier modalidad de desarrollo.

Sin embargo, una concepción de desarrollo considerablemente difundida es aquella que señala que *“el desarrollo es una condición social, en la cual las necesidades auténticas de su población se satisfacen con el uso racional y sostenible de recursos y sistemas naturales. El empleo de los recursos estaría apoyado en una tecnología que respetara los aspectos culturales y los derechos humanos. Todos los grupos sociales tendrían acceso a las organizaciones y a servicios básicos como educación, vivienda, salud, nutrición y que sus culturas y tradiciones sean respetadas”* (Guía de estudio de desarrollo y subdesarrollo, 2010).

La comisión Nacional sobre el Medio Ambiente y Desarrollo se enfoca en destacar el informe de Brundtland la cual como se menciona en párrafos anteriores se definió el concepto desarrollo sostenible como *“aquel tipo de desarrollo que provee las necesidades de las generaciones actuales, sin comprometer las futuras generaciones, y así puedan solventar sus propias necesidades”*. En la actualidad este concepto se califica utópico de acuerdo a Foladori G. al igual que el concepto de *“sustentabilidad el cual es la habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo de los sistemas naturales del planeta y proveyendo alta calidad de vida a las personas”*.

Para fortalecer el concepto de sostenible en el desarrollo del proyecto, principalmente se pretende involucrar a los acuicultores, a buscar formas y medios para mejorar sus prácticas de producción. Así como también hacerlas más eficaces y rentables. Otro punto importante que aporta el concepto de sostenible es el mejorar la capacidad humana, el aprovechamiento de recursos y la gestión ambiental en la acuicultura (CMMAD, 1987).

Principalmente para llevar a cabo un desarrollo sostenible, se requiere de compromisos tanto de la sociedad, como de las dependencias gubernamentales, donde se comprometan a proteger y a resurgir el desarrollo económico de la población. Los objetivos principales que propone la (ONU, 1987) son afrontar los desafíos en relación con la situación de extrema pobreza en que viven los grandes segmentos de la humanidad y los problemas medio ambientales, donde exista igualdad entre los diferentes países, regiones y comunidades. Ya que en la actualidad ha aumentado la conciencia de los posibles problemas ecológicos, por lo cual es de suma importancia fomentar los ambientes favorables, en particular los dirigidos a asegurar el desarrollo y el fortalecimiento de las capacidades de los recursos humanos.

Leff (2010) plantea la importancia que se debe tener en relación a la racionalidad moderna y conciencia humana, debido a la sobreexplotación de recursos naturales que se está viviendo en la actualidad. Dado que el aporte de ideologías y convicciones de las comunidades diferenciadas culturalmente, donde las organizaciones puedan comprender actuando ante la crisis ambiental que se avecina. Principalmente reviviendo el interés que indaga sobre las estrategias de reapropiación de los actores para recuperar sus prácticas ancestrales y darse la oportunidad de aprender nuevas prácticas sustentables. Así como también apoyen la economía, ayudando a repoblar y salvar sus áreas naturales sobreexplotadas generando espacios sustentables.

Por otro lado, Foladori (2001) proyecta dos planteamientos que contribuyen a la crisis ambiental, afectando por completo al desarrollo humano, dando como resultado la sobrepoblación y la pobreza. Proporcionando alternativas importantes para establecer regulaciones ambientales para la producción y el comercio. Además, que aporta un punto muy importante que ventilan muchas organizaciones, dando a conocer que la mayoría impulsan el discurso del desarrollo sustentable, pero cada quien lo entiende a su modo. En este aporte sería ideal inculcarlo en cada grupo u organización para manejar con claridad los costos ambientales de cada

producción, uso, recicle y desechos, y darle más importancia al desarrollo de proyectos sustentables.

c) Desarrollo local y participación comunitaria

El desarrollo local y la participación comunitaria se enfocan en el proceso de crecimiento y cambio estructural que tiene como consecuencias el cambio a actividades modernas, sustituidas por las tradicionales. Por lo cual la participación comunitaria, se debe retomar como la conciencia colectiva de toda comunidad, con el fin de solucionar problemas, necesidades o recursos (Blanes J. 2008).

Arocena (1995) plantea que “el desarrollo local se debe promover desde abajo, donde los actores locales se involucren en la solución de los problemas que se presentan en la comunidad, utilizando los recursos disponibles en su territorio, tomando en cuenta las técnicas tradicionales, para evitar un deterioro al medio ambiente”. Sin embargo, Quiroz, (2014) propone que “el desarrollo local es un proceso construido, para estructurar nuevas formas de organización social, en donde relaciona lo ambiental y lo económico.

d) Acuacultura

La acuacultura es una de las actividades multidisciplinarias más importantes que se han ido destacando en la actualidad, ya que utiliza conocimientos sobre diferentes ramas de la biología, ingeniería y ecología. Teniendo como finalidad producir organismos acuáticos sea de agua dulce o salada. Por lo que se considera la principal productora de fuentes de nutrición proteica que benefician a la alimentación humana. Por lo que la acuacultura juega papel importante para el desarrollo, debido a que los organismos producidos a través de estas prácticas se destinan principalmente al consumo local alimentario, municipal y nacional, generando importantes recursos económicos para el estado (FAO, 2013).

Una de las especies más utilizadas a nivel mundial para este tipo de sistemas es la tilapia. A pesar de que la acuicultura ha evolucionado día con día, la FAO la resalta como la ganadería del futuro, ya que estipula que para el año 2030 el 65% de los alimentos acuáticos procederán de la acuicultura. Pero además de los beneficios positivos, también existen obstáculos para el desarrollo de estas actividades, tales como la falta de antecedentes, experiencia y tradición en México.

Sin embargo, a pesar de estas limitantes, varias organizaciones impulsan la producción de especies con alto valor nutritivo, económico y ecológico, como lo menciona el Dr. Cruz Hernández del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste de que en la agenda sobresale la necesidad de desarrollar mejores tecnologías de cultivos promoviendo la reconversión económica de la pesca hacia la acuicultura CIBNOR (2017).

Datos estadísticos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2013) indican que el sector pesquero acuícola en México ha ido aumentando año con año alcanzando 150 millones de toneladas en 2011, de las que se destinan el 84.9% al consumo humano. Sin embargo, en 2009, el consumo promedio llegó hasta los 18.4 kg, China, ocupando en 2010 el primer lugar de la producción, ubicándose México en el lugar 17.

Así también, la misma fuente, señala que la acuicultura mediante la producción en estanquería rústica, a nivel nacional en 2011 contribuyó con el 15.8% de la producción pesquera, produciendo principalmente tilapia y camarón. Además, se implementaron cinco centros acuícolas para producción de organismos, que en su mayoría no están operando, así como también con 474 unidades de producción distribuidas en 11,566 hectáreas; incorporando una población estimada de 17.078 productores acuícolas y pesqueros, organizados principalmente en cooperativas (92.5%).

El estado de Guerrero, se ubica en la Región II del litoral del Océano Pacífico, posee una gran diversidad de recursos relativamente de baja abundancia, por lo cual se concentran más en la franja costera. La extensión litoral del pacífico es de

aproximadamente 7 828 km de Costa, cifras que le ubican como la octava entidad con mayor longitud en el país. A pesar de la gran magnitud del litoral costero, su plataforma continental es angosta (10 km en promedio), por lo que la zona de pesca es reducida.

En Guerrero durante los últimos años, los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) han realizado acciones tendientes a impulsar proyectos de acuacultura proporcionando apoyos a productores rurales, sin embargo, estos apoyos no logran cubrir las necesidades requeridas por la mayoría de los proyectos, sobre todo porque si bien es verdad en Guerrero, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, rectora del sector que opera un programa de acuacultura rural con subsidio federal, los recursos subsidiados son mínimos en comparación con los gastos con que operan los proyectos acuícolas, donde el consumo de alimento alcanza hasta el 70% de los costos de operación. Tal situación, ha sido una limitante para la entidad, sin lograr que la acuacultura haya podido ser un gran detonante de desarrollo local en las regiones.

Independientemente de lo anterior, hay otros factores que restringen el desarrollo de la acuacultura en los ámbitos rurales. En principio, no todos los productores logran tener acceso a los recursos que proporciona el gobierno federal, lo cual limita a una gran mayoría que se dedican a la acuacultura a obtener asesoría técnica por parte de la Secretaría responsable del sector, la que únicamente otorga apoyos de asesoría y capacitación especializada a quienes son beneficiarios del programa de acuacultura rural.

Por otra parte, La Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) en su Anuario Estadístico del 2011, señala el aporte que realiza la acuacultura a la producción pesquera nacional, de las 1,660,475 toneladas reportadas en el año 2011, aportando para acuacultura el 15.83% es decir 262,855 toneladas, de las que 156,146 toneladas correspondieron a la producción de entidades ubicadas en el

litoral del Pacífico, donde se ubica al estado de Guerrero cuyos productores aportaron 1,264 toneladas en ese año (CONAPESCA, 2011).

