



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.

INGENIERIA BIOQUÍMICA.

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

EVALUACION DE LA HARINA DEL PEZ DIABLO (*Hypostomus Plecostomus*)
COMO ALIMENTO PARA TILAPIA NILOTICA (*Oreochromis niloticus*).

PRESENTA:

TORRES GARCIA JUAN PABLO.....13270106

ASESOR DE RESIDENCIA:

DR. JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO

Carretera Panamericana Km. 1080, C. P. 29050, Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Tels. (961) 61 54285, 61 50380, Conmut. Ext. 0
www.ittg.edu.mx



RSGC 247
Sector Nace: 36
Terminación: 2014.07.13
Alcance: Proceso Educativo

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS ENERO DEL 2018.

ÍNDICE

Índice de Tablas.....	1
Índice de Figuras.....	3
1. Introducción.....	5
2. Justificación.....	8
3. Objetivos.....	9
4. Características del área en que participó.....	10
5. Problemas a resolver, priorizándolo.....	16
6. Alcances y limitaciones.....	17
7. Fundamento teórico.....	19
7.1 La Acuicultura y el sector pesquero (Datos Estadísticos).....	19
7.2 La Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>): Características y datos Generales	24
7.3 El pez diablo, su problemática y diversos usos.....	28
7.4 Determinación de índices de calidad física de alimentos para peces	32
7.5 Requerimientos nutricionales de los peces.....	32
7.6 Porcentaje proteico y frecuencia de alimentación.....	34
7.7 Formulación de dietas como alimento para peces.....	35
7.8 Ingredientes comúnmente utilizados en las dietas de alimentos para peces.....	37
7.9 Pruebas empleadas para determinar la actividad alimenticia.....	38
7.10 Estimulo y comportamiento alimenticio de los peces.....	39
8. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	41

8.1. Recolección de peces en el río Grijalva.....	41
8.2 Limpieza del área de trabajo y medición de características del pez diablo.....	41
8.3 Extracción de la carne del pez diablo.....	42
8.4 Prensado y secado.....	43
8.5 Molienda y obtención de la harina.....	43
8.6 Realización de los Análisis Químico Proximales.....	44
8.6.1 Determinación de la Humedad.....	44
8.6.2 Cálculo del extracto etéreo (Método Soxhlet).....	44
8.6.3 Determinación de Fibra Cruda.....	45
8.6.4 Determinación del porcentaje de Proteínas.....	45
8.6.5 Determinación de Cenizas.....	46
8.6.6 Calculo del %ELN.....	46
8.7. Evaluación de la Harina del Pez diablo y de la marca comercial Nutripec Purina como alimento para el pez diablo.....	47
9. Resultados.....	49
10. Conclusiones y recomendaciones.....	58
11. Anexos.....	59
12 .Referencias bibliográficas y virtuales.....	69

“Índice de Tablas”

Tabla 1. Producción acuícola de las principales especies cultivadas en México de 1989-1999 (t)

Tabla 2. Volumen, valor y participación de las principales especies cultivadas en el año 1999.

Tabla 3. Participación del PIB Y población ocupada del sector pesquero en el nacional (200-2006).

Tabla 4. Indicadores en el desarrollo de Tilapias.

Tabla 5. Requerimientos de la Tilapia según la etapa en la que se encuentre.

Tabla 6. Frecuencia de Alimentación de la Tilapia según la etapa en la que se encuentre.

Tabla 7. Tamaños recomendados de partícula según el peso de la tilapia (diámetro en mm).

Tabla 8. Resultados para el cálculo de la Humedad.

Tabla 9. Resultados para el cálculo del extracto etéreo.

Tabla 10. Resultados para el cálculo del Extracto Etéreo.

Tabla 11. Resultados para el cálculo de Fibra Cruda.

Tabla 12. Resultados para el cálculo de proteínas.

Tabla 13. Resultados para el cálculo de Cenizas.

Tabla 14. Resultados de los Análisis Químico Proximales.

Tabla 15. Formulación de la Dieta a base de Harina de Pez Diablo.

Tabla 16. Cuadro Comparativo que demuestra el crecimiento de la tilapia juvenil (promedio) de acuerdo a su peso (gramos) alimentado con NUTRIPEC PURINA y Harina de pez diablo durante 40 días.

Tabla 17. Cuadro Comparativo que demuestra la Evolución de la Tilapia Juvenil (promedio) de acuerdo a su talla o longitud (mm.) alimentado con NUTRIPEC PURINA y Harina de pez diablo durante 40 días.

Tabla 18. Peso y longitud de cinco pez diablo elegidos al azar.

Tabla 19. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de Humedad.

Tabla 20. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de Extracto Etéreo.

Tabla 21. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de Fibra Cruda.

Tabla 22. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de proteínas.

Tabla 23. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de cenizas.

“Índice de Figuras”

Figura 1. Localización de Chiapas a Nivel Nacional, Entidad Federativa donde se ubica el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez lugar donde se desarrolló este proyecto.

Figura 2. Imagen satelital que corresponde a la ubicación del instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez cuyas coordenadas son Latitud $16^{\circ}46'00''N$, Longitud- $93^{\circ}05'00''W$.

Figura 3. Imagen satelital de la región donde habita el pez diablo Latitud: $17^{\circ}26'46''N$. Longitud: $-93^{\circ}27'30''W$. Linderos del río Grijalva en Ostuacán, Chiapas.

Figura 4. Región muy cercana al puente Chiapas, lugar donde se recogieron las tilapias juveniles cuyas coordenadas son Latitud $17^{\circ}08'14''N$. Longitud $93^{\circ}35'38''W$.

Figura 5. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas lugar donde se realizó el peletizado. Sus coordenadas son Latitud $16^{\circ}46'33''N$ Longitud $93^{\circ}07'21''W$.

Figura 6. Serie Histórica de la Producción Pesquera en Chiapas y las ganancias generadas.

Figura 7. Río donde se cultiva La Tilapia Nilótica.

Figura 8. Producción Relativa de Tilapia en México.

Figura 9. Fisonomía del Pez Diablo.

Figura 10. *Hypostomus plecostomus* recogidos del Río Grijalva en Ostuacán, Chiapas.

Figura 11. Imagen donde se aprecian claramente las características del Pez Diablo.

Figura 12. Imagen Donde se observa la carne obtenida del pez diablo.

Figuras 13 y 14: Peces en los Linderos del Río Grijalva.

