

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO



CENTRO DE GESTIÓN DEL DESARROLLO MAESTRÍA EN GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE



PROGRAMA INCORPORADO AL SISTEMA NACIONAL DE POSGRADO (SNP)

Título del proyecto:

**Estrategias técnicas de producción del cultivo de Tilapia
(*Oreochromis niloticus*) en estanques rústicos, como apoyo para
los productores rurales pertenecientes a la colonia “El Varadero”
en Coyuca de Benítez, Guerrero**

Trabajo de Investigación

**Que para obtener el grado de
Maestría en Gestión para el Desarrollo Sustentable**

Presenta:

David Barrera Montiel

Matricula: 11253175

Generación 2021-2023

Director del Proyecto

Dr. Ramiro Morales Hernández

Comité Tutorial

Dra. Brenda Ivonne Morales Benítez

Dra. Gloria Torres Espino

Dr. Manuel Ignacio Ruz Vargas

Dr. Miguel Ángel Melo García

Contenido

Resumen.....	6
INTRODUCCIÓN.....	8
La acuicultura en el estado de Guerrero.....	10
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
JUSTIFICACION.....	16
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	
Antecedentes y características del cultivo de Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	18
Desarrollo local.....	18
Acuicultura rural sustentable.....	19
Producción acuícola.....	20
Pesca sostenible.....	22
Características del cultivo de la especie tilapia	
Clasificación Taxonómica Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758).....	23
Información biológica.....	24
Alimentación durante el cultivo.....	26
Sanidad, Manejo Acuícola y Síntomas de enfermedades.....	28
Reproducción de la Tilapia.....	29
Reversión Sexual.....	30
Criadero.....	30
Requerimientos de cultivo en estanques.....	30
Sistemas de cultivos.....	31
Mercadeo en México.....	31
Producción total en México de la especie tilapia.....	32
CAPITULO II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Diseño metodológico.....	33
CAPITULO III.IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL.PROYECTO.....	35
Primera etapa: organización y planeación. Socialización y diseño del proyecto.....	36
II. Diagnóstico del sistema actual de producción.....	37
Toma de Parámetros físico químicos de la calidad del agua.....	40
III. Elaboración del plan de trabajo.....	41

IV. Tareas y Responsabilidades del Grupo de Trabajo.....	43
2. Segunda etapa. Implementación del proyecto	
A. Talleres en capacitación e innovación en producción acuícola.....	44
I. Taller de Reproducción de la Tilapia <i>Oreochromis niloticus</i>	44
II. Taller de Biometría y Mortandad de peces.....	46
III. Taller de Manejo de Herramientas Técnicas en Producción.....	47
IV. Taller de Construcción de Jaulas.....	50
Recomendaciones para la alimentación de los peces en producción.....	53
B. proceso de producción.....	54
Material y herramientas en bodega.....	55
Instalación de Jaulas.....	58
Instalación de red perimetral de seguridad.....	59
II. Manejo de Reproductores y crías en jaulas.....	60
1. Conteo y siembra de crías.....	61
Resultados del conteo de crías.....	63
2. Engorda de Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>).	
Registro de Biometrías y Tasa de Alimentación Diaria (TDA).....	64
Manejo de tasa de alimentación.....	67
Análisis de parámetros físico químicos del agua	68
Mortandad total.....	68
3. Cosecha.....	69
CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS.....	72
Anexos.....	79

Contenido de figuras

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.....	14
Figura 2. Pesca y acuicultura. Censos Económicos 2019-2021.....	21
Figura 3. Tilapia <i>Oreochromis Niloticus</i> , Anatomía Externa.....	24

Figura 4. Identificación sexual Macho-Hembra.....	25
Figura 5. Ciclo de reproducción de Tilapia Oreochromis Niloticus	29
Figura 6. Producción total en México de la Tilapia.....	32
Figura 7. Reunión de productores.....	36
Figura 8. Condiciones en las que se encontraron los estanques.....	38
Figura 9. Presencia de mortalidad de aves.....	37
Figura 10. Proliferación de alimento natural en estanque 2	39
Figura 11. Toma y registro de parámetros físico químicos	40
Figura 12. Captura de Reproductores de Tilapia.....	45
Figura 13. Biometría de peces.....	46
Figura 14. Inspección de mortandad de los peces.....	47
Figura 15. Herramientas para el registro de parámetros físico químicos del agua.....	48
Figura 16. Practica en campo de productores en toma de parámetros.....	49
Figura 17. Diseño de jaulas.....	50
Figura 18. Material para la construcción de jaulas.....	51
Figura 19. Productores en la construcción de Jaulas.....	52
Figura 20. Alimentación de peces en estanque.....	53
Figura 21. Estrategia alimentaria para peces.....	54
Figura 22. Plano satelital de la granja.....	55
Figura 23. Limpieza de estanques.....	56
Figura 24. Llenado de estanques.....	57
Figura 25. Material y herramientas de llenado.....	57
Figura 26. Forma de nidos de Tilapia en estanques.....	58
Figura 27. Instalación de jaulas.....	58
Figura 28. Instalación de red perimetral.....	59
Figura 29. Reproductores de Tilapia y alimentación.....	60
Figura 30. Captura y conteo de crías.....	62
Figura 31. Crías de Tilapia.....	62
Figura 32. Liberación de organismos.....	64

Contenido de tablas

Tabla 1. Especificaciones generales del cultivo de la Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)..	25
Tabla 2. Densidades de siembra de la Tilapia.....	26
Tabla 3. Tasa diaria de alimentación (TDA)	27
Tabla 4. Parámetros físico químicos de calidad del agua usada en el cultivo de Tilapia Sp.....	27
Tabla 5. Descriptiva de parámetros físico-químicos recomendables para el cultivo de la Tilapia.....	28
Tabla 6. Biometría: Organismos del estanque 1.....	39
Tabla 7. Parámetros registrados del estanque 1 y 2.....	39
Tabla 8. Relación de reproductores en jaulas.....	61
Tabla 9. Primera etapa de la reproducción de Tilapia (<i>Oreochromis n</i>).....	63
Tabla 10. Segunda etapa de la reproducción de Tilapia (<i>Oreochromis n</i>).....	63
Tabla 11. Crecimiento en biomasa.....	67
Tabla 12. Tasa de Alimentación Diaria (TDA)	67
Tabla 13. Mortandad de peces durante la producción.....	68
Tabla 14. Valor económico de la biomasa total durante la producción.....	69

Contenido de cuadros

Cuadro 1. Diseño Metodológico.....	34
Cuadro 2. Aplicación de estrategias técnicas en producción.....	41
Cuadro 3. Tareas y responsabilidades en la producción.....	43
Cuadro 4. Definición, requerimientos y modo de uso de parámetros físico químicos...48	
Cuadro 5. Registro de Biometrías.....	65
Cuadro 6. Bitácora de Campo: Registro de biometrías.....	79

Estrategias técnicas de producción del cultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques rústicos, como apoyo para los productores rurales pertenecientes a la colonia “El Varadero” en Coyuca de Benítez, Guerrero

Resumen

Los estragos del cambio climático a nivel mundial están ocasionando que los sistemas de producción de alimentos sean más complejos en las zonas rurales, para ello, en la producción acuícola se están tomando en cuenta estrategias técnicas que ayuden a la población con prácticas más sustentables, resilientes y de conservación del ecosistema entrelazado con la zona donde se lleva a cabo los cultivos.

El presente proyecto establece una serie de estrategias técnicas de producción del cultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques rústicos, en la “Granja Acuícola Solís” ubicado en la colonia “El Varadero” en Coyuca de Benítez, dicha propuesta fue aplicada mediante la participación de productores rurales pertenecientes al poblado, atendieron la problemática de la invasión de aves, fenómeno que comúnmente sucede en los diferentes sistemas de cultivo de peces, lo que ocasiona baja producción, afectando la economía de los productores, que para atenuar este impacto utilizan prácticas ilegales contra estas especies silvestres en el territorio, misma que está caracterizado por un sistema lagunar con una gran diversidad biológica y presencia de manglar que funciona como refugio natural de la biodiversidad endémica o migratoria en la región.

La implementación del proyecto se hizo entre los meses de enero a junio del 2023, contemplado en tres etapas que fueron las de organización y planificación de las estrategias por parte de los productores; caracterización de la estrategia de producción en campo y la evaluación de la producción del cultivo, se instalaron 3 jaulas flotantes dentro de dos estanques rústicos con medidas de 100m de largo x 40 de ancho x 1.80 de altura, donde se llevó a cabo el manejo de reproductores de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) para la



obtención de 5236 crías mismas que fueron liberadas en los estanques para su engorda.

Con el propósito de monitorear la talla, peso y estado físico en la que se encontraban los organismos se realizaron biometrías cada 15 días, así como también, el registro de la tasa de alimentación diaria (TDA). El vital líquido del sistema lagunar fue parte importante para el cultivo, para tener un control de estos factores de temperaturas, Oxígeno Disuelto (OD) y potencial de hidrógeno (pH), se registraron análisis de parámetros físicos-químicos de la calidad del agua. La sobrevivencia fue de 4571 organismos, concluyendo con una mortandad de 13.3%, la producción final fue de 4571 organismos con un peso promedio de entre 350 y 480 gramos cada uno, la biomasa total fue de 2,194,08 kg con una ganancia económica aproximada de \$ 131,640 MXN. La aplicación de estas estrategias permitió mitigar los daños a las especies de la fauna endémica de la región e incremento los rendimientos de producción de los cultivos piscícolas mejorando la economía de los productores.



INTRODUCCIÓN

El cambio climático se está tornando más difícil en las diferentes regiones del planeta y los sectores productivos tendrán un cambio radical o de adaptación ante la escasez de recursos, muchas de ellas, serán de alternativas o de estrategias que los preparen para que a futuro el desarrollo productivo tenga un mínimo impacto ante la crisis global. La sequía es uno de los efectos más visibles del cambio climático, las crisis hídricas son más duras y se extienden con intensidad en cada temporada del año (BBC News, 2019); por ello, es necesario tomar medidas más drásticas y de estrategias en los sistemas de producción de alimentos para que se pueda dar continuidad con prácticas más sustentables.

En el año 2015, un total de 193 países integrantes de la Asamblea General de las Naciones Unidas, acordaron 17 objetivos que forman parte de la Agenda 2030 y que se establecen como metas del desarrollo sostenible. En el objetivo número 2, Hambre Cero, de dichos acuerdos se puntualiza que, para continuar y mantener la seguridad alimentaria en los sistemas de producción de alimentos agrícolas a nivel mundial deben priorizarse prácticas más resilientes y de adaptación ante el cambio climático, donde se dé continuidad a la producción y se fortalezcan los ecosistemas (Moran y García, 2020). Los cultivos resilientes son sistemas de producción completos que sobresalen en tiempo y forma afrontando las adversidades que se presenten, ya sea, por estragos del cambio climático o alteraciones de carácter social (FAO, 2023).

Las estrategias de producción de alimentos se han llevado a cabo desde los primeros asentamientos humanos, el factor supervivencia ha sido clave para entender la función de los elementos proporcionados por los recursos naturales y gracias a esto, nuestros antepasados adaptaron diferentes formas para producir alimentos; por ejemplo, en el México prehispánico, los mayas capturaban especies de pejelagartos y los introducían en pequeños cenotes que funcionaban como trampas para después consumirlos. Posteriormente, los indígenas tecnificaron las trampas en obras hidráulicas empleadas en la creación de embalses o ríos para cultivar peces que eran utilizados para el consumo y/o rituales religiosos (CEDRSSA, 2015).



Algo similar ocurrió con los pobladores Mexicanos del lago de Xochimilco y Texcoco, construían pequeñas embarcaciones flotantes sobre el agua que contenían plantas, flores y hortalizas a la que llamaban *Chinampas*, este método de producción de alimentos se convirtió en el primer y único sistema agrícola en el mundo (National Geographic, 2018); del mismo modo los pescadores de los ríos asiáticos, utilizaban las embarcaciones para retener variedad de peces entre sus redes de captura y así otorgar alimento y disponer de ellos cuando llegasen a una talla comercial para el consumo (FAO). Se puede suponer que estas estrategias de producción alimentarias son ejemplo del camino recorrido por los antepasados hacia la sustentabilidad, los cuales en convivencia con la naturaleza y todo su entorno, han formado parte del proceso evolutivo.

En la producción de alimentos con alto valor nutritivo, las carnes blancas tales como el pescado, poseen menos cantidad de grasa y de colesterol que las carnes rojas; por esta razón, su consumo es mejor para la salud, ya que aporta proteínas y minerales con alto valor nutricional (Zanin, 2020). La FAO es la agencia de las Naciones Unidas encargada de la seguridad alimentaria y nutricional en el mundo, su función es implementar técnicas diversas en actividades productivas como alternativas para atender el hambre y la pobreza en las regiones más resilientes del planeta. En las actividades de la acuicultura se realizan acciones de aprovechamiento y manipulación de ecosistemas y organismos acuáticos; como son, peces, crustáceos y moluscos para producir alimentos basados en conocimientos biológicos de ingeniería y ecología en diferentes técnicas de cultivo y según el grado de tecnificación se dividen en sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos en producciones como camarón, tilapia y trucha (FAO, 2011).

En las zonas rurales, son más las personas que participan en actividades de la acuicultura, son aquellos que cuentan con grandes extensiones de tierras e inversión donde ponen en práctica variedades de técnicas de producción; por ejemplo, la construcción de estanques artesanales o rústicos y de alta tecnología como de geomembrana y jaulas flotantes en los ecosistemas lagunares donde las cooperativas pesqueras ponen en práctica el



cultivo de la Tilapia obteniendo buenos resultados en la producción (Villerías,2020); por consiguiente, la FAO (2022) define las estrategias de producción acuícola rural como la acuicultura artesanal que se realiza a pequeña escala, con un potencial de crecimiento en beneficios de seguridad alimentaria a nivel mundial con métodos sostenibles de producción.

Como antecedentes de procesos de investigación sobre la producción acuícola en el estado de Guerrero, la investigación de Mora(2018)consistió en la realización de un proyecto comunitario de producción acuícola de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en colaboración de un grupo familiar de productores rurales del municipio de Cópala, Guerrero, con la finalidad de desarrollar y promover la acuicultura en la comunidad dado que presentaban baja productividad en la pesca ribereña y el entorno económico era desfavorable, de modo que los participantes buscaron nuevas oportunidades en la práctica acuícola. Las actividades que realizaron tuvieron una duración de 4 meses y consistieron en la construcción de un estanque rustico cuadrado con medidas de 40x25x1.20m con una superficie total de 1000 m², introdujeron 5000 crías de la especie Tilapia (*Oreochromis niloticus*), las cuales fueron alimentadas 3 veces al día y se tomaron parámetros físico químicos y biometrías para calcular tallas y pesos cada 15 días. Al final de la cosecha se obtuvieron datos de la producción total e ingresos por la misma identificando 4500 organismos con una talla aproximada de 250 gr, indicando un peso total de 1125 kg, su venta al público fue de \$45.00 MXN el kilo y la rentabilidad del proyecto fue de \$50,625.00/ 39,054.00 MXN.

La acuicultura en el estado de Guerrero

La acuicultura en el estado de Guerrero se desarrolla en zonas rurales que cuentan con sistemas hídricos con abastecimientos suficientes de agua como ríos, lagos y lagunas, en este último, el litoral del estado de Guerrero cuenta con más de 500 kilómetros, lo que representa el 4.7% del total nacional (Conapesca, 2020) y un aproximado de 70 mil hectáreas de aguas lagunares y continentales (Sagarpa, 2012). Estos ecosistemas costeros aportan nutrientes en periodos estacionales, debido a que presentan numerosas fronteras y



conformaciones abiertas que se conectan con aguas marinas; por esta razón, Arancibia (1976) afirma que las zonas costeras de Guerrero son importantes para la prospección, evaluación, administración y explotación racional de estos recursos naturales. Así mismo, la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura informó que el estado de Guerrero cuenta con 538 unidades de producción acuícola con una participación a nivel nacional del 0.55% en 2020 y entre las principales producciones se encuentra la especie Tilapia con el 19% con 2,155 toneladas (Conapesca, 2020).

La acuicultura en estas zonas se establece de 3 diferentes formas; la primera, con apoyos por parte de los centros acuícolas de producción con donación de organismos en zonas rurales para los diferentes sistemas de cultivo; la segunda es de repoblación de organismos en diferentes cuerpos de agua establecido por instituciones públicas como la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA) y la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA) y la tercera es otorgada por producciones para venta y/o autoconsumo independiente de personas del sector público o privado que construyen de forma artesanal o biotecnológica la producción acuícola (Rojas, et al., 2004).

El clima es un factor determinante en la operación de las granjas acuícolas costeras de Guerrero debido a los diversos problemas que ocasiona; esto se puede notar en la temporada de estiaje puesto que el nivel de los cuerpos acuáticos disminuye considerablemente y también el nivel de agua de los estanques artesanales de los sistemas de producción, que son abastecidos por medio de estos recursos; por ende, al tener estructuras más complejas, aumenta el requerimiento del líquido vital ocasionando que el cultivo de peces sea más susceptible a la depredación; ya sea, terrestre o aérea que deriva en otros problemas sin control.

En el municipio de Coyuca de Benítez se cuenta con más de 20 granjas acuícolas conformadas y organizadas en una cooperativa acuícola de productores, esta unión funciona como un clúster de apoyo en la producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y Camarón (*Litopenaeus vannamei*), en la competencia comercial y económica del sector acuícola, los productores se



apoyan en requerimientos de insumos; por ejemplo, combustibles, material, herramientas o mano de obra que se requieren en las granjas; además, en un solo pedido se organizan para coordinar una sola entrega de alimento para el género Tilapia y Camarón, esto se hace para ahorrar y evitar intermediarios para que su producto se comercialice directamente. De esta manera la cooperativa se organizó ante la falta de proveedores de insumos acuícolas en el territorio de Coyuca de Benítez para continuar fortaleciendo el sector acuícola en beneficio de la comunidad y así contribuir a su economía, seguridad alimentaria y autoconsumo de las familias.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan las granjas de producción acuícola en el territorio de Coyuca de Benítez es la invasión de aves en los diferentes sistemas de cultivo de peces; este fenómeno comúnmente sucede, dado que en la zona adyacente a la laguna se localizan zonas de humedales donde algunas de sus características son la gran diversidad biológica y presencia de manglar que funcionan como refugio de aves. Lo anterior, es un problema de conflictividad entre el sistema de producción acuícola, el manejo sustentable y de conservación de aves debido a que genera un desafío ecológico-económico si se observa desde la pertinencia de la preservación de estos ecosistemas y la producción de alimento como elemento de mejora de la economía local, es decir, el manejo adecuado del ecosistema entrelazado con la economía de productores acuícolas y pescadores artesanales, entre otros.