1.3 Marco referencial de procesos de producción acuícola de tilapia

La tilapia es un pez originario de África, debido a las condiciones en que habita pudo adaptarse a las regiones tropicales y a los tipos de climas que posee el estado de Guerrero. Siendo que es una de las especies más cultivadas en el mundo, ya que resiste condiciones ambientales extremas, tolera cambios de temperatura, así como bajas concentraciones de oxígeno, según como se maneje el cultivo.

Este tipo de especie (*Oreochromis niloticus*) es de origen herbívoro, pero cuando existen cambios drásticos de hábitats pueden cambiar sus hábitos alimenticios, produciéndoles falta de apetito y disminuyendo el crecimiento de los organismos.

Otra de las características de la especie que se pueden observar a simple vista que es longitudinal (alargado), a partir de la primera etapa que es un alevín, hasta llegar a la etapa adulta. Además, el crecimiento depende de varios factores tales como: temperatura, densidad, y el tipo de alimentación que se le suministra (FAO, 2012).

La tilapia en su reproducción posee sexos separados, lo cual facilita manipular ambos y llevar a cabo el proceso de hormonado, lo cual beneficia a los productores para sólo obtener machos durante el proceso de producción (FAO, 2012).

1.3.1 Biología de la especie:

Las características de la especie en su morfología externa, presenta un orificio nasal a cada lado de la cabeza; su cuerpo es generalmente comprimido y redondo, raramente alargado. La boca es protráctil, generalmente ancha, a menudo bordeada por labios gruesos; las mandíbulas presentan dientes cónicos y en algunas ocasiones incisivos (cuatro dientes superiores) que les sirven para cortar los alimentos. Para la locomoción poseen aletas pares e impares, las aletas pares son pectorales y ventrales; las impares están constituidas por las aletas dorsales, caudales y anales. La aleta caudal es redonda, trunca raramente cortada, en los

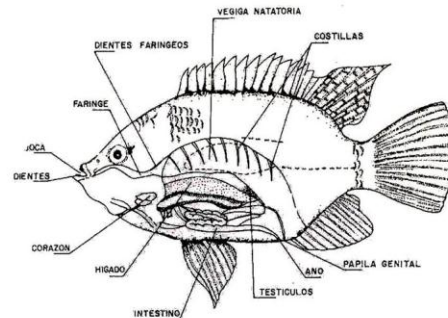
peces les sirve para mantener el equilibrio del cuerpo durante la natación y al jugar en el agua Saavedra, (2006) Ver figura 1.

LA TILAPIA

En México las tilapias del género *Oreochromis* provienen de diversos orígenes y se cree se tienen cinco tipos diferentes de acuerdo con la coloración del cuerpo y la aleta caudal. Las principales especies del género *Oreochromis* son: *O. niloticus* (variedades Stirling, Egipcia, Tailandesa, GIFT, Chitralada, Líneas: Gris y Roja), *O. aureus* (Líneas: Gris, Roja, Azul, Blanca (Rocky Mountain White) y *O. mossambicus* (Líneas: Gris, Roja, Anaranjada).



MORFOLOGIA INTERNA



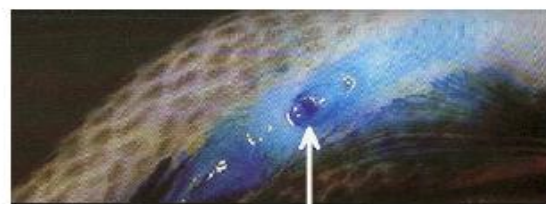
7

Ilustración 3 Características de la especie (Morfología interna y externa) Fuente Saavedra, (2006).

Las características sexuales de la especie hacen distinción en el macho presentando dos orificios bajo el vientre; el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres; el ano, el poro genital y el orificio urinario. El ano está siempre visible; es un agujero redondo. Siendo las características significativas para poderlos distinguir Ver figura 2.



Macho



Hembra

Ilustración 4 Diferencias sexuales de la especie Saavedra, (2006).

En el cuadro 1, veremos a clasificación de los tipos de tilapia que existen

Nombre común	Nombre científico
Tilapia herbívora	<i>Tilapia rendalli</i>
Tilapia del Nilo	<i>Oreochromis niloticus</i>
Tilapia Stirling	<i>Oreochromis niloticus variedad (Stirling)</i>
Tilapia Blanca	<i>Oreochromis niloticus variedad Rocky mountain</i>
Tilapia de Mozambique	<i>Oreochromis aureus</i>
Tilapia Naranja	<i>Oreochromis mossambicus variedad naranja</i>
Tilapia Mojarra	<i>Oreochromis urulepishorum</i>
Tilapia Roja de Florida (híbrido)	<i>Oreochromis sp.</i>

Cuadro 1 FAO, (2012).

1.3.2 Sistemas de producción

a) Cultivo extensivo:

El cultivo extensivo se caracteriza por tener un grado mínimo de modificación en el área donde será construido, en el cual existe poco control sobre el mismo. Esta etapa los organismos poseen gran parte de los nutrientes que encuentran en el medio natural. Sin embargo, en este tipo de sistemas se lleva un control de drenado para tener un mejor desagüe del estanque. Otra característica de esta técnica, es la tasa de siembra que varía de 10,000 a 20,000/Ha, la alimentación es por medio natural, y no modificando la cadena alimenticia del pez. Es recomendable llevar a cabo este tipo de métodos siempre y cuando los costos de construcción del estanque sean bajos.

b) Semi intensivo:

El siguiente método es el semi intensivo, se lleva a cabo mediante una modificación en particular sobre el medio ambiente, en el cual existe mayor control sobre las especies sembradas y cosechadas. Se maneja de forma controlada la calidad del agua (ya sea por caída natural o a través de aireación artificial) así como también se le suministra el alimento necesario para el completo crecimiento de la especie.

c) Estanque:

Por último, el método por medio de estanque rústico, en el cual se utiliza alimento con un alto valor nutricional, de 25 a 30% de proteína, así como densidades sembradas que varían entre 100,000 a 300,000 peces/ha, por lo cual son áreas de gran tamaño y es conveniente tener un equipo de aireación especializada. Y tener un control de porciones de alimento al día (no debe exceder los 80 a 120 kg/Ha/día).

A continuación, se recalcan las condiciones y parámetros fisicoquímicos para el desarrollo de cultivo de tilapia, esta especie es apta para el cultivo en zonas tropicales, debido a su naturaleza híbrida (que ha sido cruzado con otra especie de tilapia), se adapta con facilidad (aguas poco estancadas) la cual debe estar en constante movimiento, en cuerpos de agua tales como lagunas, ríos y estanques Flores, (1991) Efectos que ocasionan en peces tales como la falta de oxígeno, temperatura y pH Ver cuadro 2, 3 y 4.

1.3.3 Tipos de Parámetros físico químicos más importantes utilizados en la producción

Cuadro 2. Efectos que ocasionan la falta de oxígeno en peces. (ppm)

Intervalo optimo:	Efectos:	Factores que lo ocasionan:
0 - 0.3 Nivel bajo de Oxígeno.	<ul style="list-style-type: none"> Los peces de menor tamaño sobreviven en periodos cortos. Puede ocasionar la muerte en los organismos. 	<ol style="list-style-type: none"> Descomposición de la materia orgánica (medio natural). Alimento que sobra en el estanque. Desechos fecales (heces).
0.3 - 2.0 Nivel medio de Oxígeno.	<ul style="list-style-type: none"> Los peces sobreviven, pero crecen lentamente. 	<ol style="list-style-type: none"> Falta de fotosíntesis (No se lleva a cabo en las noches, sólo en el día). Días nublados (Las algas no producen oxígeno).
> 4.5 Nivel favorable para el desarrollo de los peces.	<ul style="list-style-type: none"> Es un intervalo favorable para el crecimiento del pez, sin ningún inconveniente 	<ol style="list-style-type: none"> Densidad de siembra (Cantidad excesiva de organismos).

Cuadro 2 Flores, (1991)

Cuadro 3. Efectos por causa de temperatura en cultivos de tilapia.

Intervalo optimo:	Efectos:	Factores que lo ocasionan:
28 ° C y 32° C es un intervalo favorable para los peces.	<ul style="list-style-type: none"> Los cambios de temperatura afectan directamente la energía del organismo, mientras mayor sea la temperatura, mayor será la pérdida de energía, y por ende mayor es el consumo de oxígeno. 	Altas temperaturas y cambios bruscos de la misma.
5° C por debajo de este intervalo óptimo los peces pueden llegar a morir.	<ul style="list-style-type: none"> Tiene efecto negativo sobre el crecimiento del pez cultivado. 	

Cuadro 3 Flores, (1991)

Cuadro 4. Nivel óptimo de PH que favorece a los peces.