Figuras 15 y 16: Pez Diablo ubicado en una hielera recogido en Ostuacán y cinta métrica utilizada para las mediciones.

Figuras 17 y 18. Corte utilizado para extraer la carne del pez diablo y carne fresca del pez depositada en un recipiente.

Figuras 19 y 20. Pez Diablo sin cabeza preparado para extraerle sus vísceras y en la siguiente imagen se ve el corte a la mitad para extraerle su carne.

Figura 21. Tamices utilizados para obtener la Harina.

Figura 22. Relación Peso-Longitud del Pez Diablo. Los Valores que se enlistan en horizontal corresponden a su peso mientras que los que se encuentran en vertical a su longitud.

Figura 23. Comparación del crecimiento de la Talla de los peces Juveniles alimentados con harina de Pez Diablo en Azul y Alimento Comercial en Naranja durante 40 días. Los valores 0, 20, 40, 60, 80 y 100 que se enlistan en vertical corresponden a los Milímetros.

Figura 24. Comparación del peso en Gramos de los peces Juveniles alimentados con harina de Pez Diablo en Azul y Alimento Comercial en Naranja durante 40 días. Los valores 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 que se enlistan en vertical corresponden al peso registrado en Gramos.

1. INTRODUCCIÓN

En este proyecto de investigación se elaboró harina a partir de pez diablo (*Hypostomus Plecostomus*) a fin de formularla como un alimento para tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

En el presente proyecto se realizaron diversas actividades como los análisis químicos proximales (extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, humedad, extracto libre de nitrógeno, proteínas) de la harina del pez diablo, el análisis de las condiciones del río en el que habita el pez diablo (pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica) así como también durante un lapso de 40 días se comparó el crecimiento de los peces juveniles consumiendo el alimento formulado a base de harina de pez diablo con el de otra dieta comercial en base a su talla y peso.

Dada la gran prevalencia y problemática del pez diablo en la región norte de Chiapas (Ostuacán) muy cerca de los límites con tabasco y los daños que esta especie causa, en este proyecto se busca darle un uso útil al *Hypostomus plecostomus* trayendo una gran cantidad de ejemplares de esta región para posteriormente extraerle su harina.

El Notable Crecimiento de los organismos Acuáticos ha generado un notable desarrollo de actividades que buscan aprovechar estos recursos, entre ellos destaca la Acuicultura. Los organismos acuáticos utilizan una mayor proporción de su energía adquirida para que crezcan en condiciones óptimas es por ello que existen diversos factores ambientales que afectan el crecimiento de dichos organismos (Martínez et al., 2009).

La Acuicultura es uno de los mejores métodos que ha creado el hombre para mejorar la producción de alimentos y se presenta como una nueva opción para administrar los recursos acuáticos. La acuicultura es considerada una actividad que se enfoca en bastantes ámbitos como biología, ingeniería, ecología para ayudar a resolver problemas nutricionales y según la clase de organismos acuáticos que se cultivan se divide en varios subgéneros siendo la piscicultura la que se encarga al estudio de peces (Saavedra-Martínez, 2006).

Un gran problema que se ha venido acrecentado es la proliferación de los peces diablo también denominado plecos o limpia-peceras la cual se ha considerado una de las mayores amenazas para la biodiversidad acuática epicontinental y a las pesquerías de agua dulce en México debido a sus características reproductivas y morfológicas se le ha denominado como una especie invasora con pocos depredador naturales y una gran capacidad de adaptación aparte de que es una amenaza para la biodiversidad (Mendoza et al., 2007).

Entre los principales daños causados por el pez diablo a la sociedad en general destacan el daño ocasionado a los manatíes, muerte masiva de aves acuáticas en especial pelicanos , cambio de estructura en los hábitats acuáticos, transmisión de enfermedades y parásitos, degradación de taludes de ríos y lagos, una notoria reducción de población de peces nativos y muchos de estos son el principal objetivo de los pescadores dejando muchas veces a estos trabajadores del sector acuático sin empleo lo que conlleva a pérdidas económicas importantes, generalmente cuando los pescadores introducen al pez diablo en las redes estas se rompen por lo cual estos optan por dejarlos en la rivera para que finalmente estos se descompongan en el aire libre generando graves problemas para la salud y por ultimo un daño al turismo local pues generalmente cuando la gente nada en el rio y se le asoma un pez diablo las personas reciben pinchazos esto debido a las espinas dorsales que posee este pez (Velázquez et al., 2013).

Con todo lo anterior queda demostrado que la existencia del pez diablo en los ríos representa una seria problemática, amenaza y daño para la comunidad pesquera y el medio ambiente en general por lo cual lo mejor es extraerlos de su hábitat y sacarle un provecho para nuestra sociedad como es el que se busca en este proyecto donde a base de su harina se busca formular un alimento para tilapias juveniles.

La harina extraída del pescado son productos de origen natural obtenidos de la reducción de pesca pelágica, con la consiguiente producción de una línea de alimentos con altos índices de proteína, Por lo cual las harinas de pescado son utilizados en la formación de alimentos balanceados para la nutrición animal, ya sea

de productos acuícolas, de aves, de rumiantes, de cerdos y de animales domésticos (Saldivar et al., 2002).

Dado todas las propiedades que posee la harina del pez diablo destacando su alto contenido proteico su principal uso está en la formulación de alimentos balanceados para otros peces como es el caso de las tilapias juveniles (*Oreochromis niloticus*).

Con la realización de la presente investigación se pretende formular una dieta comercial a base de harina de pez diablo que sea ingerida por las tilapias juveniles y en un futuro pueda ser un nuevo alimento para esta especie y porque no lanzarlo al mercado para competir con otras dietas comerciales.

2. JUSTIFICACIÓN

El Pez Diablo (*Hypostomus plecostomus*) representa unos de los principales problemas en los Ríos esto debido a que es una amenaza para la Biodiversidad de los sistemas acuáticos y para las pesquerías de agua dulce por lo cual muchos pescadores consideran de inútiles a esta especie (Mendoza et al., 2007).

Para sacarle provecho a este tipo de peces y tratar de erradicar la gran problemática que es la existencia de esta especie en los ríos, se considera de gran utilidad extraerle su harina para posteriormente formularla como un alimento alternativo para peces juveniles (tilapias) entre otros diversos usos que se les pueda dar.