Esta problemática en los sistemas de producción acuícola local repercute en la disminución de la producción de los sistemas controlados debido a la depredación de peces por parte de las aves y a la respuesta de los productores que reaccionan con sistemas de control que perjudican la supervivencia de las mismas, pero que además producen impactos ambientales negativos. Es de considerar que, entre los sistemas de control para evitar la invasión de aves, los productores de las granjas acuícolas regionales utilizan métodos que van desde la caza masiva, envenenamiento de aves y el uso de pirotecnia para inhibir la presencia de depredadores.

Lo anterior motivó el interés de los productores de la “Granja Acuícola Solís” quienes solicitaron el apoyo técnico para realizar una estrategia del cultivo de Tilapia en estacas rústicas, donde se estableciera un sistema de producción que permitiera disminuir las pérdidas de su sistema de producción pero que a la vez fuera sustentable y minimizara el impacto y deterioro del sistema ecológico de la zona de trabajo.

La “Granja Acuícola Solís” se ubica a orillas del canal meándrico de la Laguna de Coyuca de Benítez en el estado de Guerrero, entre las colonias la



estación y el varadero localizados a 6 km de la cabecera municipal en dirección al noroeste y enfrente del poblado de “La Barra”.

Figura 1.

Ubicación de la zona de estudio



Fuente: mapa digital de México V6, Gaia.

De acuerdo al Censo Económico del 2019 elaborado por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística de México (INEGI), la población total que presentaba el municipio de Coyuca de Benítez fue de 73,000 habitantes, de los que el 51% eran mujeres y el 48% hombres. El sector económico estaba distribuido en el comercio al por menor de 46,4% con 904 unidades, el 4,15% en servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas con 301 unidades y para las Industrias manufactureras 261 unidades que representa el 13,4% (Data México, 2021).

El clima predominante de esta zona es el cálido-subhúmedo con una temperatura media anual de 22°C y 18°C mayor para el mes más frío y vientos predominantes del sur en temporadas de lluvias entre los meses de junio a noviembre, es aquí, cuando las condiciones ambientales y biológicas se mantienen similares y se modifica con la densidad del sistema acuático a través del incremento de la materia orgánica; de esta forma, para la temporada



de sequía de enero a mayo, el viento se posiciona para el noroeste, el volumen de agua se regula y se mantienen los nutrientes favorables en el sistema lagunar, una ventaja para los diferentes sistemas de cultivo en el territorio(Tovilla. Et al. 2009).

Es de señalar que en la zona de estudio se presenta un ecosistema costero caracterizado por la mezcla de aguas continentales y marinos, gracias a su sistema abierto llamado (Barra de Coyuca) que favorece las condiciones biológicas y ambientales por la entrada de nutrientes en temporadas de lluvias.

Ramírez (1990)menciona que los ecosistemas lagunares y costeros (ELC) sobresalen por su complejidad e importancia ecológica y socioeconómica, debido al intercambio de agua salada que tienen con el mar y los aportes de agua dulce de los ríos que desembocan en ellos, son áreas de importancia tanto de productividad primaria como de diversidad biológica; por lo tanto, el ecosistema lagunar de Coyuca de Benítez es un sitio de importancia para el ciclo biológico de diversidad de especies y de estudios ictiológicos a nivel nacional e internacional; por ejemplo, Ramirez (1952); Mañon (1985)yArancibia (1986)realizaron investigaciones referentes a la taxonomía ecológica y estructural de las comunidades de peces de las lagunas costeras del Pacífico mexicano.



JUSTIFICACIÓN

Los problemas que se presentaron en los párrafos anteriores de este documento, propiciaron el interés por desarrollar un proyecto que apoyara el manejo adecuado del proceso de producción de la Tilapia, con la visión de proponer alternativas que permitieran un manejo adecuado de los estanques rústicos. Es decir, implementar acciones con el involucramiento de los productores locales mediante el establecimiento de procesos organizativos a través de la aplicación de técnicas acuícolas, las cuales se sustentarán en estrategias de control de aves para reducir las pérdidas ocasionadas por las plagas de aves silvestres.

En la acuicultura existen diferentes técnicas que funcionan como estrategias para evitar o reducir los impactos directos al cultivo por plagas de aves; un ejemplo es la utilización de las redes anti pájaros, sin embargo, su costo es elevado y se considera como un sistema de control no sustentable en virtud de que provoca daños indirectos a las aves que quedan atrapadas en las redes.

Una alternativa de protección al cultivo es utilizar jaulas al interior de los estanques en la primera etapa de desarrollo de los organismos en un espacio protegido y de mayor control. Este sistema ha tenido buenos resultados en los sistemas acuícolas en las zonas donde se presenta el problema de “plaga de aves” en la acuicultura, por lo que se considera como un sistema de control amigable con las especies y además de bajo costo.

Es de entenderse que en sistemas controlados de producción de peces se considera a las aves como una plaga, pero también, es de razonar que el establecer sistemas de cultivos inducidos de acuicultura altera el hábitat natural de las aves, lo que provoca la competencia por el medio y si no se realizan acciones de control sustentable se provoca la desaparición de estas, impactando en el medio ambiente y en el desarrollo de la fauna propia de la zona (Terra, 2005).

El presente proyecto se justifica como una propuesta que permite mitigar los daños a las especies de la fauna endémica de la región e incrementa los



rendimientos de producción de los cultivos piscícolas controlados, de forma innovadora mejorando la economía de los productores.

Es de considerar que el objetivo general de la investigación fue establecer estrategias técnicas de producción del cultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques rústicos, mediante la participación de productores rurales pertenecientes al poblado de “El Varadero” en Coyuca de Benítez, considerándose además los siguientes objetivos específicos: a) organizar a los productores rurales para rehabilitar la producción planificando la técnica de cultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas dentro de estanques rústicos, b) caracterizar la estrategia técnica en jaulas dentro el proceso de producción en campo del cultivo y c) evaluar las estrategias realizadas para su implementación.



CAPITULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Antecedentes y características del cultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

“En las actividades de la acuicultura se requiere de responsabilidad, paciencia y observación., no es trabajo de uno solo, depende de la participación en mano de obra, ya sea de forma familiar cuando se cuenta con terreno propio y de la comunidad cuando se busca llegar a beneficios socioeconómicos a nivel local”.

Equipo de trabajo del presente proyecto

Desarrollo local

Las iniciativas de desarrollo local surgieron en los países pobres y de desarrollo con el fin de neutralizar los efectos negativos que la globalización y el ajuste productivo produjeron en el nivel de vida de la población (Vázquez, 2009). Para Boisier (2001), el desarrollo local se define como un potencial de crecimiento que tiene como objetivo la utopía social que asiste a diferentes conceptos, como lo son; el desarrollo territorial, regional, sustentable y humano; de igual forma Boisier (2004) aclara que el desarrollo local siempre inicia como un proceso endógeno y como una habilidad de iniciativa e innovación de los actores en su territorio para potencializarse de manera individual y social.

Para llevar a cabo el desarrollo local, Boisier (2005) menciona tres visiones importantes; la primera es el distrito industrial, que reside en la especialización y en la competencia; la segunda, es el medio innovador que opera lo colectivo y que organiza el beneficio estructural para su rentabilidad y la tercera, el clúster, que son concentraciones geográficas de empresas e instituciones interconectadas en un mismo campo para aumentar la productividad.

De acuerdo con Blanes (2008) la participación comunitaria es una opción que contribuye al desarrollo local y solución de problemas, necesidades y recursos; por tanto, al ser la acuicultura una de las principales fuentes de



alimentación para la población juega un papel significativo en el desarrollo de las comunidades.

Acuicultura rural sustentable

La acuicultura rural es el cultivo de organismos acuáticos por parte de familias de agricultores en pequeña escala utilizando principalmente la cría extensiva y semi-intensiva para el autoconsumo y/o ingresos económicos para el hogar; así lo definen Edwards y Demaine (1997); Villasante, et al., (2010) ya que aclaran que la acuicultura rural es mencionada para distinguir los sistemas productivos de organismos acuáticos por parte de grupos familiares en cultivos extensivos o semi-intensivos para el autoconsumo o la comercialización parcial.

Las investigaciones hechas en diferentes regiones de México, establecen que el cultivo de la especie Tilapia Sp en producción rural, puede ser una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. Así como los productos agrícolas son aprovechados para producir hortalizas para la alimentación, cuando se cuenta con recursos hídricos, estos son usados para el sector pesquero y/o para producir productos acuícolas ricos en proteína (Aquadocs, 2007).

Sánchez (2010) aplicó el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en un sistema semi-intensivo de estanque rústico en la Posta de la facultad de medicina veterinaria y zootecnia en Morelia, Michoacán. Con la finalidad de generar una alternativa alimenticia de valor proteico y de acceso económico; para ello, el plan fue construir un estanque con medidas de 32x28x1m con capacidad de agua de 896m³ para cultivar 14,000 alevines de tilapias con un peso promedio de 7gr. La duración del cultivo fue de 6 meses iniciando en octubre y terminando en febrero, al final la siembra fue de 9000 organismos con una selección de peso ideal de 500 gramos para su venta; concluyendo entonces la rehabilitación y acondicionamiento de un estanque rústico en óptimas condiciones para su uso a largo plazo en beneficio académico de estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia en actividades didácticas.



Villasante, et al. (2010) realizaron una investigación del cultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) de baja escala con la intención de sugerir técnicas sencillas de producción que puedan desarrollarse en áreas marginadas rurales y periurbanas de zonas tropicales de México, consideraron estrategias como el mínimo manejo productivo, baja densidad de siembra y recambio de agua constante. El estudio se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara (CUCOSTA), en Puerto Vallarta, Jalisco, utilizaron 8 piscinas circulares con una capacidad total de 19 m³ de agua; en cada piscina se sembraron 80 organismos a una densidad de 4.2 tilapias/m². Los resultados obtenidos demuestran que el cultivo de tilapia a baja densidad y con mínimo manejo genera suficiente cantidad de proteína para contribuir a la dieta de familias y beneficios económicos a corto plazo; concluyendo que los cultivos de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) a baja densidad y manejo son adecuados para mejorar la nutrición de familias rurales.

Juárez (2019) elaboró un plan de acción sustentable como apoyo para enfrentar los fallos en la producción del cultivo de tilapia que los piscicultores de Valles Centrales de Oaxaca acontecen, se realizó con la participación de productores de tres unidades de producción piscícola, con el enfoque de economía solidaria, para tener un trabajo colaborativo, mejorar su proceso productivo e ingresos económicos y aplicar buenas prácticas acuícolas para el cuidado del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. El autor utilizó la metodología de investigación-acción-participativa que propone Ander-Egg (2003), permitiendo analizar la situación de la problemática en diferentes fases de grupos de trabajo o a nivel comunitario; aplicación de cooperación y equidad, entre otras acciones que transformen y democratizen las decisiones y atenciones a las necesidades sociales.

Producción acuícola

Los países asiáticos conformados por China, Vietnam, Indonesia, India y Bangladesh ocupan el primer lugar en producción acuícola a nivel mundial con un porcentaje del 61% en 2020 y se señala que son principales países en



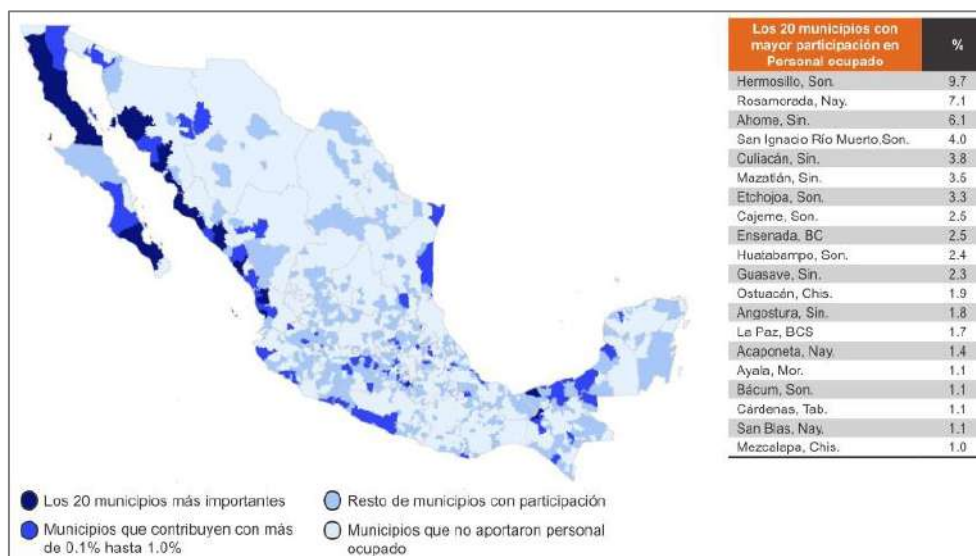
desarrollo, lo que indica que los benéficos en producción acuícola van en aumento a diferencia de la pesca de captura (FAO, 2022).

De acuerdo con datos oficiales realizados por la Comisión Nacional de Pesca en México (CONAPESCA), se tiene registrado a nivel nacional la población pesquera y acuícola con un total de 295,033 personas dedicadas directamente a la pesca y acuicultura de las cuales 238,783 se dedican a la captura y 56,250 a la acuicultura (Conapesca, 2020).

A su vez; el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reportó en el Censo de 2018, en relación con la pesca y acuicultura que el municipio de Hermosillo, Sonora presenta mayor participación en la acuicultura con un 9.7% (Figura 2) y un 14% al valor agregado en la acuicultura a nivel nacional (INEGI, 2019).

Figura 2

Pesca y acuicultura. Censos Económicos 2019-2021



Fuente: INEGI

Los datos censales muestran que las actividades dedicadas a la pesca y a la acuicultura reportaron una producción total con más de \$33 MM de pesos, de los cuales 65.0% corresponde a la pesca y 35.0% a la acuicultura. Actualmente en México se cuenta con 137 lagunas costeras y estuarios que son ecosistemas caracterizados fundamentalmente por la mezcla de aguas



continentales y marinas; distribuidas en la costa del Pacífico (92) y en el Golfo de México y el Caribe (45) (Ramírez, 1999).

Pesca sostenible

El desarrollo sustentable surgió de un proceso histórico, donde se tomó conciencia del fallo operativo del modelo económico neoliberal que se estaba llevando a cabo por la sociedad y políticos a nivel global. El objetivo abordado fue reducir en lo posible aquellos aspectos provocadores del cambio climático sin deteriorar la producción en bienes y servicios (Bustillo & Martínez, 2008).

Algo similar ocurrió para el sector de la pesca, como lo fue el resurgimiento de un código de conducta para la pesca responsable (COFI), esto sucedió por los claros signos de sobreexplotación de los ecosistemas marinos, lagunares y costeros a nivel mundial. Este código fue otorgado para todas las personas que practicaban actividades de pesca alrededor del mundo. El objetivo fue conservar y gestionar de manera responsable estos recursos ya que eran de importancia en sostenibilidad de la pesca y la acuicultura (FAO, 1995).

Morán (2021) comparte que el ODS 14: Vida Marina, es generar el uso y manejo racional de los recursos que proveen los océanos, mares y ecosistemas costeros, ya que son fundamentales en la práctica de la pesca, además de lo económico y social de millones de personas alrededor del mundo. Es responsabilidad de las comunidades, es de importancia a futuro de seguridad alimentaria y bienestar social que impulse al desarrollo local de manera sustentable.

López y Morales (2011) recomiendan tomar acciones eficientes de manera racional en el manejo de los recursos naturales tomando alternativas de sustento técnico, social y ambiental para obtener beneficios a largo plazo en la humanidad y la naturaleza.

Por su parte Villerías (2018) comparte que, para conseguir implementar el desarrollo sostenible en la actividad pesquera, es importante tomar en cuenta la opinión de los pescadores, que son los principales usuarios del



recurso y actores clave en la toma de decisiones de las áreas de pesca bajo su jurisdicción.

De manera reflexiva, para comprender el desarrollo sustentable es necesario ver al mundo como un todo, asumir que el desempeño humano provoca efectos en el medio ambiente ya sean positivos o negativos y que, a cambio de esto, la naturaleza responderá con sus alteraciones a corto o largo plazo.

Características del cultivo de la especie tilapia

En las zonas frías de México se le conoce como “mojarra” y en las zonas costeras lo llaman “carpa”. La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), tiene su origen desde el antiguo Egipto y ha sido distribuida en todo el mundo con especies híbridas. Eses el pez más utilizado en las artes de la acuicultura, esto se debe a las diferentes ventajas que presenta como la resistencia a enfermedades, la adaptabilidad en diferentes condiciones del medio acuático y sistemas de producción, así como también su aceptación en los mercados locales, haciendo que los atributos de esta especie sean los aprovechados para la investigación científica de organismos ictiológicos y desde su introducción en México, se ha otorgado grandes beneficios en el desarrollo tecnológico, social y económico del cual familias dependen de la pesca o la acuicultura (Ostimex, 1999).

Sus investigaciones productivas comenzaron en el siglo XIX, para la piscicultura rural en el Congo Belga, hoy Zaire. En 1924 se intensificó su cultivo en Kenia y Malasia donde se inició su distribución a nivel mundial (Castillo-Campos. 2001). En 1964, se introdujo a México la tilapia (*Maneuplera*, *Mossanbica* y *Aurea*) proveniente de Alabama E.U.A. y depositada en el centro acuícola de Temazcal, Oaxaca (Arredondo, et al., 1994).