Intervalo optimo:	Efectos:
<p>La "escala del pH" esta numerada por 14 unidades, desde el 0 hasta el 14.</p> <ul style="list-style-type: none"> siendo el 0 el punto máximo de acidez y el 14 la base máxima, 7 representa el punto medio de la tabla y es neutro. soluciones con un valor por debajo del 7 son ácidas y las que están por encima son básicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Cuando el pH es ácido, con un valor de 2, afecta las células de los arcos branquiales, por ende, disminuye la respiración, causando la muerte del organismo. Valores por encima o por debajo, alteran el comportamiento en los peces, así como también retardan el crecimiento y retrasan su reproducción, en caso de una especie no hormonada. Valores de pH cercanos a 5 producen mortalidad en un periodo de 3 a 5 horas, con problemas al respirar, cambia el aspecto de la piel y se produce secreción de mucus.

Cuadro 4 Flores, (1991)

1.4 Requerimientos de sanidad en cultivos de estanque rústico:

La sanidad e inocuidad en cultivos de tilapia son estrategias para mejorar el estatus sanitario y pesquero de las grandes y pequeñas organizaciones dedicadas a estas actividades, debido a que las enfermedades son una limitante en la producción piscícola.

La FAO y la OMS son las dos organizaciones internacionales que tienen asignaciones específicas en materia de inocuidad en la producción de alimentos, incluyendo principalmente los productos acuícolas pesqueros (WHO,1999). Por lo cual es de suma importancia llevar un control de desarrollo del proceso de producción acuícola.

La principal causa de enfermedades de los peces son los hongos, parásitos, virus y bacterias patógenas que se desarrollan en acuicultura, la mayoría de ellas son negativas para llevar a cabo dicha producción, pero también existen gérmenes o bacterias que favorecen al cultivo y nos sirven como fertilizante orgánico. La causa del desarrollo de estas bacterias y parásitos se dan por diferentes factores tales como: la siembra excesiva de organismos, la concentración y disponibilidad de oxígeno disuelto y altas concentraciones de pH en el agua, reduciendo el crecimiento de la especie.

La sanidad es fundamental en el área de la acuicultura la cual tiene como finalidad que los productores cosechen en buenas condiciones los productos cultivados, es por ello que las autoridades sanitarias están al pendiente de las organizaciones constituidas para evitar que peligros biológicos (bacterias, virus, parásitos) y químicos (plaguicidas, metales pesados y toxinas) afecten el producto por lo cual podemos ver detalladamente la clasificación de las distintas enfermedades, riesgos y tratamientos para peces Ver cuadro 5.

1.4.1 Clasificación de riesgos y enfermedades en peces de cultivos:
En el Cuadro 5. Se muestran los tipos de enfermedades, sintomatología y
tratamientos para las diferentes especies de tilapia.

ENFERMEDAD	CAUSA	SINTOMATOLOGÍA	TRATAMIENTO
Argulosis	Varias especies de Argulus spp.	El pez se aísla del grupo, y aparece piojo de aspecto blanquecino de 3 a 4 mm de diámetro, fijándose en el cuerpo del pez principalmente en la cabeza, donde chupa su sangre.	Dipterex o Masoten (Polvo) dosis de 0.5 mg por litro de agua en el estanque durante una semana hasta su eliminación. Causa desorientación y desorden nervioso si se usa incorrectamente.
Lerneasis	Varios estadios de Lerne: adulta y nauplio.	Parásitos visibles sobre el cuerpo del pez en las escamas.	Dipterex o Masoten (Polvo) dosis de 0.5 mg por litro de agua en el estanque por semana, hasta su eliminación.
Ergasilosis	Varias especies de Ergasilus	Los peces se aíslan, dejan de comer y los parásitos se alojan en las branquias miden de 1 a 3 mm.	Dipterex o Masoten (Polvo) dosis de 0.5 mg por litro de agua en el estanque por semana, hasta su eliminación. Causa desorientación y desorden nervioso si se usa incorrectamente.
Hirudiniasis	Diversas especies de Sanguijuela	Enrojecimiento en el sitio donde se encuentra el parásito (aletas y boca)	Cloruro de sodio o Sal común, solución de 300 gr. de sal por litro de agua en baño por 30 minutos o menos si el animal presenta nerviosismo, basta con un solo tratamiento.
Ascitis infecciosa	Bacterias Aeromonas Pseudomonas	Abultamiento del vientre, aislamiento. Forma crónica: lesiones ulcerosas en la piel y músculos, se deshílan las aletas. Forma aguda: brota líquido sanguinolento en el vientre, ojos hundidos e inflamación de órganos interiores.	oxitetraciclina (Polvo) puede ser terramicina mezclar de 3 a 8 pza. en un kg de alimento en proporción al 3% del peso total del pez durante 7 días.
Saproleniasis o Micosis	Hongo saprolenia	Manchas blancas algodonosas, sobre el cuerpo, aletas y cabeza. Aislamiento del pez, falta de apetito y su nado es lento.	Permanganato de potasio en cristales, en concentraciones de 2 mg por litro de agua en el estanque, semanalmente hasta su eliminación.
Tricodiniasis	Parásito Protozoario Trichodina sp.	Exceso de mucosidad en cuerpo de branquias, y desprendimiento de escamas y enrojecimiento en zonas afectadas.	Dipterex o Masoten (Polvo) dosis de 0.5 mg por litro de agua en el estanque por semana, hasta su eliminación. Causa desorientación y desorden nervioso si se usa incorrectamente.
Exoftalmia	Cáncer en los peces	Ojos saltones, aislamiento y falta de apetito, su nado es lento y superficial hasta provocar la muerte.	No existe tratamiento, sacar a los peces, cuando presentan los síntomas antes mencionados y enterrar.

Cuadro 5 Flores, (1991)

1.4.2 Clasificación de métodos de sanidad en acuicultura:

a) Métodos externos:

Este método se realiza en forma de baño, puede ser por inmersión agregando altas concentraciones del producto terapéutico en el agua, o realizando lapsos pequeños de exposición del pez. El procedimiento se lleva a cabo suministrando el químico en la entrada de la fuente de abastecimiento de agua (es necesario conocer el flujo de entrada para evaluar la concentración). También se realizan baños cortos el cual se suministra la solución en periodos cortos y se disminuye a manera homogénea. Lo contrario al anterior son los baños largos el cual se realizan exposiciones prolongadas del tratamiento. Los tratamientos antes expuestos son costosos, así como también para suministrar a grandes densidades de siembra, por lo cual los baños con sal son el tratamiento orgánico de bajo costo el cual se utiliza para desinfectar la piel del pez (Se puede suministrar a un solo organismo, si sólo se identificó con ese padecimiento o se puede esparcir de manera homogénea en el estanque).

b) Sistémicos: (Incorporados al alimento)

Este tipo de tratamiento por medio de Inyección, se suministra a reproductores de alto valor comercial y genético. El cual se puede incluir en el alimento, mezclado de manera homogénea. Se recomienda también dispersarlo sobre el alimento con aceite de pescado para que tenga mayor consistencia. La eficiencia del medicamento depende de la solubilidad del producto en el agua.

Para tener éxito en la actividad piscícola depende completamente de la eficiencia en el cultivo, principalmente del manejo de alimento, calidad y cantidad de alimento suministrado durante toda la producción.

Ya que el alimento representa entre 50% y el 60% de los costos de producción. Aunque algunas ocasiones los productores optan por reducir los costos de este

insumo, agregándoles tortillas, coco rallado, incluso hasta alimento para pollo y conejo. Lo que se consigue con estos suplementos es que no se obtiene el peso y talla ideal para su comercialización, ya que los organismos presentan una baja masa muscular. Al suministrarlo deben observar y evaluar periódicamente cuánto alimento consume los peces, y así evitar los costos excesivos.

Un punto muy importante que se debe tener claro es que el sabor del pez depende completamente de la alimentación suministrada. La subalimentación (suspender periodos de alimentación) hace que el animal busque alimento en el fondo y su carne adquiera un sabor desagradable. En este caso, a medida que avanza el cultivo, el nivel proteico se va disminuyendo conforme va avanzando su desarrollo. Ver en Cuadro 6.

Cuadro 6. Porcentaje de proteína y peso de los organismos

Peso (gramos)	Nivel óptimo de proteína (%)
Larva a 0.5	40 -45 %
0.5 a 10	40 -35 %
10 a 30	30 – 35 %
30 a 250	30 -35 %
250 a talla comercial	25 -30 %

Cuadro 6 Flores, (1991).

1.4.3 Sistema de alimentación en acuicultivos

La parte importante para el desarrollo de todo tipo de ser vivo es la alimentación, donde la adecuada alimentación de los peces será determinante para el éxito de la crianza en términos de beneficio/costo siendo el alimento balanceado en este tipo de proyectos el insumo más costoso. Por lo tanto, la alimentación de los peces se ha realizado de forma manual y de la misma manera observar la demanda de alimento suministrado.

En este apartado se muestran los tipos de alimentos que se pueden utilizar para el desarrollo de la producción de tilapia. Los cuales son (Nutripec, Growfish, Nogafish y El pedregal), el tipo de alimento que se utilizó en el desarrollo del proyecto a partir del primer mes de producción fue Silver cup; logrando buenos resultados en el desarrollo de los organismos. Para posteriormente cambiar de alimento en la siguiente etapa de desarrollo, con Growfish, se obtuvieron buenos resultados en el desarrollo de los organismos, debido a que cuenta con el porcentaje proteico indispensable para el crecimiento de los peces. Producto que se suministró en las tres etapas de producción tales como: juvenil, desarrollo y engorde hasta finalizar la misma. Ver figura 3.