La Generación de alimentos a base de la Harina del Pez Diablo se realiza con la utilidad de sacarle un provecho útil para nuestra sociedad al *Hypostomus plecostomus*, aparte de que se puede considerar que a base de este proyecto se puede lanzar una nueva marca de alimento para peces en el mercado.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar el efecto de la harina de pez diablo en el crecimiento de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar los Análisis Químico Proximales (Proteínas, extracto etéreo, fibra cruda, humedad, cenizas, extracto libre de nitrógeno) de la harina del pez Diablo.
- Analizar el proceso y las etapas que conlleva la obtención de la harina (extracción de carne, cocción, prensado, secado y molienda) del pez diablo.
- Formular un alimento para las tilapias nilóticas a base de Harina de Pez Diablo que contenga las siguientes inclusiones Harina de pez diablo 43%, harina de sorgo 30%, Vitaminas y minerales 3%, pasta de soya 14%, Aceite de pescado 2%, lecitina de soya 2% ,grenetina 1% y Fibra 5%(Cano-salgado, 2011).
- Comparar el crecimiento (talla y peso) de las tilapias nilóticas alimentadas con harina de pez diablo con respecto a las que consumen un alimento comercial.
- Determinar diversos parámetros biológicos tasa de crecimiento específico, factor de condición, tasa de sobrevivencia, ganancia en longitud, ganancia en peso todo esto con respecto a los 40 días que se realizó el monitoreo.

4. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ

El Instituto Tecnológico Nacional de Tuxtla Gutiérrez, cuenta con una larga historia a través de los años, preocupado por otorgar a la educación superior tecnológica la más alta prioridad.

Fue fundado el 22 de octubre de 1972, por el entonces Gobernador del Estado, Dr. Manuel Velasco Suárez, inicialmente con el nombre de Instituto Tecnológico Regional de Tuxtla Gutiérrez (ITRTG), posteriormente se llamaría el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG).

Actualmente es considerado una de las dos máximas casas de estudios del estado de Chiapas, junto con la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Su lema es Ciencia y Tecnología con Sentido Humano y su actual director es el M.E.H. José Luis Méndez Navarro.

Este Trabajo de Investigación se realizó en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, el cual se ubica en carretera panamericana Km. 1080.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez está localizado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez el cual posee un clima cálido subhúmedo y se encuentra dentro del Estado de Chiapas, Dicha Entidad Federativa colinda al este con Guatemala, al oeste con Oaxaca, al norte con Tabasco, al sur con el Océano Pacífico y al noroeste con Veracruz, en esta institución acuden diariamente jóvenes que quieren contribuir a la Ciencia y la Tecnología de nuestro país para que México sea un país más desarrollado y con mejores oportunidades. A Continuación en la Figura 1 y 2 se observa una imagen donde se puede ver la ubicación del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.



Figura 1. Localización de Chiapas a Nivel Nacional, Entidad Federativa donde se ubica el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez lugar donde se desarrolló este proyecto.



Figura 2. Imagen satelital que corresponde a la ubicación del instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez cuyas coordenadas son Latitud $16^{\circ}46'00''N$ N, Longitud- $93^{\circ}05'00''W$.

POLÍTICAS Y NORMAS

Ser una oferta educativa tecnológica suficiente a nivel superior y posgrado en las modalidades; escolarizada y abierta, con perfiles profesionales acordes a los restos de todas las regiones del país.

Compartir con la población general los beneficios del conocimiento, la cultura científica y tecnológica; en particular, proporcionar servicios directos al público, con la finalidad de coadyuvar al modelo de desarrollo que el país reclama para alcanzar el bienestar social que demandamos los mexicanos.

Los objetivos de la institución son:

Promover el desarrollo integral y armónico consigo mismo y con su entorno, mediante una formación intelectual que los capacite en los manejos de los métodos y los lenguajes sustentados, en los principios de identidad Nacional, Justicia, Democracia, Independencia, Soberanía y Solidaridad; en la creación, en el deporte y la cultura que le permite una mente y cuerpo sano.

POLÍTICA DE CALIDAD

En el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez estamos comprometidos con la formación de profesionales altamente capacitados en el campo de la ciencia y la tecnología, garantizando su formación integral a través del desarrollo de competencias, bajo el cumplimiento de los requisitos de un Sistema de Gestión de la Calidad con la responsabilidad de mantener su eficacia y mejora continua.

MISIÓN

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

VISIÓN

Ser una Institución de Excelencia en la Educación Superior Tecnológica del Sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

VALORES

• El ser humano. • El espíritu de servicio. • El liderazgo. • El trabajo en equipo. • La calidad. • El alto desempeño. • Respeto al Medio Ambiente.

Se utilizaron diversos laboratorios para el desarrollo de este proyecto con que cuenta esta distinguida institución de ciencia y tecnología. Entre los laboratorios que se utilizaron destacan el Polo Tecnológico Nacional de Pruebas para combustibles para la determinación de los análisis químicos proximales, el Laboratorio de Físicoquímica para pesar y medir, el laboratorio de Biotecnología Vegetal para almacenar la carne y principalmente la planta piloto para la elaboración de la harina, la dosificación y monitoreo de la harina de pez diablo como alimento para tilapia nilótica.

El pez diablo se fue a recoger en los linderos del Rio Grijalva en el Municipio de Ostuacán, Chiapas muy cerca de la Presa Peñitas como se puede ver ilustrado en la figura número 3 y dicha ubicación le corresponden las siguientes coordenadas:

Latitud: 17°26'46"N. Longitud: -93°27'30"W.