En 1986, la Universidad de Stirling, Escocia donó a México un lote de Tilapia (*Oreochromis niloticus*), organismos híbridos rojizos depositados en el centro de investigación y estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), una parte se donó a la secretaría de pesca, la cual se empezó a



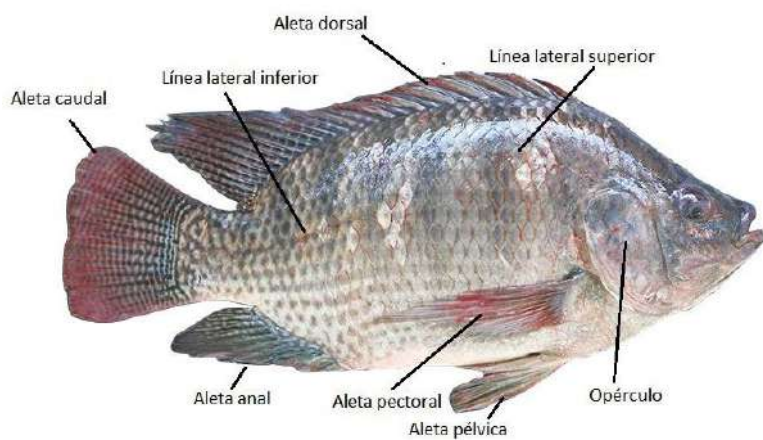
distribuir y cultivar en diferentes centros acuícolas del país. Todo este recorrido lo llevo a reconocerse como tilapia nilótica o Stirling (Arredondo y Guzmán, 1986).

De acuerdo a Sagarpa (2018) las vedas pesqueras para las especies tilapia Sp, sólo se aplican en la zona 1, que se ubicó en la laguna de Ámela en Colima del 1 de mayo al 30 de julio a partir del 2016 y para la Zona 2 del 15 de mayo al 15 de julio del 2016, que comprende a la Presa Santa Rosa en Jalisco. A nivel nacional sólo se aplicó como temporal fija. Es necesario realizar vedas pesqueras más estrictas para todos los territorios y especies no registradas por falta de investigaciones ictiológicas, ya que estos están presentando un deterioro ambiental.

Clasificación Taxonómica Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

Figura 3

Anatomía Externa



Reino: Animalia

Phylum: Craniata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae

Género: Oreochromis

Fuente: FAO. 2009

Información biológica

La especie tilapia tiene un cuerpo robusto comprimido y discoidal, raramente alargado; la boca es protráctil con labios gruesos; las mandíbulas son anchas con dientes cónicos y en ocasiones incisivos; la aleta dorsal tiene forma de cresta con espinas y radios en su parte terminal y la aleta caudal es redonda y trunca. Para identificar el sexo en la especie tilapia, el macho tiene



dos orificios en la papila genital: el ano y el orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres: el ano, el poro genital y el orificio urinario.

Figura 4

Identificación sexual Macho-Hembra



Fuente: Agrotendencia.tv

Tabla 1

*Especificaciones generales del cultivo de la Tilapia (*Oreochromis niloticus*).*

Distribución geográfica	Se encuentra registrado en los Estados de Baja California, Sinaloa, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Aguascalientes, Jalisco, Hidalgo, Morelos, Puebla, Guanajuato, Michoacán, Colima, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Oaxaca.
Ciclo de vida	La incubación es bucal y dura de 3-6 días. Los machos maduran de los 4-6 meses, y las hembras de los 3-5 meses.
Hábitat	Ambientes acuáticos dulceacuícolas (ríos, embalses, arroyos y lagos) y salobres (lagunas costeras y estuarios).
Alimentación en medio natural	Omnívoras (fitoplancton, plantas acuáticas, algas, zooplancton, detritus, invertebrados, pequeños insectos y organismos bentónicos) a excepción de <i>T. rendalli</i> , que es herbívora
Cultivo-engorda	Sistemas de cultivo: Extensivo, intensivo y semi-intensivo. La clasificación depende de la densidad de siembra, suministro de alimento y tipo de sistema de cultivo.
Características de la zona de cultivo	Zonas tropicales cercanas a una fuente de agua natural (ríos, embalses, lagos y lagunas).
Artes de cultivo	Sistemas de cultivo: Extensivo, intensivo y semi-intensivo. La clasificación depende de la densidad de siembra, suministro de alimento y tipo de sistema de cultivo
Densidad de Siembra	Varía en cada etapa del cultivo y el tipo de sistema. En un sistema semi-intensivo. (Ver imagen). Recomendaciones. El porcentaje de recambios de agua varía del 5 al 20 %, según la etapa y sistema de cultivo Peso del organismo para siembra: 1-5 g.
Porcentaje de sobrevivencia	Extensivo 75-80%; semi-intensivo e intensivo 80-95%.



Tiempo de cultivo	Un ciclo por año con una duración en promedio de ocho a nueve meses.
Peso de cosecha	Entre 300-350 g

Tabla 2

Densidades de siembra de la Tilapia

Etapas de cultivo	Superficie de cultivo (m²)	Densidad de Siembra (org/m²)
Siembra	350 - 850	100 - 150
Pre-engorda	450 - 1500	20 - 50
Engorda	1000 - 5000	10 - 30

Fuente: FAO.Org

Alimentación durante el cultivo

El alimento debe ser flotante para todas las etapas del cultivo, por lo cual, varía en el tamaño de pellet y contenido de proteínas. La cantidad total de alimento a suministrar cada día a los peces en un estanque determinado, se expresa normalmente como un porcentaje del peso total, o biomasa (B), de los peces presentes. Este porcentaje recibe el nombre de tasa diaria de alimentación (TDA), Ejemplo: Si la TDA = 2.5 por ciento de la biomasa de peces $B = 80 \text{ kg}$, requiere $80 \text{ kg} \times (2.5 / 100) = 2,0 \text{ kg}$ de alimentos complementarios que se deben distribuir cada día en el estanque.

Parámetros Físicoquímicos de calidad del agua

En la producción acuícola los parámetros físico químicos de calidad del agua son de vital importancia para mantener un control sobre comportamiento de indicadores del cambio en la calidad del agua; de modo que los organismos mantengan un entorno acuático vital para garantizar su desarrollo durante el cultivo. La figura 4 muestra los principales parámetros y el indicador óptimo para el cultivo de la Tilapia.



Tabla 3

Parámetros físico químicos de calidad del agua usada en el cultivo de especie Tilapia.

PARAMETRO	OPTIMO	LIMITES
Temperatura	24 °C-29 °C	< 22 < 32 °C
Oxígeno disuelto	< 5 mg/l >	3 mg/l
pH	7.5	< 8.5
CO 2	< 30	< 50
Amonio	0.1	< 0.1 mg/l
Nitritos	4.6	< 5 mg/l
Salinidad	< 20*	< 20
Turbidez	25	< 30

Fuente: FAO.Org.

Tabla 4

Tasa diaria de alimentación (TDA)

Biomasa del pez (kg)	Tasa diaria de alimentación (porcentaje de biomasa del pez)							
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5
5	0,050	0,075	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,250
10	0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400	0,500
20	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	1,00
30	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,50
40	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	2,00
50	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50
60	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	3,00
70	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,50
80	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	4,00
90	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,50
100	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
110	1,10	1,65	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	5,50
120	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	6,00
130	1,30	1,95	2,60	3,25	3,90	4,55	5,20	6,50
140	1,40	2,10	2,80	3,50	4,20	4,90	5,60	7,00
150	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	7,50
160	1,60	2,40	3,20	4,00	4,80	5,60	6,40	8,00
170	1,70	2,55	3,40	4,25	5,10	5,95	6,80	8,50
180	1,80	2,70	3,60	4,50	5,40	6,30	7,20	9,00
190	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	9,50
200	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	10,00
220	2,20	3,30	4,40	5,50	6,60	7,70	8,80	11,00
240	2,40	3,60	4,80	6,00	7,20	8,40	9,60	12,00
260	2,60	3,90	5,20	6,50	7,80	9,10	10,40	13,00
280	2,80	4,20	5,60	7,00	8,40	9,80	11,20	14,00
300	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00	15,00
320	3,20	4,80	6,40	8,00	9,60	11,20	12,80	16,00
340	3,40	5,10	6,80	8,50	10,20	11,90	13,60	17,00
360	3,60	5,40	7,20	9,00	10,80	12,60	14,40	18,00
380	3,80	5,70	7,60	9,50	11,40	13,30	15,20	19,00
400	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	20,00

Fuente: Fao.Org



Tabla 5

Descriptiva de parámetros físico-químicos recomendables para el cultivo de la Tilapia.

Parámetro	Descripción
Temperatura	El rango óptimo de temperatura es de 24-32°C. Cuando la temperatura disminuye a los 15°C los peces dejan de comer y cuando desciende a menos de 12°C los peces no sobreviven mucho tiempo.
Oxígeno Disuelto	La concentración normal de oxígeno para una correcta producción, es la de 5 ppm (2-3 mg/l), ya que el metabolismo y el crecimiento disminuyen cuando los niveles son bajos o se mantienen por períodos prolongados.
pH	El pH neutro o levemente alcalino favorece al crecimiento de la Tilapia. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran un pH de 5. El alto valor de pH, de 10 durante las tardes, no las afecta y el límite, aparentemente, es el de pH 11, ya que, a alto pH, el amonio se transforma en amoníaco tóxico.

Sanidad, Manejo Acuícola y Síntomas de enfermedades

La Importancia de la sanidad acuícola es el prevenir enfermedades con la finalidad de producir un producto inocuo, además de no tener pérdidas en la producción. El comportamiento del pez enfermo visualmente se diferencia del comportamiento de los peces saludables, es necesaria la observación periódica de los organismos y registrar todas las divergencias, hábitos o comportamientos;

- El ascenso de los peces del fondo a la superficie
- La flacidez de su inmovilidad
- Sus movimientos giratorios
- Cambios físicos
- Capa de mucosidad
- Coloración
- Presencia de manchas
- Cambios en el color de la dermis

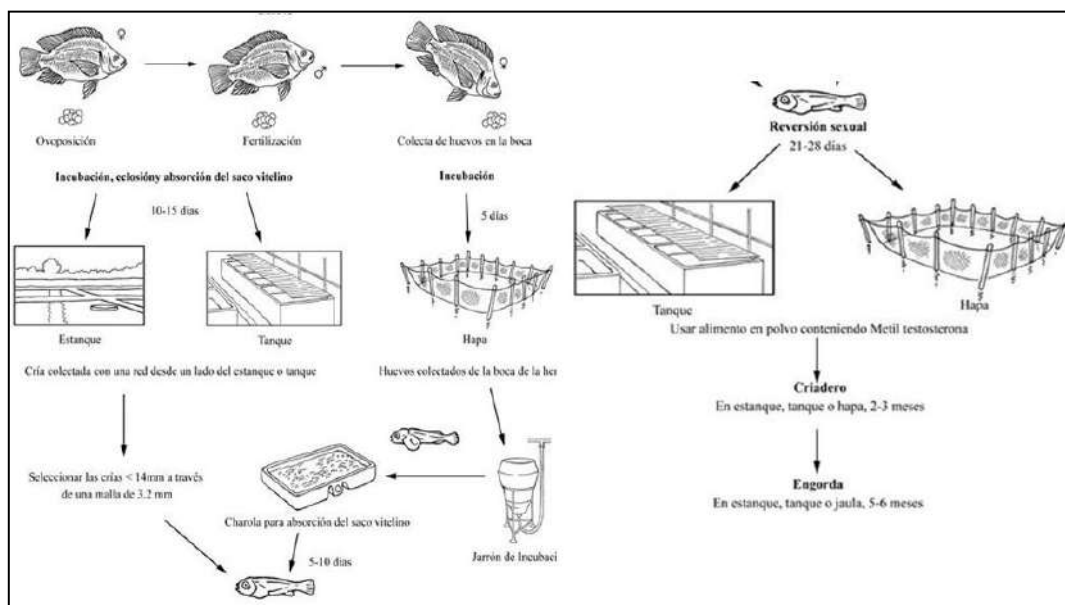


Reproducción de la Tilapia

La reproducción se desarrolla todo el año en las zonas tropicales, estanques, tanques o hapas (corrales de red). La relación de siembra entre hembras y machos es de 4:1 pero lo más común es que sea de 2 ó 3:1. La densidad es variable, entre 0,3-0,7 kg/m² en tanques pequeños o de 0,2 - 0,3 kg/m² en estanques (ver figura 5). El suministro de alimentos es de alta calidad con una porción de 0,5-2 % de su peso corporal, Las crías que ya nadan, se concentran en una esquina del estanque o del tanque y se pueden recolectar con redes de malla finas. La captura de crías puede iniciarse a los 10 ó 15 días de su siembra para su traslado en los principales sistemas de producción.

Figura 5

Ciclo de reproducción de la Tilapia Oreochromis Niloticus



Fuente: FAO.org



Reversión Sexual de la especie Tilapia

En la producción comercial de la Tilapia se requiere del uso de poblaciones macho mono sexadas, ya que crecen al doble y en menor tiempo que las hembras., La presencia de esta, genera una reproducción descontrolada de organismos lo que habría competencia por el alimento y desbalance en tallas comerciales. Después de la absorción del saco vitelino, las crías se siembran en hapas o tanques con recambio de agua a densidades de entre 3000 y 4 000/m² Si se suministra hormona masculina (17 metil-testosterona, MT) a las tilapias hembra en el alimento, se desarrollarán como machos(ver figura 5). Las crías cuyo sexo ha sido revertido alcanzan un peso promedio de 0,2 g después de 3 semanas y de 0,4 g después de la cuarta semana. La eficacia promedio de la reversión sexual varía del 95 al 100 por ciento, dependiendo de la intensidad de administración.

Criadero de la especie Tilapia

Después de la reversión sexual, los alevines se crían hasta alcanzar una talla mayor antes de sembrarse en instalaciones de engorda. Se siembran en una densidad aproximada de 20-25 peces/m² en pequeños estanques y se cultivan por espacio de 2-3 meses hasta un peso aproximado de 30-40 gramos. Los estanques deberán llenarse inmediatamente antes de colocar a los pececillos para prevenir la acumulación de insectos acuáticos depredadores. La biomasa final, al momento de la cosecha no deberá exceder los 6 000 kg/ha.

Requerimientos de cultivo en estanques.

Los estanques rústicos se caracterizan por ser totalmente de tierra, presentan la ventaja de ser económicos, aunque también presentan fallas como la limpieza inadecuada., para sembrar la tilapia Sp en estos estanques es necesario cultivar organismos machos para evitar la sobrepoblación. Se requiere una amplia gama de insumos que contengan nutrientes como materia orgánica agrícola, ya que estimulan el crecimiento del fitoplancton rico en



proteína que consume la tilapia del Nilo por filtración, para reducir los costos de producción.

Un ejemplo estratégico de alimentación en los países en desarrollo. En Tailandia la tilapia se siembra en densidades de 3 peces/m² dejándola crecer a un peso de entre 100-150 g en aproximadamente 3 meses sólo a base de fertilizante, y a partir de entonces se le suministra alimento complementario al 50 por ciento de saciedad hasta que los peces alcanzan 500 g. La producción neta es de 14 toneladas/ha, lo que equivale a un rendimiento anual neto de 21 toneladas/ha. En Honduras, se puede obtener un rendimiento de 4,3 toneladas/ha con una aplicación semanal de 500 kg (peso seco)/ha de guano de pollo y suministro de alimentos de 1,5 por ciento de biomasa de peces durante 6 días por semana. Sin embargo, este régimen de manejo es menos rentable que el uso solamente de guano de pollo y urea. (FAO. 2009).

Sistemas de producción para la especie tilapia

Los sistemas de producción son determinados por la densidad de organismos a cultivar por metro cuadrado o cúbico, tipo de alimentación (natural o artificial), flujo de agua, tecnología empleada, capital a invertir, especie acuática a producir, etc. Según el grado de tecnificación que se utiliza para la producción de organismos acuáticos (moluscos, crustáceos y peces) los podemos dividir en sistemas extensivos, semi-intensivos, intensivos e incluso en producción de camarón tilapia y trucha existe el sistema hiper-intensivo.

Mercadeo en México

La venta del producto es Entera fresca eviscerada y limpia (sin escamas), entera congelada eviscerada y en filete fresco o congelado y la Talla promedio de presentación: 250-600 g. los Precios del producto: La tilapia chica se vende por un precio aproximado de \$35.00 MXN, máximo de \$38.00 MXN y mínimo de \$33.00 MXN este producto se vende por kg, mientras que la tilapia grande se vende por un precio aproximado de \$40.00 MXN, máximo de \$43.00 MXN y mínimo de \$38.00 MXN. Se comercializa a pie de granja, mercados y



restaurantes locales. En las grandes ciudades el producto sólo alcanza a abastecer los requerimientos del mercado local.

Producción total en México de la especie tilapia

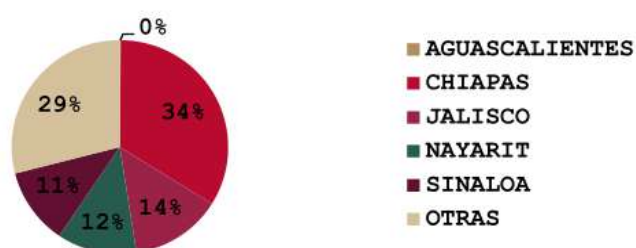
La Mojarra por su volumen se encuentra en el lugar No.5 y en el valor de la producción pesquera en México; se encuentra posicionada en el lugar 2. La tasa media de crecimiento anual de la producción en los últimos 10 años es de 4.70% (ver figura 6). La producción total de Tilapia registrada en 2020, fue de más de 114 mil toneladas, del cual; el estado de Chiapas fue el principal productor a nivel nacional con un máximo de 38 mil toneladas (Conapesca. 2020)

Figura 6

Producción Total en México de la Tilapia

VARIABLE	2019	2020	DIF	DIF %
VOLUMEN (PESO VIVO EN TONELADAS)	113,149	114,769	1,620	1%
VALOR (MILES DE PESOS)	3,179,306	3,080,241	-99,065	-3%
CAPTURA (PESO VIVO EN TONELADAS)	20,852	17,792	-3,060	-15%
ACUACULTURA (PESO VIVO EN TONELADAS)	92,297	96,977	4,680	5%

PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE MOJARRA EN LAS PRINCIPALES ENTIDADES



Fuente: Conapesca. 2020



CAPITULO II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Diseño metodológico

La presente investigación fue guiada por la metodología mixta, estuvo basada en aspectos técnicos orientados a procedimientos y métodos relacionados con la organización de productores rurales, así como en la recolección de información emanada de la innovación del sistema de producción en estanques rústicos.