Ilustración 5 Tipos de alimento para peces. Fuente: Se obtuvieron de la página de venta de cada producto 2018.

La calidad del alimento y la forma de suministrarse es parte de, tener controlado un cultivo de peces, pero el cuidado del alimento es fundamental. El cual se debe mantener en buen estado, tenerlo alejado de la humedad y temperatura donde se encuentra almacenado. Se recomienda mantenerse en una bodega seca, libre de humedad, para evitar la oxidación de grasas y la proliferación de hongos y bacterias.

CAPITULO 2

DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto contempló tres procesos. Uno fue la organización comunitaria para la producción acuícola en la comunidad de Copala. Otra actividad importante fue la remodelación y saneamiento del estanque rústico de producción, finalizando con el proceso de producción de tilapia bajo condiciones de control de parámetros.

2.1 Proceso de organización comunitaria de productores

La organización comunitaria tiene como propósito fortalecer capacidades y habilidades de hombres y mujeres principalmente de familias completas en las comunidades rurales (Estelí, 2008). Para lograr el objetivo se requiere de personal facilitador que tenga un amplio dominio del tema, así como el manejo de métodos participativos especializados que conlleven tanto a promover, organizar y conformar la organización de los grupos.

Es de considerar, que la conformación de la organización acuícola en el municipio de Copala, donde se realiza el presente proyecto, se conformó bajo la finalidad de promover y buscar el desarrollo integral de su comunidad como el tener una fuente de empleo para sus asociados. Su integración nace a raíz de los desacuerdos que tuvieron durante su participación en una cooperativa de producción pesquera, donde participaban como socios, y sus actividades acuícolas se realizaban en estanques rústicos. Sin embargo, su renuncia a la cooperativa mencionada se dio por conflictos internos derivados de falta de organización en los trabajos de producción, problemas que derivaron en la separación de un grupo de socios quienes optaron por formar un nuevo grupo de trabajo.

En la conformación del grupo de trabajo participaron dos familias, quienes se interesaron en realizar nuevas prácticas pesqueras, sobre todo, su interés se centró en el conocimiento de prácticas de acuicultura bajo procedimiento de producción

sustentables de los procesos. Durante el proceso de su conformación se realizaron reuniones de trabajo con el propósito de generar interés por la nueva organización y que, basado en ello, les permitiera seguir trabajando en la actividad de cultivo de peces con nuevas técnicas acuícolas. Es de señalar que durante este proceso se tomaron en cuenta las opiniones de todos los interesados, lo que llevó a facilitar la unificación del grupo de trabajo y a unas propuestas de actividades a impulsar y nombramiento de responsables de cada una de ellas.

Uno de las primeras actividades desarrollados por el nuevo grupo de trabajo fue el acondicionamiento de un estanque rustico, lo que despertó las expectativas de los socios, quienes participaron activamente en su remodelación, sobre todo en los trabajos de diseño, excavación y acondicionamiento de fuente de abastecimiento de agua.

Una segunda actividad fue la capacitación que se dio al grupo de trabajo, durante este proceso teórico-práctico, se abordaron distintas temáticas, entre otras: a) ventajas de la acuicultura en estanques rústicos, b) procedimiento y densidad de siembra de peces; c) control de biometrías y d) suministro de alimento. Sin duda este proceso de enseñanza aprendizaje logró mejorar sus prácticas acuícolas independientemente de que propició una mayor integración de los socios del grupo. Ver fotos 1 y 2.

Fotos 1 y 2. Curso-taller participativo del grupo comunitario en sistemas de organización y programación de tareas



2.2 Organización y participación solidaria

Con la organización participativa se busca que los integrantes sociales, orienten sus acciones con respecto al medio ambiente. Tomando en cuenta como iniciativa la toma de decisiones en grupo, otorgando responsabilidades a todos los integrantes, y saber cómo enfrentar los problemas que los aquejan.

La organización y participación solidaria en el grupo se realizó de forma directa, con el propósito de alcanzar el objetivo, que es el mejorar las actividades acuícolas realizadas anteriormente. Lo que se intentó con la conformación del grupo fue el aporte de concientizar a la organización, por qué han ido disminuyendo los recursos a causa de la pesca inconsciente realizada por ellos. A continuación, se muestra una clasificación de puntos clave para fortalecer los núcleos de solidaridad los cuales son:

- Promover la organización de los miembros de la comunidad
- Detectar un problema y priorizar la solución de los mismos
- Formular, gestionar y administrar los proyectos del grupo
- Ejecutar y respetar los acuerdos y propuestas hechas por el grupo
- Solicitar y escuchar la asesoría técnica en caso de ser necesario
- Administrar y supervisar la correcta aplicación de los recursos
- Informar al grupo al final de cada cosecha los avances que se han tenido y las inconformidades, poniendo en claro también si es rentable y continuar (Quiroz, 2014).

Siguiendo estas funciones, serán de mayor apoyo para tener éxito en la organización y seguir creciendo como grupo.

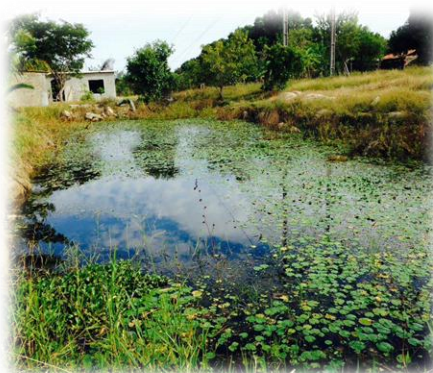
2.3 Diseño y manejo de prácticas profilácticas en los estanques y equipo

a) Orientación, dimensiones y afluente de agua

El sitio presenta las características idóneas para llevar a cabo las actividades que interesan al proyecto, el terrero ofrece posibilidades de éxito ya que el tipo de suelo presenta características con presencia de arcilla y Chernozem o negro en mayor proporción.

Durante la visita de campo realizada, anterior a la remodelación del estanque, se apreció que era una fosa con aspecto de estanque donde se tenía en producción algunos peces. Lo cual limitaba el desarrollo de los organismos prolongando el proceso de producción Ver fotos 3 y 4.

Fotos 2: 3 y 4. Características del estanque previo a su remodelación



Para el desarrollo de este proyecto se aplicó el cultivo semi intensivo en un estanque rústico de material compactado, con una superficie de 1000 m², dando una superficie de 40 m de largo y 25 m de ancho y una profundidad de 1.20 a 1.50 m.

Para llevar a cabo una remodelación factible, los estanques deben tener facilidad de llenado y vaciado, así como un control del ahorro de los recursos naturales. La orientación sugerida por Flores, (1991) está enfocada en que los estanques queden alineados con el lado más largo en paralelo con la orilla de la fuente de abastecimiento de agua. Construyéndolos con la posición contraria a los linderos de

la propiedad. La forma más recomendable para la construcción de los estanques rústicos, es el rectángulo, ya que maximiza los beneficios de los recambios de agua. En este caso a diferencia de los estanques circulares que tienen características favorables para la circulación, pero no para realizar recambios de agua constantes.

Fotos 3: 5 y 6. Proceso de remodelación de estanque y resultado final después de realizar los detalles



Continuando con detalles del proceso de remodelación, el volumen con el cual se determinó la cantidad de litros de agua en el estanque fue multiplicando el área por la altura del mismo, obteniendo el resultado se multiplica por 1000.

A partir de la determinación del volumen de la cantidad de agua a suministrar, se adaptó una bomba para uso de riego, para abastecer la superficie del estanque. Suministrándole 1500 litros para el llenado.

Lo positivo del proyecto fueron los escasos recambios de agua, que disminuyeron por el tipo de suelo con el que fue construido el estanque, ya que retenía mayormente el agua. El agua abastecida al estanque se suministró por medio de un pozo artesiano, construcción que se realizó con ayuda de tubería de PVC compuesta con codos móviles en 90° en forma vertical con orientación al canal de distribución de agua, favoreciendo la caída de forma natural para incrementar la oxigenación del agua. Para el aprovechamiento del agua utilizada durante el desarrollo de la producción, se distribuyó a sembradíos de calabaza, sandía y jamaica sirviéndoles como fertilizante orgánico.

b) Encalado de estanque rústico

El encalado es una medida de conservación de los estanques y tiene una acción beneficiosa sobre el estado sanitario de los peces previo a la producción. El encalado, se efectúa con cal viva, a través de la técnica de desinfección, para la cual se utilizó un bulto de 25 kilos de óxido de calcio comúnmente llamada “cal”. Se inicio desde el interior hasta los bordos del estanque. Se sugiere exponer el estanque al sol durante varios días para eliminar la presencia de huevecillos, larvas u otros organismos que pudieran alterar o afectar la siembra de peces Ver fotos 7 y 8.