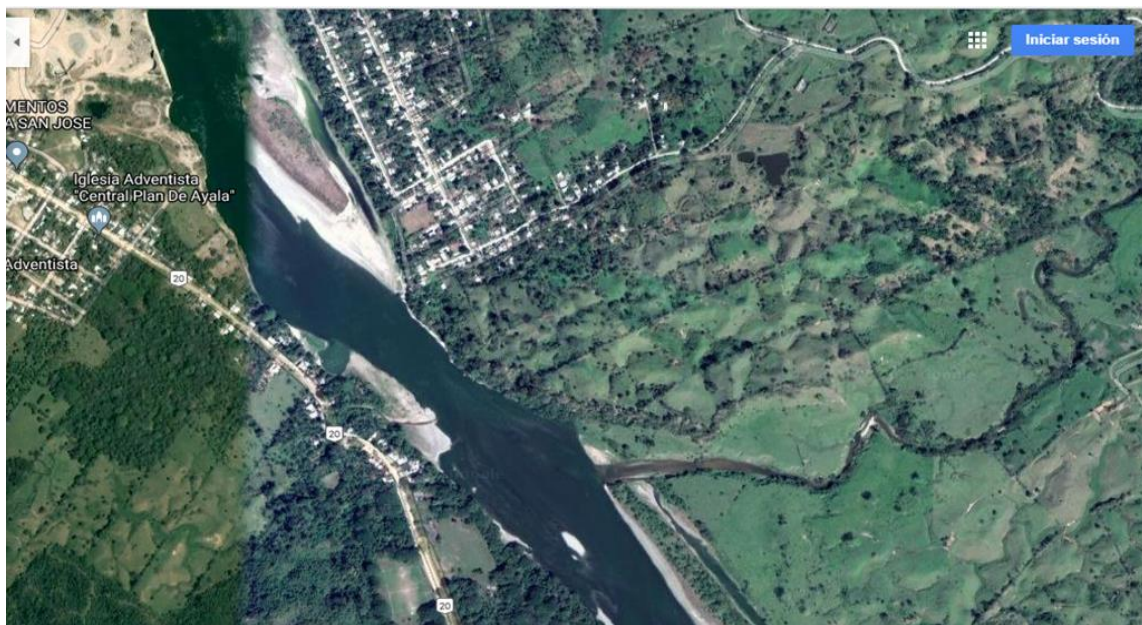


Figura 3. Imagen satelital de la región donde habita el pez diablo Latitud: 17°26'46"N. Longitud: -93°27'30"W. Linderos del río Grijalva en Ostuacán, Chiapas.

Mientras que las tilapias juveniles se adquirieron muy cerca del puente Chiapas cuya ubicación se puede ver en la imagen satelital de la figura número 4.

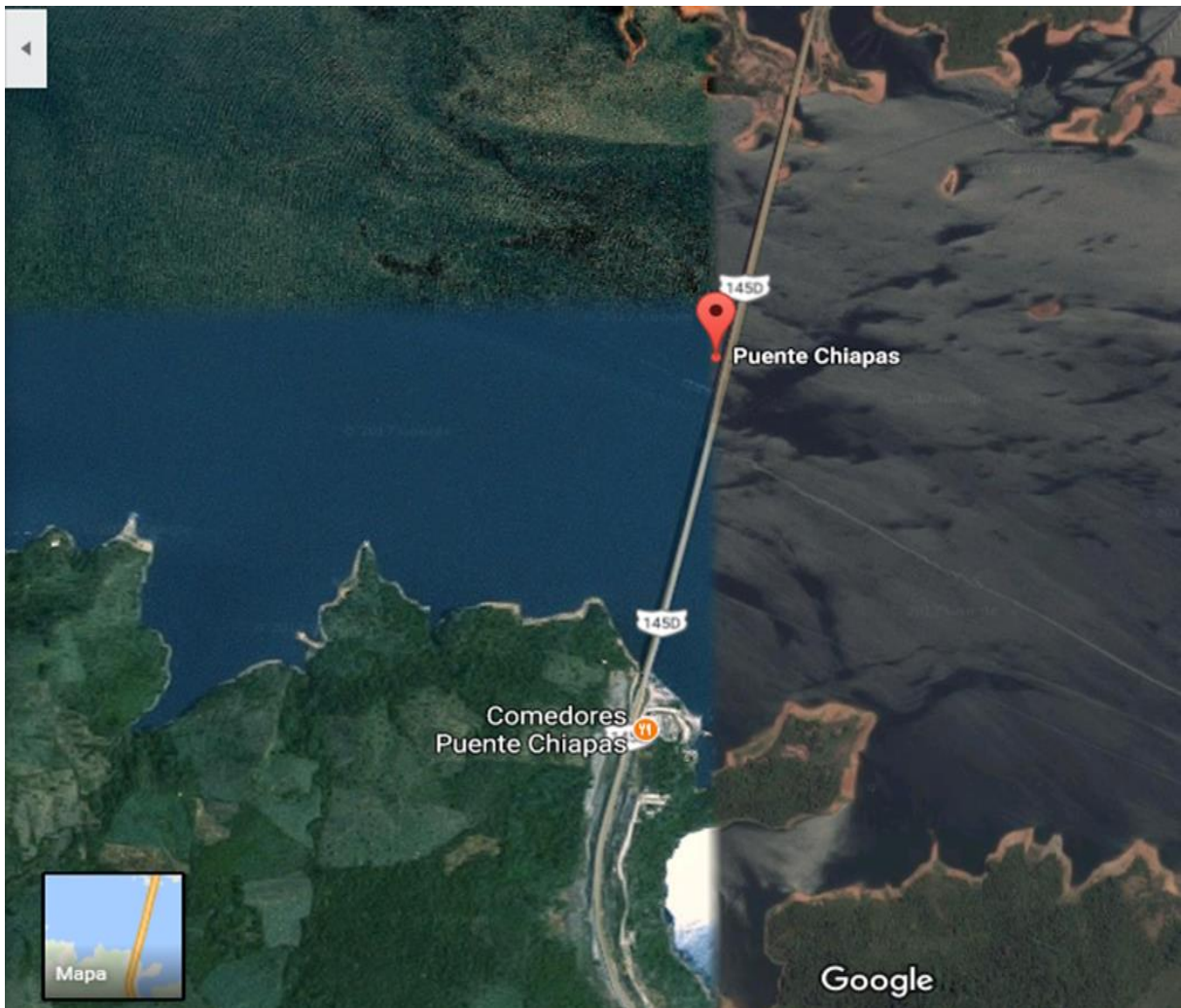


Figura 4. Región muy cercana al puente Chiapas, lugar donde se recogieron las tilapias juveniles cuyas coordenadas son Latitud 17°08'14"N. Longitud 93°35'38"W.

Dada la falta del equipo necesario para obtener los pellets en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez se tuvo que ir a la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas para realizar el peletizado.