Leech y Onwuegbuzie (2009), refieren que los métodos mixtos consisten en recoger, analizar e interpretar tanto los datos cualitativos como cuantitativos en los procesos de investigación que traten estudios de paradigmas subyacentes. Desde una perspectiva más amplia, Tashakkori y Teddlie (2010) y Lavelle E, Vuk J y Barber C (2013), argumentan que la metodología mixta es una orientación hacia el conocimiento utilizando técnicas, con énfasis en las consecuencias de la acción en las prácticas del mundo real.

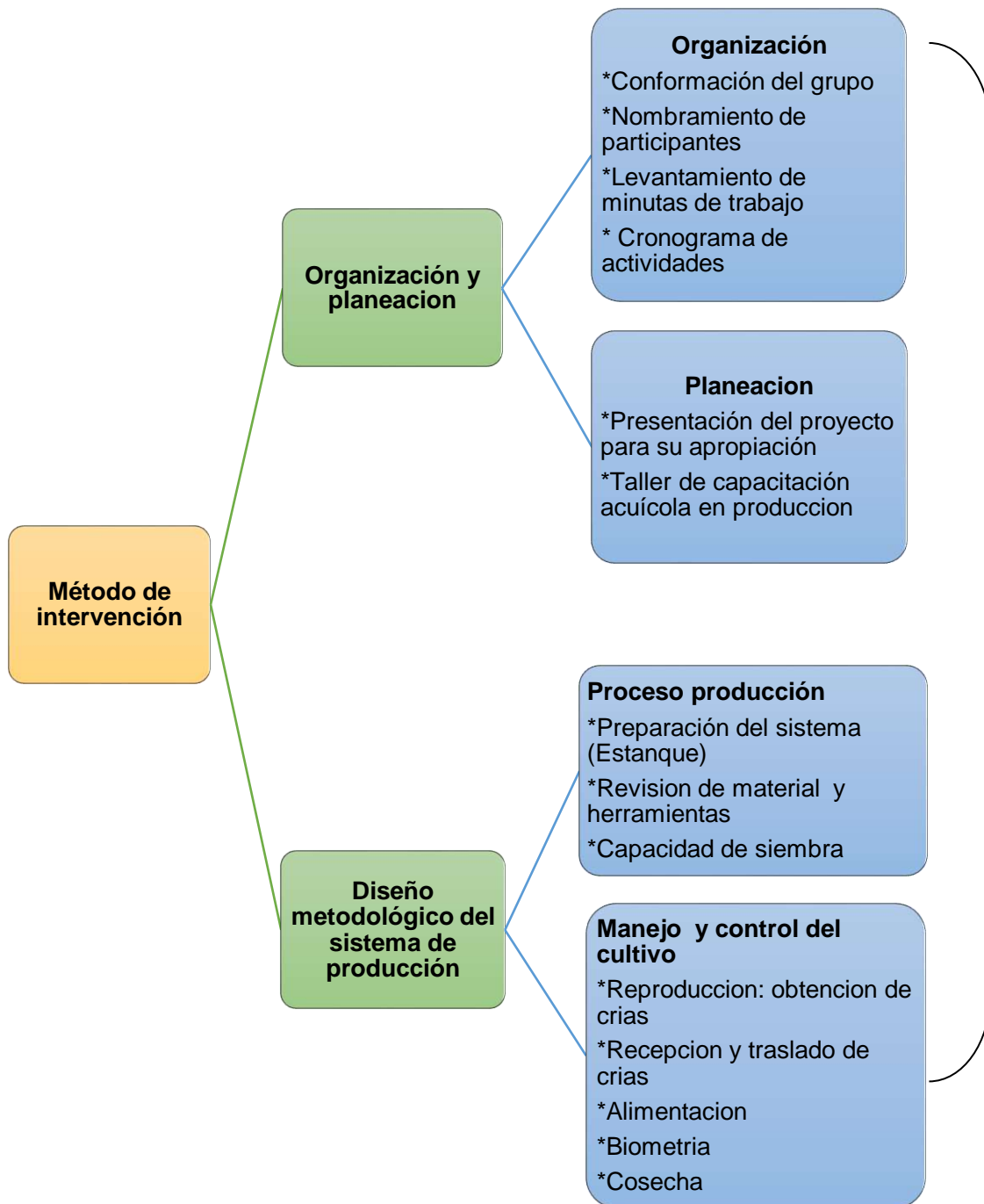
Por lo que, la presente investigación es de un enfoque mixto, dado que durante su desarrollo se siguió una estrategia de investigación donde se recolectaron y analizaron datos cuantitativos y cualitativos para alcanzar el objetivo general planteado.

A fin de cumplir la investigación se diseñó un plan de intervención metodológica que contempla dos grandes aspectos, por un lado, lo referente a la organización y planeación de los trabajos a desarrollar, donde se plantearon tareas de socialización del proyecto y la conformación de grupos de trabajo. Por otro lado, el diseño metodológico del sistema de producción y el manejo de control del cultivo, figuran planteándose como etapa final el seguimiento y control del proyecto (Fig.6).



Cuadro 1

Diseño Metodológico



CAPITULO III. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La implementación del proyecto se hizo durante el segundo semestre del año 2022 y el primer semestre del 2023, para ello se contempló el plan de intervención metodológica señalado en el capítulo anterior del presente trabajo y para lo cual se diseñaron las siguientes etapas en el proceso de intervención:

1. Primera Etapa: Organización y planeación
 - I. Socialización y diseño del proyecto
 - II. Diagnóstico del sistema actual de producción
 - III. Elaboración del plan de trabajo
 - IV. Tareas y responsabilidad del grupo de productores
2. Segunda Etapa: Implementación del proyecto
 - A. Taller en capacitación e innovación en producción acuícola
 - I. Reproducción de la tilapia y obtención de crías
 - II. Taller de biometría y mortandad de peces
 - III. Manejo de herramientas técnicas
 - IV. Construcción de jaulas
 - V. Recomendaciones para la alimentación de los peces
 - B. Proceso de producción
 - I. Acondicionamiento del área de cultivo (estanque y jaulas)
 - II. Manejo de reproductores y crías
 1. Conteo y siembra de crías
 2. Engorda de tilapia: registro de biometrías y Tasa de Alimentación Diaria (TDA)
 3. Cosecha



PRIMERA ETAPA: ORGANIZACIÓN Y PLANEACION.

I. Socialización y diseño del proyecto

Con el propósito de presentar la propuesta del proyecto de investigación, se acudió a la Granja Acuícola Solís, donde se estableció un diálogo con el personal responsable de la granja, a quienes se les explicó parte del proyecto de investigación, sobre todo, la finalidad y ruta a seguir para su desarrollo.

Durante la visita se realizó un recorrido por las instalaciones a fin de tener un acercamiento hacia la problemática que se tiene en el sistema productivo que han venido realizando durante los últimos periodos de producción. Es de considerar, que, por voz del administrador, se señaló que durante el último cultivo se obtuvo una baja producción, aun cuando se habían sembrado 22 mil organismos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en 2 estanques con medidas de 100x40x1.50 m².

Como resultado de la visita se llegaron a algunos acuerdos, tales como: a) aceptar por los administradores el trabajar bajo responsabilidades compartidas el proyecto; b) nombrar al presidente de la Organización como enlace responsable de los trabajos, c) acordar que se realice un diagnóstico del sistema de producción que está desarrollando actualmente la Granja.

Figura 7

Reunión de productores



II. Diagnóstico del sistema actual de producción

Derivado de los acuerdos, se realizó el diagnóstico situacional del sistema de producción. Como resultados se encontró que:

- La Granja Acuícola Solís, se encuentra a las orillas del canal meándrico de la laguna de Coyuca de Benítez, ocupando 500 metros de playa lagunar, en esta zona se encuentran árboles que funcionan como refugio natural y de anidación de aves.
- La presencia de aves de diferentes especies depredadoras de peces en cultivo, lo que afecta directamente la producción en los estanques
- Presencia de lirio acuático en agua lagunar adjunta a la estanquería, flora que sirve como hábitat a fauna silvestre invasora y depredadora de los peces en producción

Los hallazgos anteriores, son problemas a considerar en sistemas de producción de peces, dado las características del ecosistema lagunar donde se ubica La Granja, puesto que, es un ecosistema muy rico en nutrientes que atrae y sirve de refugio a especies depredadoras. Lo antes expuesto no fue tomado en cuenta en los procesos productivos, es decir, no se tienen en cuenta los impactos en el sistema productivo de depredación por la fauna endémica de la región.

Es de aclarar, que de acuerdo a la vigilancia que se presenta en el territorio lagunar por parte de las autoridades responsables de la protección de la flora y fauna, los operadores de la granja, asumen el compromiso de conservación de las aves, evitando utilizar herramientas o material que pueda hacer algún daño a los organismos.

Entre algunas de las medidas identificadas para ahuyentar la presencia de aves es utilizar pirotecnia o productos químicos, sin embargo, estas medidas han ocasionado daños colaterales como incendios forestales y muerte masiva organismos.



Figura 8

Presencia de mortalidad de aves



Otros problemas identificados fueron en época de estiaje, los estanques bajan su volumen de agua, los que alcanzan hasta por debajo de los 50 centímetros, cuando lo óptimo para cultivo peces es de 70 centímetros de altura.

Figura 9

Condiciones en las que se encontraron los estanques



- El estanque 1, cuenta con organismos rezagados de la última producción, no se sabe con exactitud cuántos organismos se mantienen; para ello se realizó la captura de algunos organismos para su biometría y conocer las condiciones en las que se encuentran (tabla 6). El TDA de Proyección es de 2500 organismos (Porción 3kg/1 ración al día)



Tabla 6

Biometría: Organismos del estanque 1

Pez	Peso (gr)	Talla (cm)
1	59	14
2	81	16
3	111	18
4	66	14
5	57	13
6	148	20
7	83	16
8	99	17
9	127	20
10	143	21
11	108	18
12	139	20
13	120	19
14	102	18
15	141	20

- El estanque 2; no tiene organismos, pero si presenta; proliferación de algas, indicación de alimento natural como, fitoplancton y micro algas, del cual; es consumido por los peces.

Figura 10

Proliferación de alimento natural en estanque 2



Toma de Parámetros físico químicos de la calidad del agua

Se revisaron los siguientes parámetros físicos químicos del agua de ambos estanques y la toma de agua para el llenado de las mismas a orillas del sistema lagunar, utilizando las siguientes herramientas de medición; para el Potencial Hidrogeno (PH) un probador de calidad del agua 4 en 1 (wqp-01), y para el Oxígeno Disuelto y Temperatura un analizador de oxígeno disuelto (DO9100), el cual arrojaron los siguientes datos:

Figura 11

Toma y registro de parámetros físico químicos

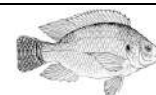


Los resultados indican que los parámetros de ambos sistemas, tanto el de los estanques y la laguna presentan estabilidad en calidad de agua para su uso en la práctica acuícola:

Tabla 7

Parámetros registrados del estanque 1 y 2

Parámetro	Mañana (7am)	Medio día (12pm)	Tarde(6pm)
Oxígeno disuelto	4.6	8.1	7.9
PH	5.6	9.2	8
Temperatura	25°c	30°	29°



Los estanques presentan buenas condiciones tanto en su estructura como en la calidad del agua, el estanque 1 retuvo su nivel durante la temporada de lluvias de agosto-octubre del 2022; el cual contiene organismos de la última producción con un peso aproximado de entre 30 a 80 gramos y una talla de entre 8 a 11 cm, indicando que los organismos se mantienen sin alimento balanceado solo con los nutrientes naturales que proliferan por las óptimas condiciones ambientales, la mortandad de los peces estuvo más reflejado en el estanque 2, el cual no presenta ningún organismo por su escaso nivel de agua debido a una fuga en la compuerta de desagüe.

III. Elaboración del plan de trabajo

Para iniciar la producción se tomó en cuenta los recursos disponibles que se mantienen en la granja y de acuerdo a eso proyectar un sistema básico productivo, pero con beneficio a largo plazo, de acuerdo al diagnóstico, se tienen dos puntos importantes para afrontar la problemática; para ello se trabajó las siguientes estrategias:

Cuadro 2

Aplicación de estrategias técnicas en producción

Problemática	Aplicación	Beneficios
Invasión de aves	-Utilización de jaulas y red perimetral en los estanques rústicos	-Reduce la presencia de aves y otros depredadores -Se construyen con material básico reciclable del territorio -variedad de adaptación en formas estructurales



<p>Poca inversión para consumibles y semilla de cultivo</p>	<p>-Obtención de crías por medio de reproducción con organismos de los mismos estanques en jaulas.</p> <p>-Utilización de bombas eléctricas para el llenado de estanques</p>	<p>-Ahorro en costos por la compra de organismos</p> <p>-Ahorro en combustible aprovechando el subsidio de energía eléctrica (CFE) para trabajar con bombas eléctricas</p> <p>-Llenado constante de agua lagunar ayudaría a recargar con nutrientes los estanques que funcionan como alimento natural para los peces y complementar con pellets balanceados lo que se ahorraría en la compra de alimento</p>
---	--	--

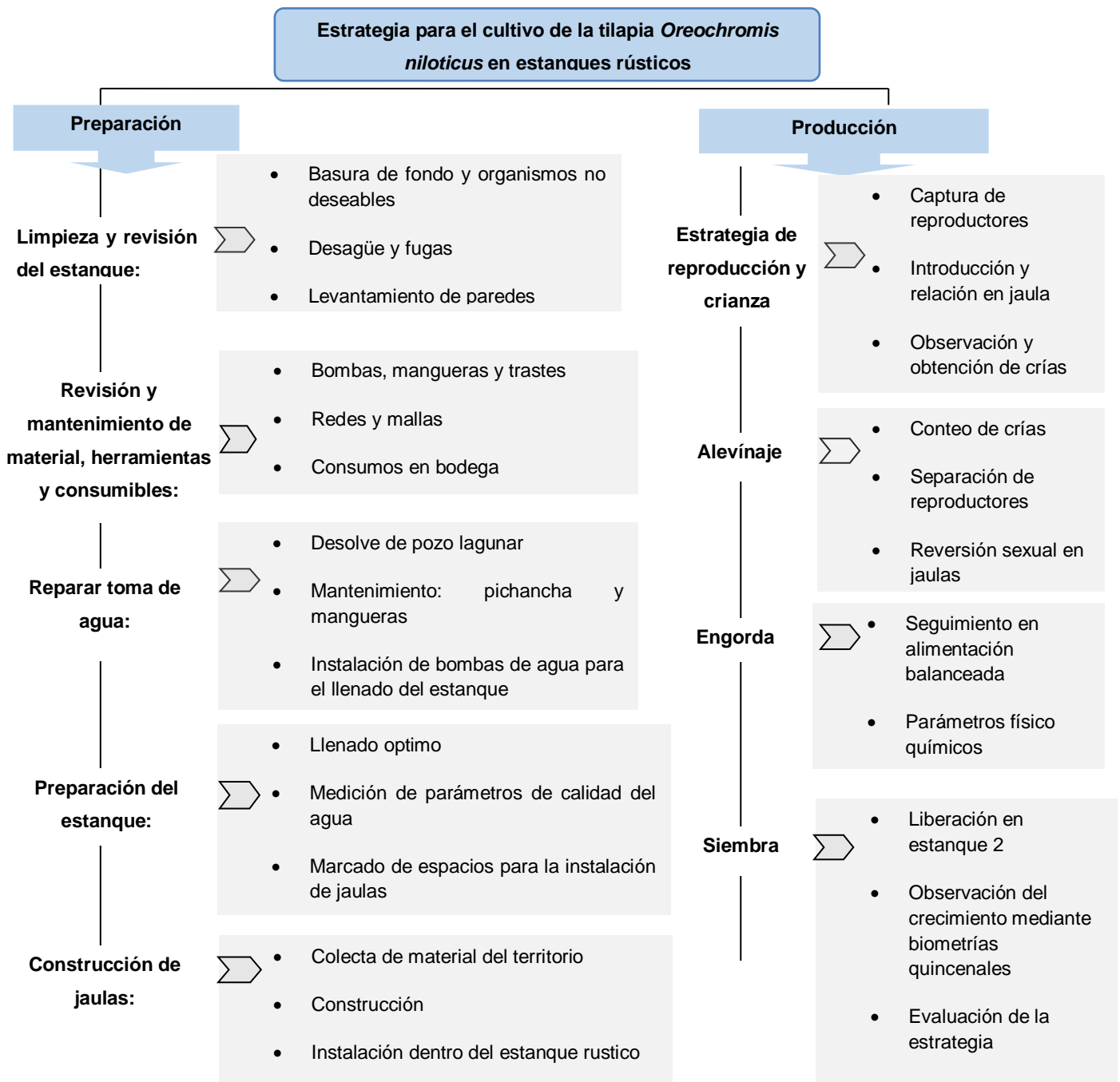


IV. Tareas y Responsabilidades del Grupo de Trabajo

Durante las siguientes reuniones se entregó el documento redactado del proyecto a los productores participantes, esto para tener a su disposición las actividades que se realizarían en campo, por ejemplo:

Cuadro 3

Tareas y responsabilidades en la producción



2. SEGUNDA ETAPA. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

A. Talleres en capacitación e innovación en producción acuícola

Se realizó una serie de talleres de capacitación acuícola, donde se compartió la información sobre las actividades a realizar en campo, utilizando el manual del participante, por ejemplo:

El cultivo de tilapia en estanques rústicos (Colpos), Este manual contiene los lineamientos para el cultivo de especies acuícolas, presenta los aspectos biológicos de la especie, el manejo del cultivo, los requerimientos de infraestructura, aspectos de su alimentación y sanidad para la reproducción se revisará el manual de Producción de Alevines de Tilapia nilótica en "Japas". De Bocek.

- Reproducción, Biometrías y mortandad de peces
- Uso de herramientas de parámetros físico químicos para análisis del agua.
- Diseño y construcción de jaulas: colecta de material, herramientas e instalación.

I. Taller de Reproducción de la Tilapia *Oreochromis niloticus*

Para la capacidad de siembra que se tiene contemplado es de 6000 organismos, entonces se utilizaran 4 jaulas flotantes, ya instaladas dentro del estanque 1; en este mismo se realizaría la captura de los reproductores hembras y machos, para llevar una relación de 3:1, en cada jaula.