Fotos 4: 7 y 8. Actividad de encalado y desinfección de estanque, previo a la siembra de organismos



c) Remodelación de fuente de abastecimiento de agua

Para la remodelación de la fuente de abastecimiento de agua se utilizaron 200 metros de tubo de PVC de 2”, con ayuda de una bomba de agua adaptada a la manguera de riego y colocada a una pichanca para facilitar el bombeo del agua.

Durante el transcurso del proyecto se utilizaron cinco litros de gasolina, que duraban aproximadamente un mes, por los escasos recambios de agua.

Para tener un control del agua suministrada se adaptó un pilar de concreto en el interior del estanque para observar la cantidad de agua que necesitaban los organismos durante el proceso de producción.

Otro gasto importante que se realizó durante la construcción de la fuente de abastecimiento de agua fue el pago de dos horas de uso de maquinaria pesada, para la construcción del pozo artesiano. El cual fue de mucha ayuda para obtener acceso al agua Ver fotos 9 y 10.

Fotos 5: 9 y 10. Realizando acondicionamiento de tubería de abastecimiento de agua



d) Colocación de protección del estanque

La protección del estanque se utiliza como barrera contra cualquier tipo de pájaro o animal depredador en piscicultura o acuicultura.

Motivo por el cual se decidió a realizar ese tipo de protección, ya que las aves son un peligro para los cultivos de pescado, siendo está la principal forma de protección para cultivos acuícolas. Para llevar a cabo la colocación de protección se utilizaron 100 m de trasmallo de pesca, un carrete de hilo cáñamo y estacas de madera para hacer tipo jaula, así proteger el estanque, evitando que las aves se comieran los organismos Ver fotos 11, 12 y 13.

La malla plástica de protección para estanques no tiene ningún impacto sobre el medio ambiente: es prácticamente invisible, pero los animales sí son capaces de percibirla manteniéndolos alejados del área de producción.

Fotos 6: 11, 12 y 13. Colocación de protección de estanque contra aves



2.4 Proceso de producción acuícola de tilapia (*Oreochromis niloticus*), en estanque rústico

a) Manipulación y manejo del traslado de crías de tilapia

Una de las actividades más importantes en el desarrollo de cultivos acuícolas es el traslado de los peces, en el cual pueden utilizarse diferentes recipientes tales como: baldes de metal o plástico, tinas, bolsas plásticas o taras.

Fotos 7: 14 y 15. Embolsado y entrega de organismos por parte del encargado del laboratorio



Para recibir los organismos requeridos en el Laboratorio Quinto Patio, ubicado en el municipio de Atoyac de Álvarez, donde se llegó a las 11:30 de la mañana para recibir la entrega de 5000 crías de tilapia hormonada para dicha siembra, organismos que fueron colocados en bolsas plásticas de 90 cm x 60 cm con 1/3 de agua y con reserva de oxígeno para que los organismos pudieran llegar al municipio de Copala Ver fotos 14 y 15. Para el traslado de los peces se realizó de la manera más rápida y directa posible. Teniendo cuidado de no exponerlos al sol. Después de casi seis horas de viaje, se llegó sin problemas al municipio de Copala, para realizar dicha siembra. Hubo un registro de los decesos contabilizando 52 crías, debido a que algunos organismos no soportaron la falta de oxígeno y el estrés provocado por el viaje. A pesar del número de organismos muertos, la tasa de mortalidad es baja para la cantidad de siembra que se realizó.

b) Aclimatación de crías de tilapia

Una vez transportadas las crías de tilapias a su destino, en este caso que son los estanques de cultivos, deben pasar por una aclimatación previa. La cual consiste en igualar la temperatura del agua en donde serán introducidos los organismos. El lapso de tiempo que se requiere para esta actividad es de una duración de cinco a 15 minutos en promedio.

Durante el proceso de aclimatación, las bolsas plásticas tienen que estar flotando sobre la superficie del agua donde serán liberados. Lo que permite a los peces nadar fuera de las bolsas hacia su nuevo ambiente.

Por ningún motivo se deben arrojar a los peces en su nuevo ambiente, desde cualquier altura. Conociendo que están susceptibles y débiles debido al trayecto del traslado Ver fotos 16, 17 y 18.

Después de llevar a cabo la siembra de organismos se procedió a suministrarles 100 g de alimento balanceado con 45% proteína para bajar los niveles de estrés en el que venían sometidos. Al momento de suministrarles alimento hubo una favorable

aceptación por parte de los organismos. A pesar de que algunos manuales recomiendan no suministrarles alimento durante el periodo de siembra. Juárez, (2014).

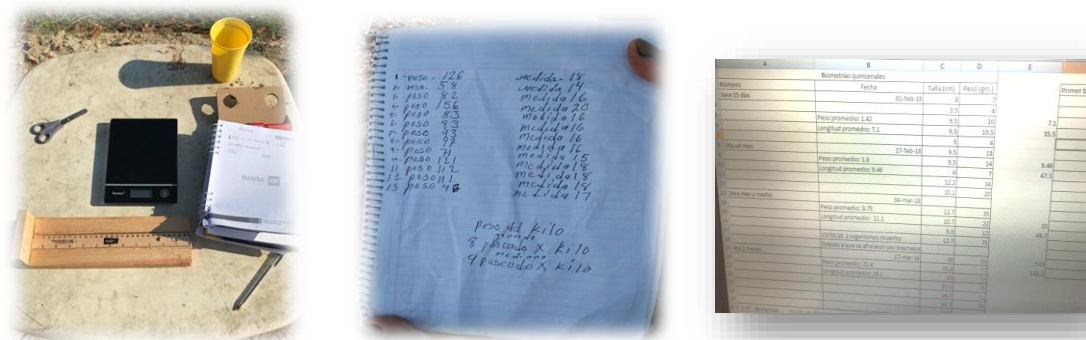
Fotos 8: 16, 17 y 18. Siembra de crías de tilapia (*Oreochromis niloticus*)



2.5 Bitácora de trabajo (muestreo de parámetros fisicoquímicos y biometrías)

Para estas actividades se utilizó una bitácora de trabajo, realizando anotaciones tales como: a) cantidad de organismos sembrados, b) balance de la cantidad de alimento suministrado desde el primer día de siembra, c) número de porciones requeridas durante el día (tres veces por día) d) registros de mortalidades durante el proceso de producción Ver fotos 19, 20 y 21.

Fotos 9: 19, 20 y 21. Herramientas de trabajo para el control de datos



2.6 Sistema de biometrías quincenales

Para realizar las biometrías se llevó un registro de Talla y Peso las cuales permiten determinar el estado del pez. Se procedió a sacar la muestra con una red manual, colocándola en cubetas de con agua del mismo estanque para luego proceder a medir las tallas y pesos individuales. Los muestreos se hicieron mensualmente, durante los cuatro meses y medio, registrándose los datos en tablas que luego permitirán calcular tallas y pesos promedios. Para ello se utilizó una báscula multiusos digital gramera de 5 kg con tazón incluido, así como también una regla para llevar a cabo la medición de tallas en cm Ver fotos 22 y 23.

Fotos 10: 22 y 23 Capacitación a productores en toma de biometrías



2.7 Determinación de parámetros Físico Químicos

a) *Oxígeno disuelto*

Distintos estudios señalan que la tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1.0 mg/l), sin embargo llegar a tales extremos afecta a los organismos provocando estrés, cuando el oxígeno baja a tales valores se presenta el comportamiento de “boqueo” (los organismos buscan en la superficie superior del agua captar oxígeno abriendo y cerrando la boca), el que un cultivo presente bajas permanentes de oxígeno reduce el crecimiento de los peces, por lo que en los

cultivos de acuicultura se debe tener cuidado de llevar los registros de los valores de oxígeno disuelto y tratar de mantener sus valores por encima de los 4 mg/l.

Para la toma de parámetros fisicoquímicos del agua se utilizó un Oxímetro de Acuicultura Milwaukee Msi 600 a fin de obtener mediciones precisas de oxígeno, este equipo cuenta con microprocesador con sonda polarográfica y pantalla LCD, el que utiliza solución electrónica MA9071 de 20 mililitros. Instrumento que garantizó la medición de oxígeno disuelto en el estanque durante toda la producción.

Las mediciones se realizaron durante los siguientes horarios: 6:00, 15:00 y 19:00 h a fin de llevar un control diario de la cantidad de oxígeno y en su caso prever alguna contingencia al respecto.

Así en términos generales, se observó que durante los cuatro meses y medio del proceso de producción la presencia del oxígeno presentó una media de:

- a) 2.5 mg/L de oxígeno a las 6:00
- b) 7.2 mg/L de oxígeno a las 15:00
- c) 5.2 mg/L de oxígeno a las 19:00 h

Es decir, los parámetros de oxígeno no pusieron en peligro el proceso de producción y los valores obtenidos se consideraron óptimos para el crecimiento de la tilapia. Ver fotos 24 y 25.