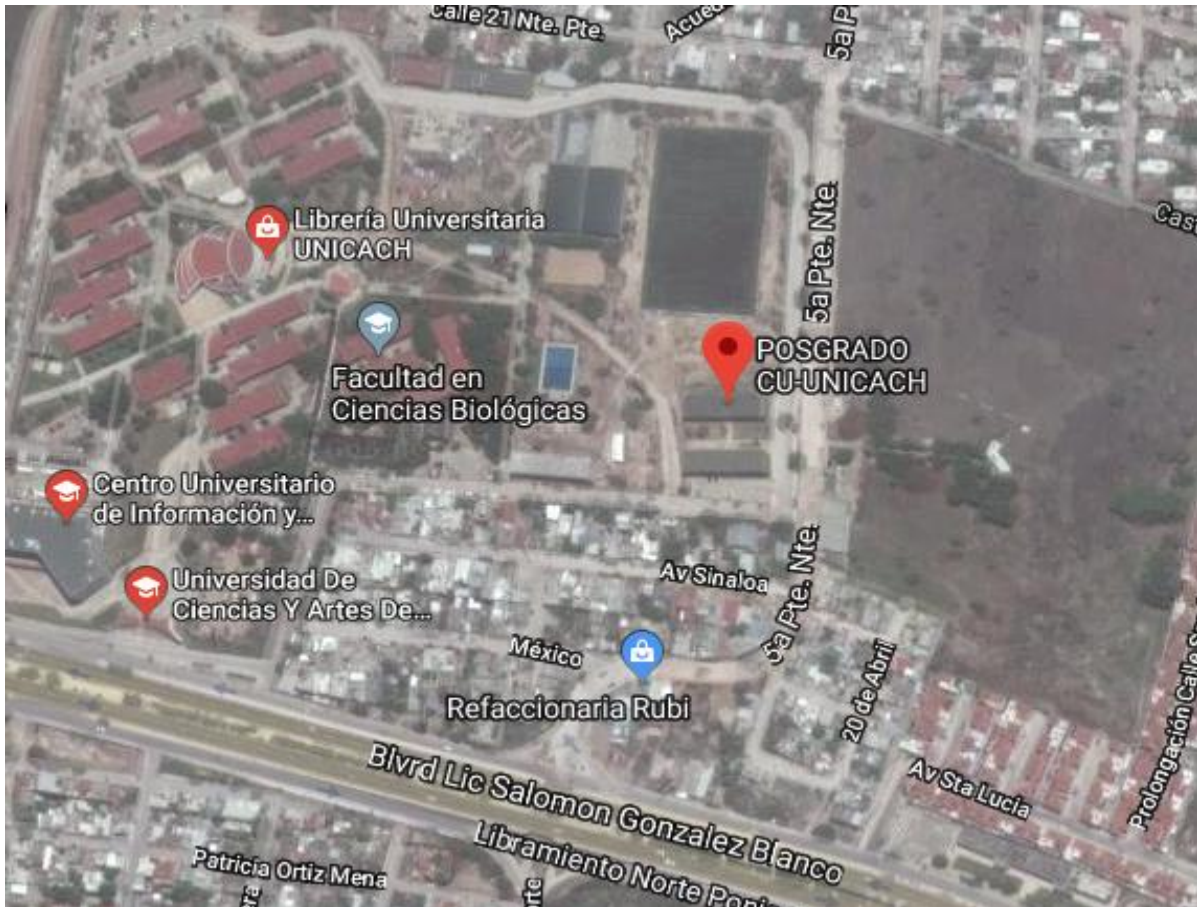


Figura 5. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas lugar donde se realizó el peletizado. Sus coordenadas son Latitud 16°46'33"N Longitud 93°07'21"2 W.

5. PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS

- Comprobar la eficacia de la dieta formulada a base de harina de pez Diablo como alimento para tilapias juveniles comparándola con una dieta comercial.
- Verificar que se realicen las pruebas de palatabilidad con la finalidad de observar si los peces ingieren la dieta que se le suministre.
- Verificar que con la Harina que se fabrica a base de Carne de Pez Diablo se pueda formular un alimento para tilapias juveniles que cumpla con los estándares requisitados según las fuentes consultadas.
- Corroborar que los Análisis Químico Proximales se realicen conforme a las NMX-F-428-1982, NMX-F-089-S-1978, NMX-F-066-S-1978, NMX-F-068-S-1980, NMX-F-090-S-1978.

6. ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

- Se analizaron diversas fuentes Bibliográficas en su mayoría Artículos Científicos con el objetivo de determinar cuántas veces al día y en qué cantidad se les da de comer a los peces juveniles y como formular la dieta que estas mismas consumen.
- Se realizaron los Análisis Químicos Proximales en base a las Normas establecidas.
- Se desarrollaron las Técnicas adecuadas para conseguir la harina de pez diablo a partir de su carne.
- Se fabricaron pellets con un diámetro óptimo para el consumo de las tilapias según el rango de peso en el que se encuentren.

LIMITACIONES

- Se registró un retraso de 4 semanas esto debido al terremoto que azotó en costas Chiapanecas el pasado 7 de septiembre de 2017 y que afectó al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
- Se requirió el uso de materiales y reactivos de diversos Laboratorios para la realización de este proyecto esto es debido a la falta de equipo e instrumentos que aqueja en las plantas pilotos de nuestra institución, aparte de que en algunas actividades como los análisis químicos proximales se utilizaron diversos laboratorios pertenecientes a nuestro instituto como el polo tecnológico de pruebas, laboratorio de fisicoquímica, laboratorio de biotecnología vegetal.
- Debido a la falta de Molinos que aqueja nuestra institución se utilizó una licuadora para Molienda Industrial para la carne del pez diablo.
- La llegada del Pez Diablo y las Tilapias Juveniles al Lugar de Trabajo demoró un poco, por lo cual el tiempo de dosificación y monitoreo disminuyó.
- Para hacer los pellets debido a la falta de molino que aqueja nuestra institución se tuvo que recurrir a la universidad de ciencias y artes de Chiapas lugar donde contaban con el instrumental adecuado para obtener los pellets.

7. FUNDAMENTO TEÓRICO

“7.1. La Acuicultura y el sector pesquero (Datos Estadísticos)”

La Acuicultura es uno de los mejores métodos que ha creado el hombre para mejorar la producción de alimentos y se presenta como una nueva opción para administrar los recursos acuáticos. La acuicultura es considerada una actividad que se enfoca en bastantes ámbitos como biología, ingeniería, ecología para ayudar a resolver problemas nutricionales y según la clase de organismos acuáticos que se cultivan se divide en varios subgéneros siendo la piscicultura la que se encarga al estudio de peces(Saavedra-Martínez, 2006).