Figura 12

Captura de Reproductores de Tilapia



- ✓ Una vez capturados los organismos, pasaran a medir su peso; para ello se contará con la báscula gramera, del cual se deben escoger organismos entre los 300 y 450 gr, esto para tener una buena progenie., De acuerdo a Bocek (2009) confirma que la cantidad de crías que una Tilapia hembra produce depende de su peso. Una hembra que pesa 200 g produce casi dos veces más huevos que una hembra de 100 gramos; de igual manera, la FAO (2020), señala que una tilapia hembra de 100 gramos puede desovar aproximadamente 100 huevos, a diferencia de hembras de entre 600 y 1kg llegan a los 1000 organismos, entonces podríamos alcanzar una meta de entre 500 o 600 organismos.
- ✓ Se utilizo el azul de metileno para la identificación del sexo de los reproductores de Tilapia el cual presentaron un color rojizo en las aletas. (NOTA: revisar que las hembras no contengan huevos en la boca)
- ✓ Pasado el tiempo, se liberan los organismos y se observara por unos días su comportamiento, adicionando alimento al 20% 2 veces al día.
- ✓ Los hábitos de reproducción empezaran a ver cuándo el macho realice círculos en el fondo. Se espera que entre 15 o 20 días, ya se contemplen los primeros alevines a orillas de la jaula.
- ✓ Se empezará la colecta de alevines para su conteo y separación de los reproductores.



- ✓ Ya coleccionado todos los alevines, se le proporcionara alimento para la su reversión sexual como el triple 17 Metil-testosterona, para cultivar solamente organismos machos; esto se realiza para evitar la sobrepoblación en los estanques.

II. Taller de Biometria y mortandad de peces

Para tener un control del cultivo es necesario la inspeccion fisica de los peces; para ello, se deben capturar los organismos para su biometrias de peso y talla, utilizando una bascula gramera y un ictiometro para las mediciones.

- ✓ El registro se realizo cada 15 o 20 dias. Mediante la captura de los organismos con redes de trasmallo o mosquitero, son colocadas en tinas con agua del mismo estanque para luego proceder a sus mediciones. Ademas de determinar el grado de salud del pez, a través de observaciones de la textura fisica.

Figura 13

Biometría de peces



Mortandad de peces

- ✓ Para la identificación de mortandad en los peces, se visualizaron heridas externas a los costados de los organismos hechas por las aves, concluyendo que los peces examinados tendrían poca supervivencia, la mayoría de las aves nocturnas, solo hieren a los peces en las orillas de los estanques con sus picos y es por las mañanas cuando se visualiza la mortandad.



- ✓ Los peces cuando entran en estrés o falta de alimento, optan por consumir lodo del fondo acuático, el cual ocasiona la muerte por sofocamiento.

Figura 14

Inspección de mortandad de los peces



III. Taller de Manejo de Herramientas Técnicas en Producción

Con la intención de que los participantes aprendieran a utilizar herramientas técnicas de medición que les permitiera conocer y llevar un control sobre los parámetros físicos químicos presentes en el agua; del cual es de importancia para saber en qué momento se establece un cambio en las propiedades esenciales para que los organismos de los estanques mantengan un equilibrio vital.

En la acuicultura se toma el registro de una variedad de diferentes parámetros físico químicos del agua en sistemas más complejos y de alta densidad para el actual cultivo solo se utilizaron 3 parámetros de los más importantes y de los cuales, los participantes aprenderán a tomarlo en cuenta.



Para aplicarlo en los siguientes sistemas de cultivos de producción acuícola; Para ello es necesario describir cada uno de estos parámetros y llevarlo a la práctica en campo de cómo se realizará su medición en los estanques de cultivo.

Herramientas para medición:

- 1 medidor de PH y temperatura
4 en 1 (WQP-01)
- 1 analizador de oxígeno disuelto
(DO9100)

Figura 15

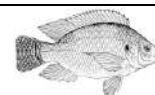
Herramientas para el registro de parámetros físico químicos de calidad del agua



Cuadro 4

Definición, requerimientos y modo de uso de parámetros físico químicos

Parametro	Definicion	Requerimiento en el cultivo	Modo de uso
Temperatura	Es un parametro que permite medir el grado de sensacion de frio o calor del cuerpo corporal o del ambiente. En la produccion acuicola los peces son organismos poiquilotermos, esto significa que su temperatura corporal depende de la misma del ambiente.	Para su medicion se utiliza el medidor de Ph o el analizador de Oxigeno disuelto y el valor aceptable esta entre los 22° a 32°c	Cualquiera de las 2 herramientas presenta el valor de la temperatura, cada una contiene una membrana que es el que analiza los valores al sobre poner en la superficie del agua.
pH	Este parametro es conocido como potencial hidrogeno y es para conocer el valor de la solucion del agua si es acida,	Para su medición es requerido el medidor de PH (WQP-01), la escala que se utiliza es de 0 a 14 donde 7	el medidor de PH (WQP-01) al encenderlo, automáticamente



	basica o alcalina	es neutro, el valor recomendado para el cultivo es de 5 a 8.5, valores fuera de este rango pueden ser letales para los organismos	empezara a medir, para ello es necesario introducir sobre la superficie a orillas del estanque donde la membrana obtendrá el valor
Oxígeno disuelto	un parametro importante ya que sin oxigeno en el agua los peces empezaran a tener afectaciones en las branquias lo que desencadena una serie de problemas vitales.	Se utiliza el analizador de oxígeno disuelto (DO9100) el valor recomendado para este cultivo está entre 4.0 y 8.5 mg/l. este parametro aumenta durante el dia por el proceso de fotosintesis y se reduce en la noche por la absorcion de oxigeno de los organismos	Para obtener una medicion precisa del oxigeno disuelto es dentro del estanque a 1 o 2 metros de la orilla -el aparato receptor contiene una membrana sujeta por un cable para su medicion, esta se introduce y se mantiene sobre la superficie para obtener el valor

- Para la toma de parámetros se recomendó realizarlo 1 o 2 veces al día, durante las mañanas que es cuando los valores de oxígeno disuelto, temperatura y pH se encuentran muy bajos, esto es debido por la absorción de los peces durante la noche, también por la falta de aireación por el viento que recubre los estanques.

Figura 16

Práctica en campo de productores en toma de parámetros

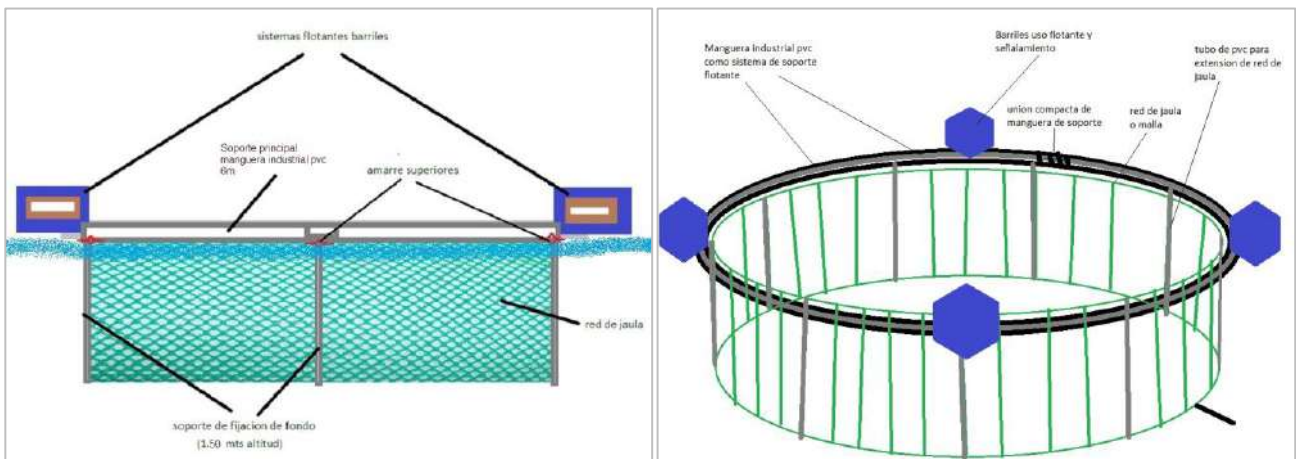


IV. Taller de Construcción de Jaulas

La utilización de Jaulas dentro del estanque, consta de una producción inicial en la etapa de reproducción de la tilapia, para la obtención y alimentación de crías y alevines con la intención de acelerar su crecimiento en un menor tiempo y mínima mortandad de organismos para posteriormente ser liberadas en los mismos estanques. La construcción de las jaulas fue de poca inversión, indicando que el cultivo fue mínimo y no es requerido utilizar toda la extensión del estanque rustico; a continuación, se presentan el diseño de las jaulas y ventajas que presentan:

Figura 17

Diseño de jaulas



- Con estos diseños de jaulas fue más práctico el manejo de la producción, facilitando las actividades diarias que se requieren, además de las observaciones de investigación que son requeridas para la toma de parámetros físico químicos y biometrías de los organismos.
- El alimento proporcionado fue aprovechado totalmente dentro de la jaula, evitando desperdiciar de manera constante o que sea consumido por otras especies externas del territorio lo que provocaría una invasión.



- La seguridad se concentraría en un solo espacio, la depredación terrestre o aérea es un determinante en los cultivos y más difícil se torna cuando se utiliza toda la extensión de los estanques con gran tamaño.
- En la etapa de siembra la captura será más factible en la cantidad a obtener para la venta, evitando el manejo rudimentario de vaciado de estanque lo que ocasiona el estrés y pérdida de organismos.
- Para dar continuidad a la producción se construiría más jaulas para aumentar la población de organismos en los estanques o también trabajar con diferentes especies como el camarón y/o langostino del mismo territorio convirtiéndose en un estanque de policultivo.

Procedimiento:

Material y herramientas:

- Tuvo de PVC de 1 pulgada
- Tela de mosquitero
- Red de trasmallo
- Varas de carrizo y bambú
- Cinchos de plástico de 15 y 20 cm
- Tornillos de aluminio
- Ligas de nylon
- Cuerda de nylon
- Tijeras
- Cortadoras de madera, segueta y machetes
- Cinta métrica de 3 metros
- Agujas de cocer

Figura 18

Material para la construcción de jaulas



- ✓ Se construyeron jaulas cuadradas con medidas de 3x3, 4x4 y 6x4m² y una circular de 3m³ con una altura de 1m cada uno. Para la jaula circular se utilizó una manguera industrial de 2 ½ pulgadas de ancho por 6m de largo, al juntar los 2 extremos se formará un círculo de 3m³, esta forma circular es adaptable al movimiento natural de los organismos.



- ✓ La base principal cuadrada se construyó con varas de carrizo, cortando tramos de las medidas nombradas, se forma un cuadrante y con los tornillos se unen cada vara como base inferior y otra superior, se reforzarán con cinchos en cada esquina, después se cortaran 4 varas de 1m y se acoplaran en cada esquina con tornillos y los cinchos de 20 pulgadas para tener la altura de jaula
- ✓ Los tubos de pvc, se recortan a una medida de 1.20 m. en 6 partes iguales, cada una se remarca la medida de 1m, en ese punto, se unirá a la manguera industrial de manera vertical, utilizando cinchos como sujetadores, en la parte inferior de estos tubos serán sujetados de la misma forma a una manguera de 1plg, servirán como la extensión de la red y soporte a la fijación del fondo. (Ver figura 11).
- ✓ La tela mosquitera será trazada en un tramo de 6.5m con una altura de 1.50m de manera vertical, se extiende por la estructura circulante hasta juntar los extremos y formar una pared, continuamente se forra de la misma manera el fondo inferior de esta manera queda la forma de una bolsa, que será para retener los organismos.
- ✓ los barriles contenedores, garrafones pueden funcionar como flotadores, esto permite que la estructura se mantenga en la superficie.
- ✓ la red mosquitera es usado como tapa o cierre, en la parte superior de la estructura. Esto evitara la entrada de objetos o animales a la jaula que puedan ocasionar afectaciones imprevistas.

Figura 19

Productores en la construcción de Jaulas





Recomendaciones para la alimentación de los peces en producción

La alimentación es una parte fundamental para la producción, se utilizaron 2 tipos de alimento; por ejemplo, la Tilapia 1 para la primera etapa de cría y alevínaje de organismos de 5 a 40gramos con un pellet más pequeño y la segunda es de Tilapia 2 para la etapa de adulto con un tamaño mayor de pellet y hasta alcanzar la talla recomendada que es de 350gramos.

Figura 20

Alimentación de peces en estanque



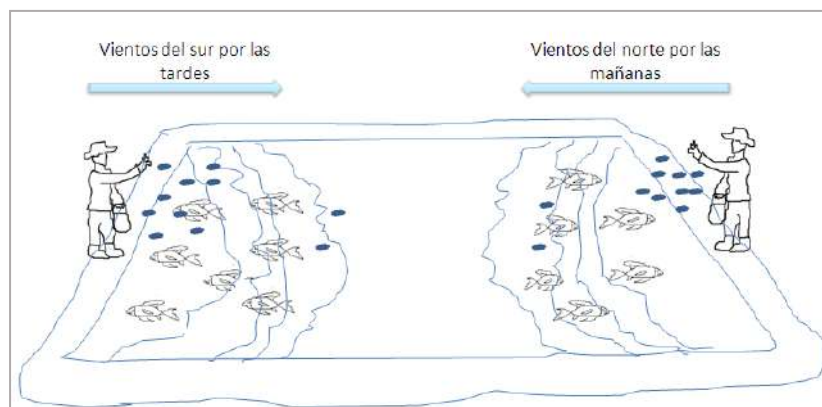
De acuerdo a la orientación del viento es como se proporcionó el alimento; esto se hace para que el pellet flotante que sobra en la superficie del agua recorra todo el estanque por el movimiento del oleaje producido por el viento y pueda ser consumido por los demás peces, por las mañanas entre las



6am y 11am el viento sopla del norte hacia el sur, después al medio día cambia del sur hacia el norte y se concentra entre las 12pm hasta las 7pm. (Fig.20):

Figura 21

Estrategia alimentaria para peces



El reparto es diario de 1 a 3 veces al día en la etapa de cría y alevínaje por su concentración dentro de las jaulas y para la etapa juvenil y adulto de 1 a 2 veces al día. En cada proporción se consideró observar que el alimento sea consumido en su totalidad, el pellet sobrante se retiró para evitar atraer organismos externos al estanque.

B. PROCESO DE PRODUCCIÓN

I. Acondicionamiento del área de cultivo (Estanque)

La ventaja en esta producción, es que ya no se requiere la construcción del estanque. La granja está constituida por 2 estanques construidos con un tipo de suelo arcilloso (barroso) lo que da la forma artesanal con medidas de 100m de largo x 40 de ancho x 1.80 de altura, equivalente a 60,000 m³ de agua cada uno.

De acuerdo a lo mencionado por el productor; la construcción de los estanques está basada mediante la orientación de los vientos, esto para aprovechar de manera continua la aireación que entra en los estanques y que



se retiene mediante las barreras de hierba, por las mañanas entran los vientos del norte y al medio día cambia y entran los vientos del sur. (Figura 22).

Figura 22

Plano satelital de la granja



Fuente: Esri, Digital Globe (Editada)

Material y herramientas en bodega

La granja anteriormente operaba con herramientas y materiales indispensables para el cultivo de camarón y Tilapia, actualmente cuenta con lo siguiente:

- 1 bomba de 3x3 pulgadas
- Manguera de lona de 35 m de largo
- Pichanca de 20m
- Motores para aireadores
- Redes de nylon y mosquiteras
- Tubos y codos de pvc de 1 pulgada de ancho
- Trastes de plástico
- Varas de carrizo o bambú

Procedimiento:

- ✓ Se realizo la limpieza a orilla y dentro de los estanques, mediante cuadrantes con redes mosquiteras, de su interior se colectaron; plásticos, plantas acuáticas proliferantes, arbolado en descomposición, retiro de



cuerdas o anclajes y organismos no deseables que puedan afectar los organismos de producción.

Figura 23

Limpieza de estanques



- ✓ La ventaja que se presenta en el estanque 1, es que presenta buenas condiciones tanto en la estructura como en la calidad del agua, las lluvias de agosto y septiembre facilitaron el llenado de los estanques, observándose que el estanque 2, bajara su nivel por una fuga en la compuerta
- ✓ Se checo la profundidad del estanque 1 mediante 3 mediciones; nivel bajo: 65 cm, nivel medio: 1.30 nivel alto: 1.60, en la parte más profunda se obtuvo una altura de 1.80, esto al llenarse demasiado los estanques durante la temporada de lluvias, el nivel a trabajar será de 80 cm
- ✓ Se reparo la compuerta del estanque 2, el cual presenta una fuga de agua, en la compuerta se remarcó el nivel de 80cm de altura para saber el relleno óptimo.
- ✓ También se llevó a cabo la limpieza y reparación de la llamada de agua, el cual esta misma será la principal toma para el relleno del estanque.



Figura24

Llenado de estanques



- ✓ Debido al alto costo del combustible para las bombas de agua de gasolina y el requerimiento de agua constante para el recambio, además de las altas temperaturas que evaporan los estanques, se optó por cambiar por bombas de agua eléctricas sumergibles, esto para aprovechar el subsidio eléctrico y ahorrar en gastos.

Figura 25

Material y herramientas de llenado



- ✓ Durante los siguientes meses se tomaron cada día la toma de parámetros físicos químicos del agua para tener un registro y dar seguimiento al cambio de clima.



Instalación de Jaulas

Antes de instalar las jaulas dentro de los estanques, fue necesario revisar en el fondo acuático las zonas de anidación de los peces rezagados que habitan en el estanque, la forma de identificar estos es mediante los huecos del suelo con forma circular como se muestra en la siguiente figura:



Una vez ya identificado los nidos fueron señalados con varas de carrizo como puntales; esto se hace para evitar que los nidos sean cubiertos o sean lastimados los organismos que los habitan; después se introdujeron las jaulas para ser acomodadas en los espacios seleccionados, cada jaula tiene la ventaja de ser removible para mantenerse en el fondo se sujetan con ladrillos en las orillas de cada jaula como anclaje.