Fotos 11: 24 y 25. Toma de muestra de parámetros fisicoquímicos del agua y equipo utilizado



b) Temperatura

Los peces son animales poiquiloterms (su temperatura corporal depende de la temperatura del medio) y altamente termófilos (dependientes y sensibles a los cambios de la temperatura). En la acuicultura, sobre todo en cultivos de tilapia, el rango óptimo de temperatura para varía entre 28°C y 32°C, aunque ésta puede continuarse con una variación de hasta 5°C por debajo de este rango óptimo. Para el muestreo de temperatura se utilizó un termómetro Boyu para acuario Bt-01 de Cristal instrumento que garantizó la medición de la temperatura en el estanque.

De acuerdo a las mediciones que se realizaron en los horarios 6:00, 15:00 y 19:00 h con el propósito de llevar un registro de las variaciones de temperatura y en su caso prever alguna contingencia, la temperatura presentó un promedio de temperatura tomadas durante cuatro meses cada quince días. obteniendo los siguientes valores que están dentro del rango de temperatura que favorece el desarrollo de los peces en la acuicultura Ver fotos 26 y 27.

- a) 29 °C a las 6:00
- b) 32° C a las 15:00
- c) 30° C a las 19:00 h

Fotos 12: 26 y 27. Toma de temperatura in situ y equipo utilizado



2.8 Programa de alimentación

El éxito de la producción de tilapias en cultivos acuícolas, depende de la eficiencia en el mismo, principalmente de manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento suministrado a los organismos.

La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían dependiendo de la etapa en que se encuentra el pez. El tipo de alimentación aplicado en las distintas etapas de producción son parte importante en el crecimiento de los organismos en cultivos controlados.

El cálculo de la cantidad suministrada de alimento en relación al cuadro 7. de suministro de alimento en las distintas etapas de desarrollo de los organismos cultivados, se presencié en la 2ª etapa de juvenil y engorde a partir de los tres meses el mayor crecimiento de los organismos obteniendo una talla de entre los 21 a 25 centímetros de longitud y talla total comercial, teniendo un rango de crecimiento de cuatro centímetros por mes en cada organismo. Presentando tallas y pesos favorables para su comercialización Ver Cuadro 7.

Cuadro 7. Suministro de alimento en distintas etapas del proceso de crecimiento

Periodo	Etapas de crecimiento	Talla (longitud) cm promedio	Peso promedio g	Alimento (g/día)
Febrero	Alevín	9.5 a 12.2	14 a 34	296
Marzo	Juvenil 1ª. etapa	15.2 a 17	51 a 84	1500
Abril	Juvenil 2ª. etapa	19.5 a 21	119 a 126	6500
Mayo	Adulto (engorda)	25.0	252	10000

Cuadro 7 Elaboración propia

A continuación, se presentan algunos aspectos importantes sobre el buen manejo del alimento

- El alimento representa entre el 50% y el 60% de los costos de producción.
- Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más costoso.
- Un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad del negocio.
- Una producción semi- intensiva e intensiva depende directamente del alimento.
- El sabor del animal depende de la alimentación suministrada.
- La subalimentación hace que el animal busque alimento del fondo y su carne adquiera un sabor desagradable.

2.9 Determinación de biometrías de los organismos

Las biometrías realizadas durante el proceso de producción de los organismos de la especie de tilapia (*Oreochromis niloticus*) se realizaron mensualmente, con el fin de determinar el estado del pez, la muestra se sacó con atarraya, colocándola en cubetas o tinas con agua del mismo estanque para luego proceder a medir las tallas y pesos individuales. Los muestreos se hicieron mensualmente, registrándose los datos en tablas que luego se procedió a calcular las tallas y pesos promedios. Estos muestreos sirven para determinar el grado de salud del pez, a través de observaciones de la textura, coloración y tamaño según la fecha de siembra. Después del proceso de medición y pesado se procedía a liberar los organismos al estanque cuidadosamente.

De esa manera las variables observadas fueron peso (gramos) y talla (longitud), donde el cálculo se dio en la suma total de peso de organismos dividido entre la muestra tomada que en cada muestreo fue de 10 organismos. Las biometrías se iniciaron a partir del 17 febrero del año 2018 un mes después de haberse realizado la siembra y finalizando hasta el 17 de mayo días antes de llevar a cabo la cosecha de los organismos.

Analizando los resultados de las biometrías, por lo que corresponde al peso en el mes de abril los organismos presentaron un total de 10.5 g el cual a los cuatro meses y medio se incrementó a 252 g aumentando un total de 241.5 durante los cuatro meses y medio de producción.

En el Gráfico 1, se observan los pesos promedio que tuvieron los organismos durante los distintos periodos de la toma de muestras. Se identifica que el mayor peso se presentó durante los meses de abril y mayo lo que permitió que los organismos alcanzaran el peso comercial aceptable por el mercado regional para su dicha venta Ver Gráfico 1.

Gráfico 1. Peso promedio de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) durante el periodo de producción febrero-mayo 2018

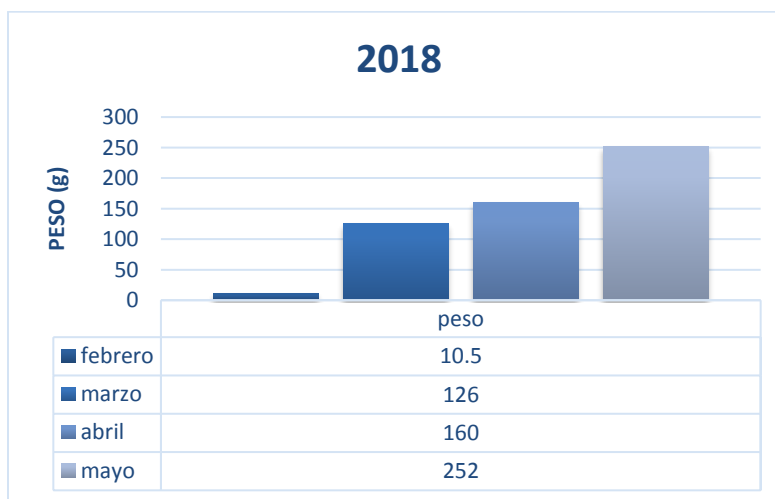


Gráfico 1 Elaboración propia

Por lo que corresponde a las biometrías de talla (longitud), en los muestreos no se detectaron diferencias significativas en la longitud promedio en sus distintos estadios. Los datos que se observan en el Grafico 2, dan cuenta del crecimiento que obtuvieron los organismos durante todo el periodo de producción. Al observar el gráfico, se identifica que los organismos alcanzaron un mayor crecimiento en el

periodo abril-mayo, ciento un total de 18.4 a 25 cm, talla aceptada por el mercado local para su compra Ver Gráfico 2.

Gráfico 2. Talla (longitud) promedio de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) durante el periodo de producción febrero-mayo 2018

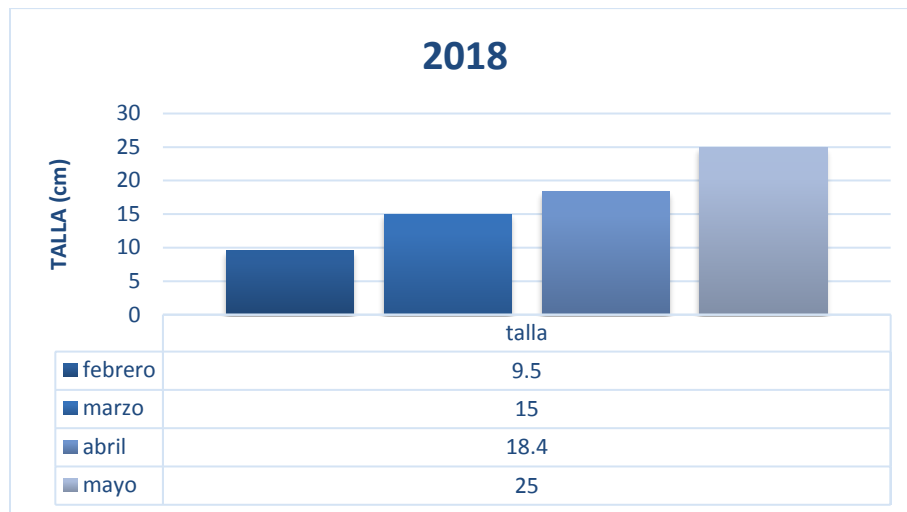


Gráfico 2 Elaboración propia

Al observar el Gráfico 3, encontramos que la relación peso-longitud se presentó de la siguiente manera:

- Durante el periodo febrero-marzo, se logró un mayor peso, dado que se obtuvo un incremento de 116.5 g aun cuando el crecimiento sólo se dio en 4.5 cm.
- En el periodo abril-mayo, los peces alcanzaron 92 g y su longitud fue de 6.5 cm.

Dado lo anterior se concluye que en la etapa alevín-juvenil es cuando la tilapia en cultivos en estanque rústico presenta un mayor peso con relación a la longitud y en la etapa de juvenil-adulto desarrolla mayor longitud que peso Ver Gráfico 3.