La pesca y la acuicultura siguen siendo importantes fuentes de alimentos, nutrición, ingresos y medios de vida para cientos de millones de personas en todo el mundo. La oferta mundial per capital de pescado alcanzó un nuevo máximo histórico de 20 kg en 2014, gracias a un intenso crecimiento de la acuicultura, que en la actualidad proporciona la mitad de todo el pescado destinado al consumo humano, y a una ligera mejora de la situación de determinadas poblaciones de peces como consecuencia de una mejor ordenación pesquera. Las últimas investigaciones realizadas por expertos de alto nivel, organizaciones internacionales, la industria y representantes de la sociedad civil coinciden en destacar el enorme potencial (que será incluso mayor en el futuro) que tienen los océanos y las aguas continentales de contribuir de forma destacada a la seguridad alimentaria y la nutrición adecuada de una población mundial que se prevé alcance los 9.700 millones de habitantes en 2050 (FAO, 2016).

La utilización de los recursos que se obtienen de la flora y la fauna acuática tienen su origen en el sector pesquero, en donde se realizan diversas actividades como la captura, cultivo, transformación y comercialización de dichos recursos. La realización de estas actividades es de gran importancia ya que la generación de estos alimentos posee un alto valor nutritivo, generan empleo e ingresos económicos en la población, así como también este sector es de gran importancia en la industria alimentaria. El sector pesquero esta dispersado en todo el territorio nacional, en una amplia gama

de sectores pesqueros y acuícolas. Las Actividades del Subsector primario se encuentran en lo que son las litorales del país, aguas interiores y en extensas áreas de lagunas costeras. Las Plantas Industriales y de procesamiento del subsector secundario tienden a agruparse en las zonas de concentración donde se realiza la producción primaria. La amplia gama de actividades que se realizan en el sector pesquero así como su distribución geográfica, aunado a las técnicas tradicionales que se realizan en este sector así como también las actividades que se relacionan a la captura y el cultivo hacen de esta actividad un fuerte generador de condiciones promotoras de Desarrollo Social en Ámbitos Regionales (Álvarez et al., 1999).

Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática afirma que México posee una extensión territorial de 1,964,375 km², con una superficie continental de 1,959,248 km² y una insular de 5,127 km². También ostenta gran variedad de sistemas costeros y marinos dentro de sus aguas territoriales: 12,500 km² de superficie de lagunas costeras y esteros y 6,500 km² de aguas interiores como lagos, lagunas, represas y ríos. Además de la extensión de sus Litorales: 629,925 hectáreas al litoral del Pacífico y 647,979 hectáreas al litoral del Golfo de México y el Mar Caribe, lo que le confiere un gran potencial pesquero (Juárez et al., 2007).

En la siguiente Tabla Número 1 se muestra la Producción acuícola de las principales especies cultivadas en México de 1989-1999 (t) según Anuarios Estadísticos de Pesca (1989-1999).

Tabla 1. Producción acuícola de las principales especies cultivadas en México de 1989-1999 (t).

Especie	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Bagre	2,947	3,820	3,452	4,219	4,665	2,607	2,710	3,282	2,816	2,474	2,440
Carpa	22,504	27,818	28,353	28,393	25,173	18,848	25,882	29,537	24,848	24,671	22,060
Camarón	2,846	4,371	5,111	8,326	11,846	13,138	15,867	13,315	17,570	23,749	29,120
Charal	7,898	8,955	7,816	7,498	7,516	2,665	2,398	1,281	1,330	878	894
Lobina	1,414	1,819	1,615	1,311	1,407	1,470	962	782	1,006	686	674
Ostión	56,599	52,582	38,721	32,151	25,847	33,479	30,486	37,776	40,381	33,486	40,504
Tilapia	73,766	83,788	75,093	76,964	80,638	75,541	76,128	79,154	83,132	70,505	66,330
Trucha	840	2,010	1,865	1,854	3,353	1,966	2,659	2,706	1,512	1,612	2,363
Otras	12,639	5,506	9,382	8,053	9,121	21,675	482	1,378	1,153	1,660	1,900
TOTAL	181,453	190,669	171,408	168,769	169,566	171,389	157,574	169,211	173,748	159,721	166,285

Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca (1989-1999)

La acuicultura es una de las principales actividades económicas en México pues aporta una gran cantidad de ganancias a continuación se anuncia la Tabla Numero 2 donde se muestra las especies cultivadas y donde se demostrara que la tilapia es la especie más cultivada aunque no es la que genera mayores ganancias, dicha información fue obtenida del Anuario Estadístico de Pesca (SEMARNAP, 1999).

Tabla 2. Volumen, valor y participación de las principales especies cultivadas en el año 1999.

ESPECIE	VOLUMEN		VALOR	
	Toneladas	%	Miles de pesos	%
Bagre	2,440	1.47	30,816	1.31
Carpa	22,060	13.26	93,586	3.97
Camarón	29,120	17.51	1,501,359	63.69
Charal	894	0.54	3,626	0.15
Langostino	51	0.03	2,819	0.12
Lobina	674	0.41	10,895	0.46
Ostión	40,504	24.35	60,055	2.55
Tilapia	66,330	39.88	528,659	22.43
Trucha	2,363	1.42	93,246	3.96
Otras	1,900	1.14	32,237	1.37
TOTAL	166,336	100.0	2,357,298	100.0

(Incluye la producción de sistemas controlados de granjas comerciales y pesquerías acuiculturales o derivadas de la re-población). Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, (SEMARNAP, 1999).

La pesca y acuicultura contribuyen de manera importante para el logro de la seguridad alimentaria de los mexicanos, mediante el abasto de pescados y mariscos para satisfacer la creciente demanda interna, donde el consumo per cápita es de 12.8 kilogramos anuales. Además, son un importante Medio de subsistencia para más de 290 mil familias de pescadores en todo el país. En 2011, la Producción acuícola y pesquera fue de 1.6 millones de toneladas de peso vivo, 2.5 por ciento Superior a la obtenida en 2010, esto debido a las mayores capturas de sardina, que representa el 41 por ciento de la producción nacional; además del aumento en la captura y cultivo de camarón (SAGARPA, 2006).