Figura 27

Instalación de jaulas



Instalación de red perimetral de seguridad

La vida silvestre es altamente competitiva y la búsqueda de alimento es un factor determinante que crea batallas por supervivencia en los ecosistemas del territorio. En temporada de estiaje es cuando más se hace presente la concentración de aves en las granjas acuícolas, para ello se diseñó una estrategia para evitar o reducir su presencia y continuar con la producción.

Se puede entender que las aves son depredadores naturales, pero también, son reguladores de otras plagas, es mejor verlos como competidores del territorio que para sobrevivir buscan alimento y lugares para el descanso y reproducción.

- ✓ Se procedió a instalar una red perimetral con hilo de nylon número 3 que pueda funcionar como redes anti pájaros para proteger los organismos dentro del estanque contra la depredación, para el ojo humano no es perceptible, pero si para las aves.

Figura 28

Instalación de red perimetral



II. Manejo de Reproductores y crías en jaulas

- ✓ La tilapia es un organismo que se reproduce todo el año, para esta práctica se contempló trabajar 2 etapas de reproducción de manera continua para llegar a obtener un máximo de 6000 crías.
- ✓ Una vez instaladas las jaulas dentro de los estanques, se trabajó la reproducción con organismos del estanque 1, para tener crías de la misma progenie, se realizó una colecta de peces, utilizando una red de trasmallo de 3 puntas; esto se hizo para la realización de la biometría de los organismos, con apoyo de un ictiometro, seleccionando peces con una talla mayor de 20 a 30 cm y utilizando una báscula gramera se seleccionaron aquellos que presenten un peso de entre 160 a 250g.
- ✓ El sexado se hace con la finalidad de identificar el sexo de los organismos entre machos y hembras; también para conformar relaciones de reproducción. La relación a aplicar será de 25 hembras y 8 machos repartidos dentro de las jaulas.

Figura 29

Reproductores de Tilapia y alimentación





- ✓ Una vez que se incorporaron los reproductores en las jaulas se empezaron a alimentar diariamente por 2 raciones diarias de 400g seleccionado y se mantuvo el llenado de estanques, la siguiente tabla muestra el TDA la tasa diaria de alimentación para los reproductores:

Tabla 8

Relación de reproductores en jaulas

No. de organismos	Peso promedio	Biomasa	Porcentaje de alimento %	Porción diaria	ración
30	230	6.9	2%	1.38k	600gx2 (400)

1. Conteo y siembra de crías

- ✓ Fue importante la observación dentro de las jaulas, después de 15 días se empezaron a ver los primeros pequeños organismos que se mantienen en la superficie a orillas de la tela mosquitera, al transcurso de 2 a 4 días, además, se alimentaron de los mismos pellets que se le otorgan a los reproductores.



Figura 30

Captura y conteo de crías



- ✓ Después de 6 días fueron separados de las hembras para dar continuidad a la segunda etapa de reproducción, las crías son capturadas con pequeñas redes con tela fina mosquitero para su conteo y reubicación dentro de la jaula de incubación circular.
- ✓ La alimentación inicial para las crías fue con dosis de 45% de proteína mezclado con alimento hormonado triple 17 alfa Metil testosterona para la reversión sexual durante 20 días, después solo será el inicial.
- ✓ La porción diaria de alimento hormonado fue de 4.05g mas 2g de proteína inicial equivalente a 6.05g con raciones de 3 veces al día de 2.01g durante 20 días.

Figura 31

Crías de Tilapia



Resultados del conteo de crías:

En un periodo de entre 19 a 25 días de la primera etapa, se visualizaron las crías de Tilapia, en la siguiente tabla se muestra los grupos de relación de reproductores y el número de crías obtenidos por jaula:

Tabla 9

Primera etapa de la reproducción de Tilapia (Oreochromis niloticus)

Jaula	Relación	Reproductores	Peso	Talla	Días	Crías
3x3=9m ²	3 a 1	(6 hembrasx2machos)	160>205g	18>22cm	19	830
4x4=16m ²	3 a 1	(6 hembrasx2machos)	190>210g	20>22cm	22	788
6x4=24m ²	3 a 1	(11 hembrasx3machos)	160>240	20>23cm	25	1407
						Total:3025

La segunda etapa de reproducción continuó durante el conteo de crías y reubicación en la jaula incubadora

Tabla 10

Segunda etapa de la reproducción de Tilapia (Oreochromis niloticus)

Jaula	Relación	Reproductores	Peso	Talla	Días	Crías
3x3=9m ²	3 a 1	(6 hembrasx2machos)	160>205g	18>22cm	21	479
4x4=16m ²	3 a 1	(6 hembrasx2machos)	190>210g	20>22cm	15	684
6x4=24m ²	3 a 1	(11 hembrasx3machos)	160>240	20>23cm	17	1048
						Total:2211

- ✓ En un periodo de 46 días se obtuvo un total de 5236 crías de tilapia, después del conteo en la segunda etapa las crías fueron incorporadas a los demás organismos en la jaula incubadora



- ✓ los reproductores de tilapia fueron liberados de las jaulas en el estanque 1, las crías fueron liberadas en el estanque 2 al alcanzar un tamaño de 11 gramos para empezar con la etapa de engorda.

Figura 32

Liberación de organismos



- ✓ Las jaulas vacías se mantuvieron dentro del estanque; de modo que también funciono para ahuyentar a las aves. Después de 2 meses fueron retirados para su mantenimiento y resguardo.

2. Engorda de Tilapia (*Oreochromis niloticus*)






Registro de Biometrías y Tasa de Alimentación Diaria (TDA)

Las biometrías se realizaron cada 15 días; con el propósito de monitorear la talla, peso y estado físico en la que se encontraban los organismos, lo anterior, con el objetivo de observar las características de la especie en su etapa de crecimiento en cultivo controlado de jaulas y estanques. Los valores de talla y peso se presentan tanto en el Cuadro 5, como en el Anexo 1 Observándose que el crecimiento durante la etapa de crías se presentó en los primeros 10 días, así también, se observó que la etapa de alevines se dio entre los 10 y 30 días y entre los 30 días y los 45, pasaron de juveniles a adultos (ver anexo 1)



Cuadro 5

Registro de Biometrías

No. días	De	Biometría	Talla (cm)	Peso (gr)	Organismo
1		Crías	>1.4 y 2.7<	>1 y 3.1<	
10		Alevines	>3.1 y 5.5<	>5 y 11<	
15		Alevines	>6.5 y 10.8<	>17 y 23<	
30		Juveniles	>9.8 y 17<	>30 y 90<	
45		Adultos	>15.8 y 19<	>118 y 132<	



60	Adultos	>19.5 y 22<	>169 y 187<	
75	Adultos	>18.1 23.2<	>206 y 218<	
90	Adultos	>22.9 y 25.7<	>271 y 284<	
105	Adultos	>23.9 y 30<	>328 y 360<	
130	Adultos	>26.7 y 34<	>388 y 664<	

Es de observar que dentro de los resultados logrados permitieron revisar y evaluar el crecimiento de los peces en la talla y peso, datos que se detallan en la Tabla 12, donde se observa que a los 100 días posteriores a la siembra una biomasa promedio por organismo de 0.284 gramos. 15 días después, se alcanzó como promedio un peso de 0.360 gramos, peso que pudo haberse podido tomar en cuenta para comercializar el producto, sin embargo, se determinó que se mantendría el proceso de producción 15 días antes de sacar al mercado el producto, es decir el proceso del cultivo fue de 130 días, alcanzándose un promedio de 0.480 gramos por organismo, generando un total de producción de 2194 kilogramos.



Tabla 11*Crecimiento en biomasa*

No. De días	Peso/organismo (Gramos)	No. De organismo	Peso promedio/total organismos (biomasa)Kg.
1	0.003	5236	15.708
15	0.008	5205	41.888
30	0.020	5181	103.62
45	0.086	4978	428.108
65	0.132	4848	639.936
85	0.219	4748	1 039.812
100	0.284	4662	1 324.008
115	0.360	4571	1 691.27
130	0.480	4571	2 194.08

Manejo de tasa de alimentación.

Es de señalar que, durante el periodo de cultivo, se aplicó una dieta relacionada con la biomasa, los resultados se detallaron en la Tabla 10, reparándose en que la ganancia de gramos obtenidos cada 15 días, fue muy notoria la ganancia de peso de los organismos que se registró cada 15 días hasta registrar una talla óptima de entre 300 a 450 gramos recomendado para autoconsumo o venta.

Tabla 12*Tasa de alimentación diaria (TDA)*

Días	Cantidad de organismos	Peso promedio de organismos (gramos)	Biomasa total	% de alimento en relación a biomasa	Porción diaria en Kilos
1	5236	0.003	1.570	1%	1.57
15	5205	0.008	4.164	1%	4.16
30	5181	0.020	10.362	2%	20.72
45	4978	0.086	42.810	2%	85,62
65	4848	0.132	63.936	2%	127.87
85	4748	0.219	1,039,812	2%	207.96
100	4662	0.284	1,324,008	2%	264.80
115	4571	0.360	1,645,560	2%	329.11
130	4571	0.480	2,194,080	2%	438.81



Análisis de parámetros físico químicos del agua

Un monitoreo adicional fue el análisis fisicoquímico de la calidad del agua (ver anexo II). Muestreo que se realizó tres veces al día (mañana, medio día y tarde), durante el periodo de enero-junio del 2023 (ver Anexo II).

La determinación del análisis de la calidad del agua en los estanques, mediante indicadores fisicoquímicos, se hizo con el propósito de tener un control de las temperaturas, Oxígeno Disuelto (OD) y potencial de hidrógeno (pH), que como se señaló en el Capítulo I (Marco Teórico de la presente investigación), la observancia de parámetros fisicoquímicos en cultivo acuícolas de tilapia son de vital importancia a fin de que los organismos mantengan un entorno acuático vital para garantizar su desarrollo durante el cultivo..

Mortandad total

Si se considera que se sembraron un total de 5236 organismos y se logró una sobrevivencia de 4571 organismos, se concluye que se tuvo una mortandad de 13.3%, lo cual es menor sin duda y esto se logró en virtud de la estrategia implementada en sistema de cultivo (ver tabla 12).

Tabla 13

Mortandad de peces durante la producción

No. de días	Cantidad de organismos	Mortandad No. de organismos	Porcentaje
1	5236	-	
15	5205	31	0.5%
30	5181	24	0.4%
45	4978	203	4.0%
65	4848	130	2.6%
85	4748	100	2.1%
100	4662	86	1.8%
115	4571	91	1.9%
130	4571	-	



Debido a que en los meses de abril y mayo se reportaron las temperaturas más altas fue necesario el uso de bomba sumergible de manera continua para el llenado con agua lagunar, esto para mantener el volumen de agua, dado que al día se evaporaban entre 4 y 7 centímetros del nivel óptimo que requería un estanque; por esta razón la entrada de nutrientes y recambio de agua a los estanques fue constante, beneficiando también al cultivo con el rápido crecimiento de los peces como se muestra en la tabla de ganancia de peso a partir del día 30 al 45 (Anexo II).

3. Cosecha

Una vez obtenidos los resultados de las biometrías del cultivo de peces se llegó a una talla y peso específico de 4571 peces que pesaron entre 350 y 480 gramos para su consumo, así los productores realizaron una reunión para decidir el uso del producto, fuese para autoconsumo entre sus familiares o la venta al público, estableciendo un precio en granja de \$60 pesos el kilo, ya que en los mercados locales su precio era de \$75 pesos el kilo, la ganancia aproximada que se tuvo de la producción final de 2,194,08 kg fue de \$ 131,640 pesos y disponibilidad del estanque para continuar con los cultivos.

Tabla 14

Valor económico de la biomasa total durante la producción

No. De días	Peso/organismo (Gramos)	No. De organismo	Peso promedio/total organismos (biomasa)Kg.	Valor económico (Pesos)
1	0.003	5236	15.708	900
15	0.008	5205	41.888	2,460
30	0.020	5181	103.62	6,180
45	0.086	4978	428.108	25,680
65	0.132	4848	639.936	38,340
85	0.219	4748	1 039.812	62,340
100	0.284	4662	1 324.008	79,440
115	0.360	4571	1 691.27	101,460
130	0.480	4571	2 194.08	131,640



CONCLUSIONES

El presente proyecto se planteó bajo el objetivo general de establecer estrategias técnicas de producción del cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques rústicos mediante la participación de productores rurales pertenecientes al poblado de “El Varadero” en Coyuca de Benítez, el cual fue alcanzado mediante el trabajo compartido entre los productores y el investigador; por un lado, se logró obtener una buena producción y ganancias económicas aceptables por los productores, quienes en periodos de cultivo anteriores no habían tenido control de la calidad del agua, no realizaban prácticas de manejo de control sustentable de flora y fauna, lo que incidía en altas mortalidades de peces.

Es de puntualizar que durante el desarrollo del proyecto se establecieron cultivos de jaulas en estanques para ahuyentar aves y otras especies depredadoras como respuesta a los problemas de depredación de la flora endémica regional; es decir que, desde la perspectiva de manejo sustentable, se logró terminar con prácticas ilegales de control de fauna depredadora y disminuir la mortandad de organismos mediante prácticas de control amigables con el medio ambiente.

Así también, parte de los resultados obtenidos se lograron a través de la capacitación, donde se logró la modificación de procesos y técnicas de producción que mejoraron el manejo de la especie en estudio. Como beneficio de los talleres, los productores aprendieron nuevas técnicas del cultivo de la tilapia que pueden ser replicadas por otros productores acuícolas del territorio que cuentan con terrenos propios para iniciarse en la acuicultura.

Por ejemplo, el obtener del mismo sistema lagunar y de estanques la semilla de cultivo de manera natural por medio de reproductores de tilapia, traerá beneficios para las siguientes producciones, ahorro en la compra de alevines, mayor control en la selección para la cosecha y nuevos mercados de venta de crías para el cultivo, así como también, adaptar otras especies del sistema lagunar para mejorar la planeación estratégica establecida en la producción y abrir puertas a la investigación acuícola en la región.



Además, los logros obtenidos demuestran que un sistema de producción controlada bajo las estrategias utilizadas permite arribar a resultados favorables tanto económicos como sociales, demostrando que la acuicultura es una actividad rentable y una alternativa sustentable para la producción de alimentos.



REFERENCIAS

- Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Vedas pesqueras: sacrificio temporal, beneficio a largo plazo*. Gob. <https://cutt.ly/fXZBZzJ>
- Agrotendencia.tv (2023). *Cultivo de tilapia: tipos, beneficios, propiedades y su cultivo*. <https://agrotendencia.tv/agropedia/agropedia/acuicultura/cultivo-de-la-tilapia/>
- Aquadocs (2007). *Acuicultura Rural "Cría de Peces, Camarones y Moluscos"*. Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. Oficina Técnica de Cooperación de la Embajada de España en Panamá. ISBN 978-9962-653-06-6. <http://hdl.handle.net/1834/8118>
- Arancibia, Yáñez. A. (1976). *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del pacífico de México*. "39th annual meeting American society of limnology and oceanography", savannah, Georgia. <https://cutt.ly/bKolDwj>
- Arredondo, F. J. Campos, Flores. M. V., Gonzales T. Y Garduño A. T. (1994). *Desarrollo Científico y Tecnológico del Banco de Genoma de Tilapia. SEPESCA-UAMI*. México. 89 p.
- Arredondo, F., Guzmán, A. (1986). *Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapiini (Pisces: Cichilidae) introducidas en México*. Instituto de biología. Universidad Autónoma de México Serie Zoología. 555- 572. 56(2). <https://cutt.ly/eKoQR2Y>
- Ayala, F., Amaya, T. (1995). *Evaluación preliminar de tres lagunas costeras en el estado de Guerrero, Mex. (Chautengo, Tres Palos y Coyuca), para determinar su potencial camaronícola*. Res. XIII Congreso Nacional de Zoología. 135. <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v23n2/v23n2a12.pdf>
- Barbero, J., Cortes, F. (2005). Trabajo comunitario, organización y desarrollo social. Política social/servicios sociales. Editorial Alianza
- Bassols, A. (1990). *La teoría, el conocimiento de las regiones en Javier Delgadillo y Felipe Torres, 30 años de investigación económica regional en México*. El pensamiento y la obra del geógrafo Ángel Bassols Batalla, UNAM, Méx.



- BBC News Mundo. (2019). *4 efectos del cambio climático que ya se pueden ver en América Latina*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-50634600>
- Bocek, A. (2009) *International Center for Aquaculture and Aquatic Environment: Swingle Hall*. Auburn University of Alabama, USA.
- Bocek, A. (2009). *Producción de Alevines de Tilapia Nilótica en "Japas"*. Internacional center for aquaculture. Acuicultura y aprovechamiento del agua para el desarrollo rural. centro internacional de acuicultura, universidad Auburn, Alabama, USA.
- Boisier, S. (2001). *Desarrollo (Local): ¿De qué estamos hablando?*. Transformaciones globales, instituciones y políticas de desarrollo local (pp. 48-74). Rosario, Argentina: Homo Sapiens
- Boisier, S. (2004). *Desarrollo Endógeno: ¿Para qué?, ¿Para quién?*. (El humanismo en una interpretación contemporánea del desarrollo). Universidad Católica de Chile. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social, NN.UU.
- Boisier, S. (2005). *¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización?*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) Revista de CEPAL 86. Agosto 2005.
- Bustillo, García. L., Martínez, Dávila, J. P. (2008). *Los enfoques del desarrollo sustentable*. Revista. Interciencia, 33(5), 389-395.
- Cedrssa. (2015). *La Acuicultura*. Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria.
- Censos Económicos. (2019). *Pesca y acuicultura*. SNIEG. Información de Interés Nacional. (INEGI) Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México
- Clemente C., I., P. A. Nava A. y J. A. Rendón D. (1993). "Análisis de las comunidades ictiofaunísticas de la laguna de Coyuca, Guerrero, México". "V Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar". Cartel 165.
- Colpos. (2013). *Manual del participante. Cultivo de tilapia en estanques rústicos*. Curso.
- Conapesca. (2020). *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2020*. Secretaría de gobernación.