Gráfico 3. Relación peso longitud de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) durante el periodo de producción

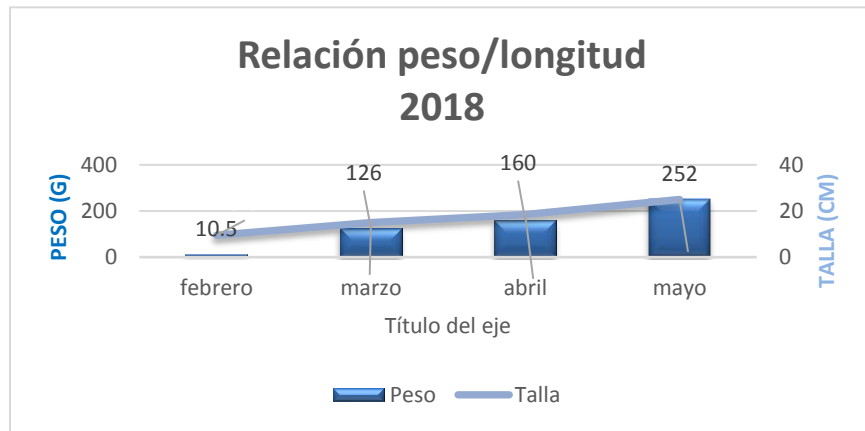


Gráfico 3 Elaboración propia

3. Proceso de cosecha y eviscerado

La cosecha es la etapa final del cultivo, se pueden realizar cosechas totales o parciales, dependiendo de la cantidad y frecuencia con que se venderá el producto.

Esta actividad se realizó a mediados del mes de mayo del año 2018, cuatro meses y medio después de la siembra, en donde los peces alcanzaron un tamaño y peso comercial de acuerdo a los requerimientos del mercado. Es de considerar, que en términos de seguimiento del proyecto se participó en una primera captura, aun cuando quedó pendiente una segunda cosecha Ver fotos 28 y 29.

Fotos 13: 28 y 29. Integrantes del grupo realizando la cosecha con apoyo de una atarraya y organismos extraídos



Como primer paso se disminuyó el nivel de agua del estanque en un 50% a fin de que los peces acompañen el descenso del agua. Se procedió a extraer los organismos con ayuda de una atarraya para tener un mayor control de la cantidad extraída. Posteriormente se llevó a cabo la eviscerada, actividad que consiste en limpiar los organismos y sacar sus vísceras del mismo, donde hombres como mujeres juegan un rol importante en la cosecha. Finalmente se procedió a colocar los organismos extraídos del estanque en hieleras para conservar su frescura durante el traslado al punto de venta Ver fotos 30, 31 y 32.

Fotos 14: 30, 31 y 32. Captura y eviscerado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) durante procesos de muestreo



Reglas importantes a seguir cuando se cosecha un estanque

1. No proporcione alimento 48 horas antes de la cosecha. Este tiempo es suficiente para que los peces vacíen sus intestinos y haya una mayor supervivencia.
2. Siempre coseche durante las horas más frescas del día. Si la cosecha es total, empiece a vaciar el agua del estanque durante la noche anterior. Los peces deben de ser cosechados en la mañana, antes de que la temperatura se eleve por encima de 28 °C.
3. Siempre planee la cosecha con anterioridad. Con tiempo suficiente haga los arreglos necesarios con las personas encargadas de la venta del pescado. Si los peces no van a ser vendidos vivos, se debe obtener suficiente hielo para la preservación adecuada del pescado.

4. Rentabilidad del proyecto

La rentabilidad tiene que ver con el costo-beneficio derivado del proyecto. En términos generales con este análisis se logra identificar si se cubre parte de los objetivos planteados por los productores y su decisión de seguir futuros trabajos.

Desde la posición financiera, se entiende que la relación beneficio/costo (B/C), es un cociente que se logra obtener al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.

Fórmula:

$$B/C = VAI / VAC$$

Así, podemos señalar que B/C compara de manera directa los beneficios y los costos y para su cálculo hay que determinar la suma de los beneficios presentes que se dividen sobre los costos realizados.

Sin embargo, bajo este enfoque de análisis, hay que considerar la comparación de B/C en comparación con 1, Por lo que un proyecto será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad. Por lo que se llega a lo siguiente:

$B/C > 1$ muestra que los beneficios superan los costos, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.

$B/C = 1$ bajo este resultado no hay ganancias ni pérdidas, dado que los beneficios son iguales a los costos.

$B/C < 1$, indica que los costos son mayores que los beneficios, por tanto, debe de desecharse el considerar seguir con el proyecto.

Nota: una relación beneficio/costo de 1.20 nos indicaría que el beneficio de ésta es de 20 centavos por cada peso invertido.

Bajo la fórmula anterior, para la evaluación de la rentabilidad se tomaron:

- a) Los costos variables
- b) Costos fijos
- c) El valor de la producción a precio de mercado regional

En términos del periodo, se considera para el análisis del proyecto es de cuatro meses y medio. Donde los costos implicaron desde la remodelación del estanque rústico, que implicó erogaciones que serán parte de los activos del proyecto y por ende del grupo de productores, hasta los costos del proceso de producción, durante el transcurso de la venta del producto.

El cálculo de la rentabilidad del proyecto se realizó tomando en cuenta los costos e ingresos derivados del mismo. Por lo que corresponde a costos estos se describen en el Cuadro 8. Es de hacer denotar que el mayor costo lo representó la compra de alimento que representó el 24% de los costos, seguido del costo de remodelación del estanque que representó el 20% y compra de equipo que representa el 16% de los gastos de operación. Ver Cuadro 8 y 9.

Cuadro 8. Costos variables de la operación del proyecto

Costos variables	Cantidad/unidades	Monto (pesos)
Concepto		
Compra de alevines	5000 peces	4000.00
Alimento polvo	20 kg	1160.00
Alimento de desarrollo	400 kg	5600.00
Alimento de engorda	200 kg	2800.00
Renta de maquinaria	13 horas	7800.00
Oxímetro	1 pieza	6500.00
Termómetro	1 pieza	50.00
Trasmallo	30 metros	700.00
Tela mosquitero	2 metros	50.00
Hielo en barra	2 unidades	140.00
Báscula gramera (5kg)	1 unidad	235.00
Combustible	10 litros	189
Regla de madera	1 unidad	120.00
Permiso para vender	1 unidad	100.00
Carbonato de calcio (Cal P24)	100 kg	200.00
Total, en pesos mexicanos		\$ 29,654.00

Cuadro 8 Elaboración propia

Cuadro 9. Costos fijos de operación

Costos fijos	Cantidad/unidades	Monto (pesos)
Concepto		
Mano de obra en remodelación de estanque	2 jornales	400.00
Mano de obra	90 jornales	9000.00
Total, en pesos mexicanos		\$ 9400.00

Cuadro 9 Elaboración propia

Total, de Costos = \$39, 054.00

Los ingresos se calcularon de acuerdo a la producción de los organismos y al precio de mercado cuando alcanzaron un total en peso de 252 g.

Los Ingresos fueron calculados en función del peso de los organismos alcanzado a los cuatro meses del proceso de producción, tomando en cuenta el peso alcanzado y una merma probable del 10% de los sembrados al inicio del proceso productivo. Ver Cuadro 10. Datos de ingresos de producción durante el proceso de realización de proyecto.

Cuadro10. Ingresos por producción

Ingreso por venta mínima de producto				
Producción	4500 organismos .250 Kg	1125 kg X	45.00 por Kg.	50,625.00

Cuadro 10 Elaboración propia

Rentabilidad Costo - beneficio

$$B/C = VAI / VAC$$

Y si $B/C > 1$, entonces tenemos que:

Rentabilidad del proyecto: $50,625.00/39,054.00 = 1.2$

Por lo que podemos señalar que la relación de costo-beneficio del proyecto fue moderado, debido a que es un proyecto nuevo donde el costo de acondicionar el estanque no es anual, sino una sola vez, reduciendo las actividades de mantenimiento y remodelación a un plazo de tres años. Esto reducirá el costo total anual de cada producción.

Desde la perspectiva financiera cumple con los objetivos de los productores, tanto económicos como organizativos. Lo económico dada la rentabilidad del proyecto, el que se considera como moderadamente rentable, además de que cumple con la expectativa de la organización como generador de empleos para sus asociados.

5. Conclusiones

En el presente trabajo de grado se realizaron procesos de organización productiva acuícola en un grupo de productores rurales, a quienes en principio se les convocó a participar como grupo de trabajo y para motivarlos se les presentó el proyecto de cultivo de peces en estanquería rústica, como actividad alternativa tanto de generación de empleo como de producción de alimento de autoconsumo.

Posterior a la conformación del grupo de trabajo se procedió a implementar un programa de capacitación en el que se incluyeron cursos de participación comunitaria, actividades que permitieron cumplir con uno de los objetivos específicos de fomentar la organización productiva sustentable de un grupo acuícola.