A continuación la figura 6 se enuncia la serie histórica de la producción pesquera de la entidad (peso vivo en toneladas) en Chiapas según el Anuario estadístico de Acuicultura y pesca 2013 de la comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

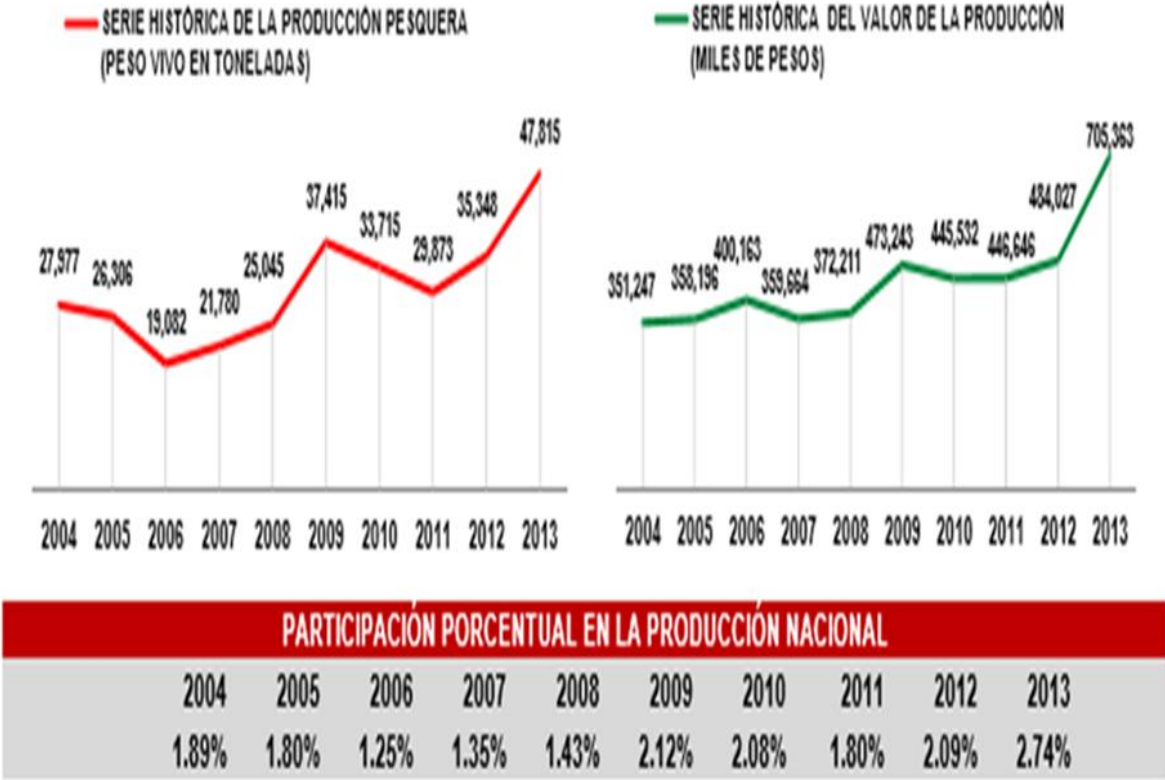
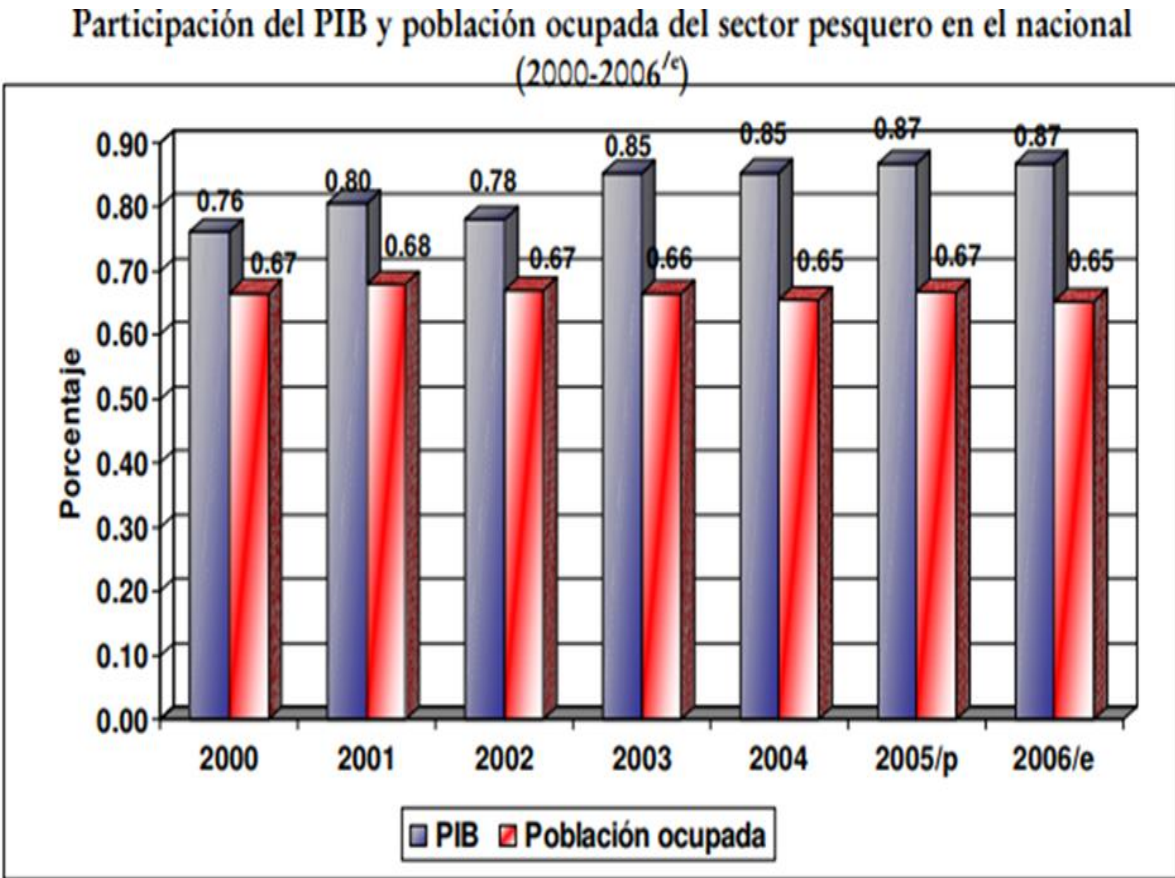


Figura 6. Serie Histórica de la Producción Pesquera en Chiapas y las ganancias generadas.