- Coneval. (2020). *Medición de la pobreza a nivel estatal: Guerrero*. <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guerrero/Paginas/principal.aspx>
- Cruz Martin, P. (2013). *Calidad del agua en la laguna de Coyuca, Gro, y Geovisualización de los Paisajes Costeros*. Tesis: Biología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.
- Data México, Beta. (2021). *Coyuca de Benítez, Guerrero*. <https://datamexico.org/es/profile/geo/coyuca-de-benitez>
- FAO, (2008). *Consideraciones generales. El cultivo en jaulas, corrales y su historia*. Documento técnico de pesca 498.FAO. <http://www.fao.org/3/ad021s/AD021S01.htm>
- FAO, (2022). *Año Internacional de la Pesca y Acuicultura Artesanales 2022*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. <https://www.fao.org/3/cb4875es/cb4875es.pdf>
- FAO. (1995). *Código de conducta para la pesca responsable (COFI)*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. <https://www.fao.org/3/v9878s/v9878s.pdf>
- FAO. (2009). *Oreochromis Niloticus*. In *Culture aquatic species factsheets*. Text by Rakocy, J. E. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael New. CD-ROM (multilingual).
- FAO. (2011). *Desarrollo de la acuicultura*. Enfoque ecosistémico a la acuicultura.FAO: Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 5, Supl. 4. Roma, 60p.
- FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- FAO. (s.d). *Nutrición y alimentación de los peces*. <https://cutt.ly/t1GIp7Z>
- García, F. M. (2022). *El ciclo circadiano de los animales*. Mis Animales. <https://misanimales.com/ciclo-circadiano-los-animales/> Linnaeus, 1766).
- Geilfus, F. (2002). *80 Herramientas para el Desarrollo Participativo. Diagnóstico, Planificación, Monitoreo y Evaluación*. San José, C.R.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2002. ISBN13: 99923-7727-5.



- Gudynas E. (1995). *Ecología, desarrollo y neoliberalismo*. Documentos de investigación N°1, Cebem, La Paz, Bolivia. pp. 5-39.
- Inapesca. (2018). *Acuicultura comercial. Acuicultura Tilapia*. Instituto Nacional de Pesca. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-tilapia>
- Inegi Monografías. (2020). *Información de México para Niños*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/gro/poblacion/>
- Inegi. (2022). *Mapa Digital de México en línea*. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE2Ljg3MTcxLGxvbjotOTkuOTcxMzQsejo3LGw6YzExMXNlcnZpY2lvcw==>
- Instituto Nacional de Pesca. (n.d.). *Acuicultura Tilapia*. Gobierno de México. <http://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-tilapia>
- Jiménez, Aguilar. K, J. (2019). *"Propuesta para una pesca artesanal sostenible en la localidad de La Barra De Coyuca, Gro"*. Unidad de ciencias de desarrollo regional maestría en gestión para el desarrollo sustentable (conacyt). Programa incorporado al padrón nacional de posgrado de calidad (pnpc).
- Juárez, C. (2019) *Elaboración de un Plan de Acción Sustentable del Cultivo de Tilapia en Valles Centrales, Oaxaca*. Tesis Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional.
- Lavelle E, Vuk J, Barber C. (2013). *Twelve tips for getting started using mixed methods in medical education research*. Med Teach. 35:272-276.
- Leech, N., Onwuegbuzie, A. (2009). *A typology of mixed methods research designs*. QualQuant 2009. 43:265-275.
- Leff, E. (1998). *Saber Ambiental Sustentabilidad, Racionalidad, Complejidad, Poder*. Centro de investigaciones interdisciplinarias en ciencias y humanidades, Unam y con el programa de naciones unidas para el medio ambiente, pnuma. Siglo XXI editores, s.a.dec.v. Primera edición.
- López, Ríos. A., Morales, Hernández, R. (2011). *El desarrollo local en la estrategia del desarrollo regional sustentable*. 16° Encuentro de Amencider, Xalapa, Méx.



- Mora, Y. (2018). *“Producción acuícola de tilapia (Oreochromis niloticus) en estanque rústico en apoyo al desarrollo local sustentable en el municipio de Cópala, Guerrero”*. Unidad de ciencias de desarrollo regional maestría en gestión para el desarrollo sustentable. (Conacyt). Programa incorporado al padrón nacional de posgrado de calidad (pnpc).
- Moran, M. (2021). *La Agenda para el Desarrollo Sostenible*. Océanos.<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>
- National Geographic. (2018). *Las chinampas prehispánicas de Xochimilco*. National Geographic en Español. <https://cutt.ly/sBseLiH>
- OSTIMEX. (1999). *Proyecto de un Tanque-Arena para la Reproducción de Tilapia en Cocea, Mío*. De Alfasayucan, Hgo. México. pp. 17-97.
- Programa nacional de pesca y acuicultura (2020). *Comisión nacional de acuicultura y pesca*. Programa especial derivado del plan nacional de desarrollo 2019 2024. <https://cutt.ly/9Kok0Gh>
- Pueblos América. (2019). *La Barra (Coyuca de Benítez, Guerrero)*.<https://mexico.pueblosamerica.com/i/la-barra/>
- Ramírez, Flores. O. (1999). *Los ecosistemas lagunares costeros y la camaronicultura*. Dirección general de investigación en procesos para el desarrollo sustentable del instituto nacional de la pesca. <https://cutt.ly/ENw92fB>
- Roca, J. (2001). *El debate sobre el crecimiento económico desde la perspectiva de la sostenibilidad y la equidad*. Departamento de Teoría Económica. Universidad de Barcelona. <http://jordiroca.online/capitulos-de-libros/>.
- Rojas, A., Ponce, J., Rendón, J., Ruiz, J., Díaz, J. (2004). *Estudio del Estado de la Acuicultura en el Estado de Guerrero*. IX Foro de Estudios sobre Guerrero. Laboratorio de Bioingeniería acuícola. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos y Cuvedes- UAN. Unidad Académica de Ecología Marina. Área de Investigación Oceanográfica, Recursos Costeros. Sagarpa-Conapesca, Delegación Guerrero.<https://cutt.ly/33QdQOi>
- Sagarpa. (2018). *periodos de veda para especies marinas y dulceacuícolas*. Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola. Secretaría de



Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación.
<https://cutt.ly/ZMBdqMO>

- Sánchez, Rodríguez, R. (2010). *Cultivo semiintensivos del cultivo de Tilapia (O. N) En estanquera rustica en la Posta de la facultad de Medicina y zootecnia*. Tesis. Programa de Maestría en ciencias en Limnología y acuicultura. Universidad Michoacana de san Nicolás Hidalgo. Instituto de investigaciones sobre los recursos naturales. Morelia, Michoacán., México.
- Tashakkori A, Teddlie C. (2010). *Mixed Methods in Social and Behavioral Research*. 2nd Edition. Los Ángeles CA: Sage.
- Terra.org. (2005). *Cielos vacíos: los pájaros del mundo en peligro*. *Ecología práctica*. <https://www.terra.org/categorias/articulos/cielos-vacios-los-pajaros-del-mundo-en-peligro>
- Tovilla, Hernández. C. S., Mora, Corro. J., Rojas, García. A., Vázquez, Lule. (2009). *Caracterización del sitio de manglar Coyuca – Mitla*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F
- Vázquez, Barquero A. (2009). *Desarrollo local, Una estrategia para tiempos de crisis. Conceptos críticos*. Desarrollo económico, innovación y análisis territorial. Universidad Autónoma de Madrid. Universitas Fórum, Vol. 1, No. 2.
- Villasante, F., Cortés, L., Zúñiga, M., Jaime, C., Galindo, L., Basto, R., Nolasco, S. (2010). *Cultivo de tilapia (Oreochromis Niloticus) a pequeña escala ¿alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México?* Redvet. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504. 2010 Volumen 11 Número 03
- Villerías, Salinas. S. (2020). *Situación Actual y Perspectiva de la Actividad Acuícola en el Estado de Guerrero, México*. Universidad Autónoma de Guerrero. Centro de investigación y posgrado en estudios socio territoriales. Chilpancingo, guerrero, México. Revista geográfica venezolana.



Zanin, T. (2020). *Carnes rojas y carnes blancas: cuáles son y mitos y verdades sobre ellas*. Tua Saúde. <https://www.tuasaude.com/es/mitos-y-verdades-sobre-las-carnes-rojas-y-carnes-blancas/>



Anexos

Anexo 1. Registro de Biometrías

Cuadro 6

Bitácora de Campo: Registro de biometrías

Biometría 1: crías			Biometría 2: Alevines			Biometría 3: juvenil			Biometría 4: Adultos			Biometría 5: Adultos		
Pez	Talla (cm)	Peso(gr)	Pez	Talla	Peso	Pez	Talla	Peso	Pez	Talla	Peso	Pez	Talla	Peso
1	1.4	1.6	1	4.2	6g	1	8.2	20g	1	13	53g	1	17.9	126g
2	2.1	1	2	5.1	9g	2	9.5	22g	2	17	90g	2	18.3	129g
3	2.4	2.8	3	3.6	5g	3	6.05	17g	3	12	35g	3	18	127g
4	1.5	1.3	4	4.4	6g	4	7.02	19g	4	12.5	37g	4	17.8	124g
5	2.7	3.1	5	5.5	11g	5	7.4	18g	5	10.4	31g	5	18.6	131g
6	1.8	3.1	6	3.8	6g	6	6.7	19g	6	12.8	34g	6	17.7	125g
7	1.4	1.1	7	4.6	8g	7	6.8	20g	7	14.6	66g	7	17.4	123g
8	2.6	3	8	3.3	5.9g	8	6	19g	8	9.8	30g	8	18.8	132g
9	1.8	2	9	3.9	7g	9	4.5	21g	9	12.3	31g	9	18.6	127g
10	1.5	1.0	10	4.6	6g	10	9.8	22g	10	15.4	70g	10	15.8	118g
11	2.5	1.7	11	5.2	9.8g	11	7.1	21g	11	10.8	33g	11	18.3	131g
12	2.2	2.3	12	3.7	5g	12	10.8	23g	12	10.2	31g	12	18.2	129g
13	1.9	1.5	13	3.1	5g	13	10.3	21g	13	12.1	36g	13	18.1	130
14	2.3	1.6	14	4.8	8g	14	8	21g	14	11.7	35g	14	19	132g*
15	2.2	1.3	15	3.9	6g	15	10	22g	15	12.9	48g	15	18	130g

Biometría 6: Adultos			Biometría 7: Adultos			Biometría 8: Adultos			Biometría 9: Adultos			Biometría 10: Adultos		
Pez	Talla	Peso	Pez	Talla	Peso	Pez	Talla	Peso	Pez	Talla	Peso	Pez	Talla	Peso
1	21.5	184g	1	23.1	218	1	23.8	280	1	26.9	347	1	28.1	429
2	21	182	2	21.9	216	2	23.9	279	2	30	360*	2	26.7	410
3	22	187*	3	19.8	211	3	25.1	283	3	28	355	3	31	480
4	21.3	183	4	18.1	208	4	22.9	276	4	27	339	4	31.6	465
5	19.5	171	5	23	219	5	23.8	281	5	29.6	354	5	28.9	398
6	21	169	6	22	215	6	25.2	284*	6	27.2	346	6	29.3	456
7	20.9	178	7	18.9	206	7	22.1	274	7	26.8	349	7	30.4	528
8	21.8	185	8	19.4	211	8	25.7	282	8	25.5	343	8	30.8	440
9	20.3	179	9	19.8	213*	9	24.9	281	9	28	356	9	31.1	582
10	21.1	181	10	22.3	217	10	22.5	275	10	25.8	342	10	30.2	437
11	22.1	185	11	23.2	218	11	23.9	271	11	29.3	352	11	32	593*
12	20.7	179	12	19.6	210	12	26	284	12	23.9	328	12	34	604*
13	21.6	183	13	22	217	13	24.6	283	13	29.8	353	13	31.3	432
14	21.8	180	14	19.1	209	14	24	280	14	30	359	14	29.8	478
15	20.1	177	15	22.6	218	15	23.6	277	15	27.5	336	15	30.2	512



Anexo II

<i>Calidad del Agua</i> <i>Registro de Parámetros Físico Químicos (Enero)</i> <i>*M:mañana *MD:mediodía *T:tarde</i>		
10/01/23 Temperatura:M:24°/MD:29°/T:27° Oxígeno D(mg/l) M:5.2/MD:8.9/T:7 PH: M:6/MD:9/T:7	17/01/23 Temperatura:M:23°/MD:28°/T:27° Oxígeno D(mg/l) M:5.1/MD:8/T:6 PH: M:5.3/MD:8.7/T:8.1	24/01/23 Temperatura:M:24.6°/MD:30°/T:29° Oxígeno D(mg/l) M:5.1/MD:8.1/T:7 PH: M:4.9/MD:9.2/T:6
11/01/23 Temperatura:M:25°/MD:29°/T:26° Oxígeno D(mg/l) M:5.2/MD:8.9/T:7 PH: M:6/MD:9/T:7	18/01/23 Temperatura:M:23°/MD:29°/T:27° Oxígeno D(mg/l) M:5.2/MD:8.9/T:7 PH: M:5.6/MD:9.5/T:8.4	25/01/23 Temperatura:M:26°/MD:30°/T:28° Oxígeno D(mg/l) M:4.3/MD:8.5/T:7 PH: M:4.7/MD:9.3/T:8
12/01/23 Temperatura:M:24°/MD:28°/T:27° Oxígeno D(mg/l) M:4.9/MD:8.0/T:7.6 PH: M:6/MD:9.4/T:8	19/01/23 Temperatura:M:23°/MD:28°/T:29° Oxígeno D(mg/l) M:4.8/MD:8.4/T:8 PH: M:5.4/MD:8.7/T:8	26/01/23 Temperatura:M:26°/MD:29°/T:27° Oxígeno D(mg/l) M:4.6/MD:9.9/T:8 PH: M:5.7/MD:8.6/T:8
13/01/23 Temperatura:M:26°/MD:29°/T:28° Oxígeno D(mg/l) M:5.3/MD:7.9/T:8 PH: M:6.3/MD:9.4/T:8.7	20/01/23 Temperatura:M:23°/MD:29°/T:29° Oxígeno D(mg/l) M:5.5/MD:8.2/T:7 PH: M:4.9/MD:9.4/T:8.6	27/01/23 Temperatura:M:27°/MD:31°/T:28° Oxígeno D(mg/l) M:3.9/MD:9.4/T:8 PH: M:5.5/MD:9.9/T:9
14/01/23 Temperatura:M:26°/MD:30°/T:28° Oxígeno D(mg/l) M:4.8/MD:8.8/T:7.8 PH: M:5/MD:8/T:7.2	21/01/23 Temperatura:M:24°/MD:30°/T:28° Oxígeno D(mg/l) M:4.4/MD:8.8/T:8 PH: M:5.6/MD:8.7/T:8	28/01/23 Temperatura:M:27°/MD:30°/T:28° Oxígeno D(mg/l) M:4.2/MD:8.6/T:7 PH: M:5.8/MD:8.8/T:8
15/01/23 Temperatura:M:26°/MD:28.6°/T:27° Oxígeno D(mg/l) M:4.8/MD:8.7/T:7.9 PH: M:5.3/MD:9.2/T:8.4	22/01/23 Temperatura:M:24°/MD:29°/T:27° Oxígeno D(mg/l) M:5.6/MD:8.3/T:8 PH: M:4.7/MD:9.2/T:7.9	29/01/23 Temperatura:M:27°/MD:31°/T:28° Oxígeno D(mg/l) M:5.3/MD:7.9/T:8 PH: M:4.6/MD:7.8/T:8.1
16/01/23 Temperatura:M:26.4°/MD:31°/T:30° Oxígeno D(mg/l) M:4.2/MD:8.1/T:7.2 PH: M:5/MD:8.8/T:8.4	23/01/23 Temperatura:M:25°/MD:29°/T:28° Oxígeno D(mg/l) M:4.8/MD:8.8/T:8 PH: M:5.7/MD:8.7/T:8	30/01/23 Temperatura:M:26°/MD:30°/T:29° Oxígeno D(mg/l) M:3.8/MD:8.1/T:8 PH: M:5/MD:7.6/T:8.1



Calidad del Agua		
Registro de Parámetros Físico Químicos (Febrero)		
	*M:mañana	*MD:mediodía *T:tarde
1/02/23	7/02/23	14/02/23
Temperatura:M:25°/MD:30°/T:28°	Temperatura:M:26°/MD:31°/T:31°	Temperatura:M:26°/MD:31°/T:31°
Oxigeno D: M:4 /MD:7.9 /T:7	Oxigeno D: M:4.5 /MD:8.2 /T:8	Oxigeno D:M:4.2 /MD:8.3 /T:8
PH: M:5 /MD:8 / T:8.2	PH: M:5.6 /MD:8.9 /T:8.6	PH: M:6.8 /MD:9.9 /T:9.4
2/02/23	8/02/23	15/02/23
Temperatura:M:25°/MD:30°/T:29°	Temperatura:M:27°/MD:30°/T:30°	Temperatura:M:26°/MD:30°/T:28°
Oxigeno D: M:4.1 /MD:8.8 /T:8.4	Oxigeno D:M:4.2/MD:8.6 /T:8.1	Oxigeno D:M:4.3 /MD:8.4 /T:8.2
PH: M:5 /MD:7 /T:6.6	PH: M:5 /MD:9.4 /T:8.9	PH: M:6.7 /MD:9.9 /T:9.5
3/02/23	9/02/23	16/02/23
Temperatura:M:24°/MD:31°/T:30°	Temperatura:M:27°/MD:32°/T:30°	Temperatura:M:25°/MD:30°/T:29°
Oxigeno D: M: 5 /MD:8.1 /T:7.8	Oxigeno D:M:4.1 /MD:8.8 /T:8	Oxigeno D:M:4 /MD:8.9 /T:8.6
PH: M:6 /MD:8/T:6.9	PH: M:5 /MD:9.3 /T:9	PH: M:6.3 /MD:9.7 /T:8.9
3/02/23	10/02/23	17/02/23
Temperatura:M:26°/MD:32°/T:31°	Temperatura:M:26°/MD:30°/T:30°	Temperatura:M:26°/MD:30°/T:30°
Oxigeno D: M:3.9 /MD:7.7 /T:6.9	Oxigeno D:M:4 /MD:9.6 /T:9.2	Oxigeno D:M:4.2 /MD:8.7 /T:8.2
PH: M:4.8 /MD:8 /T:7.2	PH: M:6.5 /MD:9.4 /T:8.8	PH: M:6.3 /MD:9.4 /T:9
4/02/23	11/02/23	18/02/23
Temperatura:M:26°/MD:31° /T:30°	Temperatura:M:26°/MD:31°/T:29°	Temperatura:M:26°/MD:31°/T:30°
Oxigeno D: M:5.5 /MD:8 /T:7.6	Oxigeno D:M:4 /MD:9.2 /T:9	Oxigeno D:M:4.2 /MD:8.5 /T:8
PH: M:5.2 /MD:8 /T:8	PH: M:6.2 /MD:9.6 /T:8.9	PH: M:6.6 /MD:9.8 /T:9
5/02/23	12/02/23	19/02/23
Temperatura:M:26° /MD:31°/T:31°	Temperatura:M:25°/MD:31°/T:30°	Temperatura:M:24°/MD:29°/T:27°
Oxigeno D: M:5 /MD:8.3 /T:7.8	Oxigeno D:M:4 /MD:8.8 /T:8	Oxigeno D:M:4.2 /MD:8.5 /T:7.9
PH: M:4.9 /MD:8 /T:7.5	PH: M:6.6 /MD:9.6 /T:9	PH: M:6.4/MD:9.5 /T:9
6/02/23	13/02/23	20/02/23
Temperatura:M:27°/MD:31°/T:30°	Temperatura:M:26°/MD:30°/T:30°	Temperatura:M:25°/MD:31°/T:29°
Oxigeno D:M:4.6 /MD:7 /T:7	Oxigeno D:M:4.5 /MD:8.6 /T:8.1	Oxigeno D: M:4 /MD:8.4 /T:8
PH: M:5 /MD:9.6 /T:9	PH: M:6.7 /MD:9.7 /T:9.2	PH: M:6.8 /MD:9.3 /T:9