En un segundo momento del trabajo de grado se procedió a remodelar un estanque rústico para el cultivo de tilapia, el cual tiene 25 metros de ancho y 40 metros de largo, con profundidad de 1.20 metros, adecuando sus bordos y taludes de tal manera que presentara tanto su ubicación como sus medidas las condiciones para el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Los resultados mostraron la pertinencia del estanque, dado que se obtuvo la cosecha esperada en 135 días, a partir de la siembra y con tallas de 25 centímetros y peso de 252 gramos de los organismos, peso y talla que demanda el mercado local. Los trabajos anteriores, permitieron lograr el segundo objetivo de la investigación de diseñar y remodelar un estanque rústico para el cultivo sustentable de tilapia.

El tercer objetivo específico contemplado y que consistió en evaluar el crecimiento y sobrevivencia de la especie cultivada, así como su rendimiento en monocultivo en estanque rústico, se cumplió durante el proceso de producción, dado que durante todo el periodo se realizó un permanente muestreo de parámetros fisicoquímicos y biometrías de los organismos. Es de considerar que en todos estos trabajos participaron y se capacitaron en las técnicas utilizadas el conjunto de productores, es decir, el proyecto permitió el apropiamiento de conocimientos y técnicas de

producción por parte de los directamente involucrados (productores), lo que permitirá la continuidad del proyecto.

Bajo tales resultados, podemos concluir que se cumplió el objetivo general planteado de desarrollar un modelo de monocultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en una comunidad rural.

Finalmente, y dados los resultados de la investigación, se demostró que los proyectos de cultivo de peces en estanquería rústica y bajo técnicas adecuadas, son alternativa para generar empleo e ingresos a productores ubicados en regiones rurales, además de que favorecen la producción de alimento de autoconsumo y no impactan en cambios severos al medio ambiente, dado que el impacto ecológico al medio ambiente, en su caso, es mínimo.

Bibliografía consultada

Arredondo, J. I. (1993). Fertilización y fertilizantes: su uso y manejo en la acuicultura. Universidad autónoma metropolitana. Unidad Iztapalapa, México.

Aristondo, E. (2008). Manual de producción de tilapia con especificaciones de calidad e inocuidad 144 páginas.

Arocena, J. (2002). El desarrollo local: un desafío contemporáneo. Taurus - Universidad Católica Segunda Edición Uruguay.

(Basurto, 1984; Morales 1991). Proyecto de crecimiento y engorda de mojarra tilapia pargo cerezo (*Oreochromis* sp.) en encierro rústico en el estero la vigueta, municipio de Tecolutla, Veracruz. México.

Blanes, J. (2008). Participación Comunitaria. Rev. Derecho n. 29 barranquilla Junio, 2008.

ONU/Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. MMAD, (1987). Informe de Brundtland Nota del Secretario General informe de la comisión mundial sobre el medio ambiente y desarrollo. Disponible en: http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_Lecture_1/CMMA-D-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf. Citado el 13 de octubre del 2018.

CONAPESCA. Anuarios estadísticos de acuicultura y pesca 2005-2011.

Dubois, A. ((2002)). Un concepto de desarrollo para el siglo XXI. Revista Asuntos económicos y administrativos, 8.

Dorantes, J. Astudillo, X. Maeda, A. Espinoza, D. (2017). Modelo de reproducción escalonado de tilapia durante la etapa de engorda en un sistema semi-intensivo en estanques rústicos. Innovación y Competitividad en Sectores Estratégicos. Universidad Autónoma de Guerrero.

El estado mundial de la pesca y la acuicultura 1998. FAO 2004.

¿Disponible en: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=///docrep/w9900s/w9900s00.htm consultado el día 4 de abril 2018.

Estelí, M. (2008). Organización comunitaria, folleto 1 “organización”.

Escobar J. (2007). El desarrollo sustentable en México (1980-2007) Revista Digital Universitaria. 10 de marzo 2007. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num3/art14/art14.pdf>

Fabián, García (octubre 2013). Manual de tilapia. Divulgación acuícola. Vol. 13, págs. 18.

FAO (2012). El estado mundial de la pesca y la acuicultura y la alimentación. Invertir en la agricultura para construir un mejor futuro. Internet: <http://www.fao.org/3/a-i3028s.pdf>.

FAO (2013). El estado mundial de la pesca y la acuicultura y la alimentación. Las múltiples dimensiones de la seguridad alimentaria. Internet: <http://www.fao.org/3/a-i3434s.pdf>.

FAO (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.

Flores, P. (1991). Manual de crianza de tilapia. NICOVITA TILAPIA av. argentina 4695 Carmen de la Legua - Callao 3. 49 pp. Disponible en: www.alicorp.com.pe consultado el día 4 de abril 2018.

Foladori, G. (2001). Controversias sobre sustentabilidad. La coevaluación sociedad naturaleza, primera edición, junio del año 2001. Universidad Autónoma de Zacatecas.

García F. (2017). Curso intensivo de acuicultura y cultivo de tilapia. Vol. 39, págs. 46.

González, M. Barrera J. Alcázar, R. (mayo-agosto 2017). Contribución al conocimiento de los peces. Eco fronteras, vol. 21, págs. 40.

INEGI (2005). Instituto nacional de estadísticas y geografía. Censo de población y vivienda 2005.

INEGI (2010). Instituto nacional de estadísticas y geografía. Censo de población y vivienda 2010.

Juárez, A. (2014). Proyecto crecimiento y engorda de mojarra tilapia pargo cerezo, (*oreochromis* sp.) en encierro rústico en el estero casitas, municipio de Tecolutla, Veracruz. México.

Leff, E. (2010). "Saber ambiental", globalización, ambiente y sustentabilidad. Siglo xxi, editores, 1998, 6ª edición, 2010.

Nisbet, R. (1986). "La idea de progreso". Barcelona: Gedisa

Ornelas, R. Aguilar, P, Hernández, B. Un enfoque Sustentable al cultivo de tilapia. Acta Universitaria. Disponible en línea 2017, [Fecha de consulta: 23 de enero de 2019] Disponible en <<https://www.redalyc.org/html/416/41653410003/>> ISSN 0188-6266

PENUMA. (2002). Integración de Medio Ambiente y desarrollo Programa de las naciones Unidas para el Medio Ambiente. Geo 3.

Quiroz, N. (2014). Desarrollo local su conceptualización y proceso. Revista de ciencias sociales. Facultad de ciencias económicas y sociales.

Rodríguez, S (2002). Engorda de tilapia, Saltillo Coahuila México.

Saavedra, M. A. (2006). Texto de asignatura. Producción agropecuaria y acuícola.

SAGARPA (2009-2030). Propuesta para el desarrollo del cultivo de tilapia en México. Programa rector nacional de pesca y acuicultura.

WHO, (1999). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Tilapia para la Inocuidad Alimentaria. Organización Mundial de la Salud.

ANEXOS

A) SOCIALIZACIÓN DEL PROYECTO



Fotos 33, 34 y 35. Presentación de propuesta de proyecto al grupo integrado.

B) REMODELACIÓN DE FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



Fotos 36, 37 y 38. Resultado final después de remodelación de estanque.

C) PROCESO DE DESINFECCIÓN Y ENCALADO DEL ESTANQUE



Fotos 39, 40 y 41. Proceso de encalado y desinfección del estanque, días antes previo a la siembra.

D) ENTREGA DE CRÍAS DE TILAPIA EN LABORATORIO ACUÍCOLA



Fotos 42, 43 y 44. Entrega de crías para traslado en laboratorio.

E) SIEMBRA DE ORGANISMOS EN ÁREA DE PRODUCCIÓN



Fotos 45, 46 y 47. Aclimatación de crías en cunero, hecho a base de malla mosquitero con barotes traídos del campo, y posteriormente llevada a cabo la siembra de las crías.

F) COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN PARA AVES SILVESTRES



Fotos 48 y 49. Colocación de protección del área de producción, para evitar la entrada de aves tales como: Martín Pescador, Garzas, Gavilán etc. Entre otros organismos terrestres.

G) MODIFICACIÓN DE PESO DE ALIMENTO DE ORGANISMOS



Foto 50. Integrantes abriendo bolsa de alimento.



Foto 51. Pesando alimento de organismos para cambio de ración.



Fotos 52 y 53. Integrantes del grupo acuícola alimentando organismos en estanque de producción.

H) TOMA DE PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS



Fotos 54, 55 y 56. Toma de Oxígeno disuelto y temperatura en diferentes puntos y profundidad del estanque. Material utilizado para la toma de parámetros (oxígeno).

I) BIOMETRÍAS DE ORGANISMOS REALIZADAS MENSUALMENTE Y COSECHA.



Foto 57. Integrantes del grupo realizando biometrías mensuales.



Fotos 58 y 59. Material utilizado para realizar biometrías (báscula y regla).



Foto 60. Báscula con organismos.



Foto 61. Medidas que alcanzaron los organismos durante el desarrollo de producción.



Foto 62. Integrantes vaciando organismos en bandejas de plástico.



Foto 63. Vaciando parte de la cosecha.



Foto 64 y 65. Integrantes del grupo contabilizando cosecha.



Foto 66, 67 y 68. Integrantes del grupo realizando eviscerado de organismos para limpiar el producto para su venta.