Calidad del Agua		
Registro de Parámetros Físico Químicos (Marzo)		
	*M:mañana	*MD:mediodía *T:tarde
3/03/23	10/03/23	17/03/23
Temperatura:M:27°/MD:30°/T:30°	Temperatura:M:25°/MD:31°/T:30° Oxígeno D: M:4.1 /MD:8.9 /T:8.2 PH: M:5.9 /MD:8.3 /T:8	Temperatura:M:27°/MD:31°/T:31° Oxígeno D:M:4 /MD:8.7 /T:8 PH: M:6.9 /MD:9.9 /T:9.2
Oxígeno D: M:4.2 /MD:8.3 /T:7.6		
PH: M:5.8 /MD:8.9 / T:8.4		
4/03/23	11/03/23	18/03/23
Temperatura:M:26°/MD:30°/T:28° Oxígeno D: M:4.4 /MD:8.7 /T:7.2 PH: M:5.4 /MD:8.2 /T:8	Temperatura:M:26°/MD:30°/T:30° Oxígeno D:M:4 /MD:8.4 /T:7.7 PH: M:5.7 /MD:9.1 /T:8.6	Temperatura:M:27°/MD:32°/T:30° Oxígeno D:M:4 /MD:8.3 /T:7.9 PH: M:5.4 /MD:9.9 /T:8.6
5/03/23	12/03/23	19/03/23
Temperatura:M:25°/MD:30°/T:30° Oxígeno D: M: 4.7 /MD:8.4 /T:8.1 PH: M:5.9 /MD:8.6 /T:8.1	Temperatura:M:26°/MD:30°/T:29° Oxígeno D:M:4.4 /MD:8.5 /T:8.5 PH: M:5.4 /MD:9.6 /T:9.2	Temperatura:M:27°/MD:32°/T:31° Oxígeno D:M:3.9 /MD:8.1 /T:7.7 PH: M:5 /MD:8.2 /T:7.5
6/03/23	13/03/23	20/03/23
Temperatura:M:26°/MD:30°/T:30° Oxígeno D: M:4.4 /MD:8.1 /T:8 PH: M:4.5 /MD:8.7 /T:7.9	Temperatura:M:25°/MD:30°/T:29° Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.6 /T:9 PH: M:6.7 /MD:9.3 /T:8.9	Temperatura:M:27°/MD:32°/T:30° Oxígeno D:M:3.9 /MD:8.1 /T:7.3 PH: M:4.8 /MD:9 /T:8.7
7/03/23	14/03/23	21/03/23
Temperatura:M:26°/MD:30° /T:29° Oxígeno D: M:4.2 /MD:8.7 /T:8 PH: M:5.9 /MD:9.7 /T:9	Temperatura:M:26°/MD:30°/T:30° Oxígeno D:M:4.4 /MD:9.9 /T:9.5 PH: M:6.6 /MD:9.8 /T:9.3	Temperatura:M:27°/MD:32°/T:31° Oxígeno D:M:4 /MD:8.7 /T:8.3 PH: M:5 /MD:9.9 /T:7.8
8/03/23	15/03/23	22/03/23
Temperatura:M:25° /MD:31°/T:29° Oxígeno D: M:4.2 /MD:8.9 /T:8.8 PH: M:6.4 /MD:8.3 /T:8	Temperatura:M:25°/MD:30°/T:29° Oxígeno D:M:4.1 /MD:8.9 /T:8.6 PH: M:6.9 /MD:9.9 /T:9.5	Temperatura:M:27°/MD:33°/T:31° Oxígeno D:M:3.9 /MD:8.9 /T:8.4 PH: M:5.2 /MD:10 /T:9.6
9/03/23	16/03/23	23/03/23
Temperatura:M:26°/MD:31°/T:31° Oxígeno D:M:4.1 /MD:8.3 /T:7.6 PH: M:6.3 /MD:9.8 /T:9	Temperatura:M:27°/MD:31°/T:30° Oxígeno D:M:4 /MD:9.9 /T:8.7 PH: M:6.8 /MD:9.7 /T:9.4	Temperatura:M:27°/MD:32°/T:32° Oxígeno D: M:4 /MD:8.8 /T:8.2 PH: M:5.4 /MD:9.8 /T:9.3



Calidad del Agua			
Registro de Parámetros Físico Químicos (Abril)			
	*M:mañana	*MD:mediodía	*T:tarde
13/04/23	20/04/23	25/04/23	
Temperatura:M:28°/MD:32°/T:30°	Temperatura:M:28°/MD:36°/T:35°	Temperatura:M:27°/MD:35°/T:34°	
Oxígeno D: M:3.9 /MD:7.9 /T:7.6	Oxígeno D: M:4 /MD:8.5 /T:7.9	Oxígeno D:M:4.2 /MD:8.6 /T:8.1	
PH: M:5 /MD:9.7 / T:9.8	PH: M:5.4 /MD:8 /T:7.8	PH: M:6 /MD:9.2 /T:9	
14/04/23	21/04/23	26/04/23	
Temperatura:M:28°/MD:34°/T:31°	Temperatura:M:27°/MD:35°/T:31°	Temperatura:M:27°/MD:34°/T:32°	
Oxígeno D: M:3.6 /MD:8.4 /T:7.4	Oxígeno D:M:3.9 /MD:8 /T:7.8	Oxígeno D:M:4.1 /MD:8.8 /T:8.5	
PH: M:5.1 /MD:9.6 /T:8.7	PH: M:5.6 /MD:8.3 /T:8.2	PH: M:6.3 /MD:9.1 /T:8.8	
15/04/23	22/04/23	27/04/23	
Temperatura:M:27°/MD:34°/T:32°	Temperatura:M:28°/MD:36°/T:36°	Temperatura:M:26°/MD:33°/T:31°	
Oxígeno D: M: 3.9 /MD:7.8 /T:7.7	Oxígeno D:M:4 /MD:8.7 /T:8.1	Oxígeno D:M:4.3 /MD:9.4 /T:8.8	
PH: M:5.5 /MD:8.1 /T:8	PH: M:5.5 /MD:8.6 /T:8,3	PH: M:5.8 /MD:8.9 /T:8.6	
16/04/23	23/04/23	28/04/23	
Temperatura:M:28°/MD:34°/T:32°	Temperatura:M:27°/MD:36°/T:35°	Temperatura:M:27°/MD:33°/T:31°	
Oxígeno D: M:3.9 /MD:8.3 /T:7.9	Oxígeno D:M:3.9 /MD:8.6 /T:8	Oxígeno D:M:4.2 /MD:9 /T:8.6	
PH: M:4.9 /MD:8.5 /T:7.8	PH: M:5.4 /MD:8.7 /T:8.5	PH: M:5.7 /MD:9.4 /T:9.2	
17/04/23	22/04/23	29/04/23	
Temperatura:M:28°/MD:35° /T:35°	Temperatura:M:28°/MD:35°/T:35°	Temperatura:M:27°/MD:34°/T:33°	
Oxígeno D: M:3.8 /MD:8.1 /T:7.7	Oxígeno D:M:4 /MD:8.3 /T:8.1	Oxígeno D:M:4.4 /MD:8.9 /T:8.5	
PH: M:5.1 /MD:8.4 /T:7.9	PH: M:5.6 /MD:8.8 /T:8.7	PH: M:5.6 /MD:9.3 /T:8.9	
18/04/23	23/04/23	30/04/23	
Temperatura:M:28° /MD:35°/T:33°	Temperatura:M:27°/MD:35°/T:34°	Temperatura:M:26°/MD:34°/T:33°	
Oxígeno D: M:4 /MD:8.3 /T:7.9	Oxígeno D:M:4 /MD:8.6 /T:8.4	Oxígeno D:M:4.5 /MD:9.2 /T:9	
PH: M:5.1 /MD:8.6 /T:8.1	PH: M:5.7 /MD:9 /T:8.8	PH: M:5.5 /MD:9.4 /T:9.1	
19/04/23	24/04/23	1/05/23	
Temperatura:M:27°/MD:36°/T:34°	Temperatura:M:26°/MD:36°/T:34°	Temperatura:M:25°/MD:35°/T:34°	
Oxígeno D:M:4.3 /MD:8.6 /T:7.9	Oxígeno D:M:4.1 /MD:8.6 /T:8.3	Oxígeno D: M:4.3 /MD:9 /T:8.9	
PH: M:5.2 /MD:8.5 /T:8	PH: M:5.5 /MD:9.1 /T:8.9	PH: M:5.6 /MD:9.6 /T:9.4	



Calidad del Agua		
Registro de Parámetros Físico Químicos (Mayo)		
	*M:mañana	*MD:mediodía *T:tarde
2/05/23	9/05/23	16/05/23
Temperatura:M:25°/MD:33°/T:30°	Temperatura:M:26°/MD:34°/T:34° Oxígeno D: M:4.5/MD:8.9 /T:8.6 PH: M:5.8 /MD:9.4 /T:9.3	Temperatura:M:25°/MD:33°/T:31° Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.2 /T:8.8 PH: M:6.3 /MD:9.7 /T:9.4
Oxígeno D: M:4.3 /MD:8.7 /T:8.5		
PH: M:5.6 /MD:9 / T:8.8		
3/05/23	10/05/23	17/05/23
Temperatura:M:26°/MD:33°/T:32° Oxígeno D: M:4.4 /MD:8.6 /T:8.4 PH: M:5.6 /MD:9.8 /T:9.5	Temperatura:M:25°/MD:34°/T:33° Oxígeno D:M:5.8 /MD:9.4 /T:9.3 PH: M:5.9 /MD:9.2 /T:9	Temperatura:M:26°/MD:34°/T:33° Oxígeno D:M:4.7 /MD:9.2 /T:9 PH: M:6.4 /MD:9.8 /T:9.4
4/05/23	11/05/23	18/05/23
Temperatura:M:26°/MD:34°/T:33° Oxígeno D: M: 4.5 /MD:8.9 /T:8.7 PH: M:5.7 /MD:9.2 /T:9	Temperatura:M:26°/MD:35°/T:33° Oxígeno D:M:4.6 /MD:9 /T:8.8 PH: M:5.9 /MD:9.5 /T:9.3	Temperatura:M:25°/MD:33°/T:32° Oxígeno D:M:4.4 /MD:9.1 /T:8.9 PH: M:6.2 /MD:9.5 /T:9.2
5/05/23	12/05/23	19/05/23
Temperatura:M:25°/MD:35°/T:34° Oxígeno D: M:4.4 /MD:8.9 /T:8.4 PH: M:5.5 /MD:9.3 /T:9	Temperatura:M:25°/MD:33°/T:31° Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.1 /T:8.9 PH: M:6 /MD:9.4 /T:9.2	Temperatura:M:24°/MD:32°/T:31° Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.1 /T:8.8 PH: M:6.4 /MD:9.7 /T:9.3
6/05/23	13/05/23	20/05/23
Temperatura:M:26°/MD:36° /T:35° Oxígeno D: M:4.6 /MD:9 /T:8.6 PH: M:5.7 /MD:9.4 /T:9.1	Temperatura:M:25°/MD:34°/T:32° Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.2 /T:9 PH: M:6.1 /MD:9.3 /T:9.1	Temperatura:M:24°/MD:33°/T:32° Oxígeno D:M:4.5 /MD:8.8 /T:8.1 PH: M:6.4 /MD:9.7 /T:9.3
7/05/23	14/05/23	21/05/23
Temperatura:M:25° /MD:36°/T:34° Oxígeno D: M:4.5 /MD:8.9 /T:8.6 PH: M:5.7 /MD:9.6 /T:9.4	Temperatura:M:24°/MD:34°/T:33° Oxígeno D:M:4.6/MD:9.4 /T:9.2 PH: M:6.2 /MD:9.5 /T:9	Temperatura:M:24°/MD:33°/T:31° Oxígeno D:M:4.4 /MD:9.1 /T:8.8 PH: M:6.3 /MD:9.5 /T:9.3
8/05/23	15/05/23	22/05/23
Temperatura:M:26°/MD:35°/T:33° Oxígeno D:M:4.6 /MD:8.9 /T:8.8 PH: M:5.8 /MD:9.4 /T:9.2	Temperatura:M:25°/MD:33°/T:32° Oxígeno D:M:4.5 /MD:9.2 /T:9.1 PH: M:6.3 /MD:9.6 /T:9.2	Temperatura:M:26°/MD:35°/T:34° Oxígeno D: M:4.5 /MD:9.2 /T:8.7 PH: M:6.1 /MD:9.5 /T:9.2



Calidad del Agua Registro de Parámetros Físico Químicos (Junio) *M:mañana *MD:mediodía *T:tarde		
1/06/23	8/06/23	15/06/23
Temperatura:M:25°/MD:32°/T:30°	Temperatura:M:27°/MD:35°/T:33°	Temperatura:M:25°/MD:35°/T:34°
Oxígeno D: M:4.5 /MD:8.9 /T:8.6	Oxígeno D: M:4.6 /MD:9.3 /T:9.1	Oxígeno D:M:4.4 /MD:9.5 /T:9.2
PH: M:5.9 /MD:9.4 / T:9.3	PH: M:6.1 /MD:9.3 /T:9.1	PH: M:6.4 /MD:9.8 /T:9.6
2/06/23	9/06/23	16/06/23
Temperatura:M:26°/MD:34°/T:33°	Temperatura:M:27°/MD:36°/T:35°	Temperatura:M:26°/MD:35°/T:34°
Oxígeno D: M:4.6 /MD:9.1 /T:8.8	Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.3 /T:9.2	Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.4 /T:9.3
PH: M:5.9 /MD:9.7 /T:9.6	PH: M:6.2 /MD:9.5 /T:9.3	PH: M:6.5 /MD:9.5 /T:9.2
3/06/23	10/06/23	17/06/23
Temperatura:M:25°/MD:33°/T:31°	Temperatura:M:26°/MD:36°/T:34°	Temperatura:M:27°/MD:36°/T:34°
Oxígeno D: M: 4.6 /MD:8.9 /T:8.4	Oxígeno D:M:4.5 /MD:9.4 /T:8.8	Oxígeno D:M:4.5 /MD:9.6 /T:9.3
PH: M:6 /MD:9.4 /T:9.1	PH: M:6.2 /MD:9.8 /T:9.5	PH: M:6.4 /MD:9.3 /T:8.9
4/06/23	11/06/23	18/06/23
Temperatura:M:26°/MD:34°/T:33°	Temperatura:M:27°/MD:36°/T:35°	Temperatura:M:26°/MD:33°/T:31°
Oxígeno D: M:4.5 /MD:8.9 /T:8.1	Oxígeno D:M:4.7 /MD:9.8 /T:9.4	Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.1 /T:8.8
PH: M:6 /MD:9.8 /T:9.5	PH: M:6.3 /MD:9.7 /T:9.4	PH: M:6.4 /MD:9.7 /T:9.3
5/06/23	12/06/23	19/06/23
Temperatura:M:25°/MD:36° /T:32°	Temperatura:M:26°/MD:35°/T:33°	Temperatura:M:23°/MD:31°/T:31°
Oxígeno D: M:4.5 /MD:9.3 /T:9.2	Oxígeno D:M:4.6 /MD:9.6 /T:9.4	Oxígeno D:M:4.8 /MD:9.8 /T:9.4
PH: M:5.9 /MD:9.8 /T:9.6	PH: M:6.3 /MD:9.9 /T:9.4	PH: M:6.5 /MD:9.9 /T:9.7
6/06/23	13/06/23	20/06/23
Temperatura:M:26° /MD:34°/T:34°	Temperatura:M:25°/MD:36°/T:34°	Temperatura:M:25°/MD:33°/T:31°
Oxígeno D: M:4.5 /MD:9.6 /T:9.4	Oxígeno D:M:4.7/MD:9.6 /T:9.5	Oxígeno D:M:4.4 /MD:9.1 /T:8.8
PH: M:6 /MD:9.9 /T:9.7	PH: M:6.4/MD:9.7 /T:9.4	PH: M:6.3 /MD:9.5 /T:9.3
7/06/23	14/06/23	21/06/23
Temperatura:M:27°/MD:36°/T:35°	Temperatura:M:26°/MD:35°/T:33°	Temperatura:M:25°/MD:34°/T:32°
Oxígeno D:M:4.5 /MD:9.5 /T:8.9	Oxígeno D:M:4.5 /MD:9.6 /T:9.3	Oxígeno D: M:4.6 /MD:9.4 /T:8.9
PH: M:5.9 /MD:9.6 /T:9.3	PH: M:6.2 /MD:9.5 /T:9.3	PH: M:6.3 /MD:9.8 /T:9.6