En 2006, según datos de la SAGARPA, el sector pesquero produjo 0.87% del PIB nacional y Empleó el 0.65% de la población ocupada nacional (equivalente a 276,185 personas), Es decir, 273,187 personas se emplearon en actividades de pesca, 250,159 de ellas en captura Marítima y 23,028 personas en sistemas controlados ó acuicultura. Debido a la naturaleza de la Actividad y a la estructura sociodemográfica de nuestro país -que cuenta con numerosas Comunidades rurales- este sector registra una fuerte actividad informal tanto en litorales como en Aguas continentales (Juárez et al., 2007). A continuación en la tabla Numero 3 se observa el Producto Interno Bruto y la población ocupada en el sector pesquero del 2000 al 2006 según datos de la SAGARPA.

Tabla No. 3



“7.2. La Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Características y datos Generales”

Según datos de la FAO en su Programa de información de Especies Acuáticas la tilapia es una especie que sobrevive en ambientes cálidos y a la vez prefiere vivir en aguas no muy profundas. Las temperaturas letales a las que sobreviven son: inferior 11-12 °C y superior 42 °C, en tanto que las temperaturas ideales varían entre 31 y 36 °C. Pueden vivir más de 10 años y alcanza un peso de 5 kg en estanques, la madurez sexual lo alcanzan a los 5 o 6 meses. El proceso de reproducción de la tilapia tiene su origen cuando el macho establece un territorio, excava un nido a manera de cráter y vigila su territorio. La hembra madura deposita en el nido y tras la fertilización por el macho, la hembra recoge los huevos en su boca y se retira. La hembra incuba los huevos en su boca y cría a los pececillos hasta que se absorbe el saco vitelino. La incubación y crianza se completa en un período de 1 a 2 semanas, dependiendo de la temperatura, el número de huevos es proporcional al peso del cuerpo de la hembra. Un pez hembra de 100 g desovarás aproximadamente 100 huevos, en tanto que una hembra con peso de entre 600 y 1 000 g podrá producir entre 1 000 y 1 500 huevos. El macho permanece en su territorio, cuidando el nido, y puede fertilizar los huevos de varias hembras. La tilapia es una especie que posee diversas características entre ellas destacan sus rasgos biológicos que con el poseer un cuerpo comprimido, la profundidad del péndulo caudal es igual a su longitud, Escamas cicloideas, Protuberancia ausente en la superficie dorsal del hocico. La longitud de la quijada superior no muestra dimorfismo sexual. El primer arco branquial tiene entre 27 y 33 filamentos branquiales. Espinas rígidas y blandas continuas en aleta dorsal. Aleta dorsal con 16 ó 17 espinas y entre 11 y 15 rayos. La aleta anal tiene 3 espinas y 10 u 11 rayos. Aleta caudal trunca. Las aletas pectoral, dorsal y caudal adquieren una coloración rojiza en temporada de desove; aleta dorsal con numerosas líneas negras (FAO, 2017).

En el Mercado Nacional de Nicaragua la demanda Nacional de la Tilapia en septiembre de 2003, se encontraba con un 25%; sin embargo en diciembre de 2005 hubo un incremento del 50% lo que significa una demanda actual del 75%. A pesar de la demanda potencial, se debe realizar una apertura del mercado especialmente

basada en un marketing adecuado (propaganda de diferentes formas, avisos sobre ventas, épocas de disponibilidad, características del producto y acompañamiento de recetas. Entre las principales cualidades de la tilapia destacan la calidad de su carne: contenido proteico, grasas, colesterol, vitaminas y minerales. Ahora bien entre las principales virtudes la tilapia destaca su rápido crecimiento, reproducción conocida, buena reproducción, es de fácil manejo, acepta alimento balanceado, resiste a las enfermedades y soporta una alta densidad de cultivo. La luz también influye en la reproducción, el aumento de la iluminación o disminución de 8 horas dificultan la reproducción. El género al que pertenece la tilapia se caracteriza por ser omnívoro puesto que presenta una amplia diversidad en los alimentos que ingiere variando desde vegetación macroscópica hasta algas unicelulares y bacterias, tendiendo hacia el consumo de zooplancton, Los alimentos ingeridos pasan a la faringe donde son mecánicamente desintegrados por los dientes faríngeos. Esto ayuda en el proceso de absorción en el intestino, el cual mide de 7 a 10 veces más que la longitud del cuerpo del pez. Una característica de la mayoría de las tilapias es que aceptan fácilmente los alimentos suministrados artificialmente. La base de la alimentación de la tilapia la constituyen los alimentos naturales que se desarrollan en el agua y cuyo contenido proteico es de un 55 % en peso seco, Ver figura 7 (Saavedra-Martínez, 2006).



Figura 7. Río donde se cultiva La Tilapia Nilótica.

En la siguiente tabla la número 4 se anuncian los parámetros o indicadores en los rangos óptimos en que se desarrollan las tilapias:

Tabla No. 4 Indicadores en el desarrollo de Tilapias.

PARÁMETROS	RANGOS
Temperatura	25.0 - 32.0 °C
Oxígeno Disuelto	5.0 - 9.0 mg/l
pH	6.0 - 9.0
Alcalinidad Total	50 - 150 mg/l
Dureza Total	80 - 110 mg/l
Calcio	60 - 120 mg/l
Nitritos	0.1 mg/l
Nitratos	1.5 - 2.0 mg/l
Amonio Total	0.1 mg/l
Hierro	0.05 - 0.2 mg/l
Fosfatos	0.15 - 0.2 mg/l
Dióxido de Carbono	5.0 - 10 mg/l
Sulfuro de Hidrógeno	0.01 mg/l

Fuente: (Saavedra-Martínez, 2006).

El cultivo de tilapia ha sido popularizado debido a las cualidades que presenta este organismo; su Carne es de excelente sabor, tiene un crecimiento rápido, gran resistencia física, alta capacidad reproductora Y adaptación para vivir en condiciones de cautiverio, así como en estanques con alta densidad De organismos. Además, acepta una amplia gama de tipos de alimento, por lo que resulta altamente Rentable. Otra característica importante que ha brindado una ventaja al cultivo de tilapia o mojarra es Que puede desarrollarse en aguas poco oxigenadas, así como en aguas dulces o saladas; ello ha permitido Cultivarla junto con otras especies como el camarón y el langostino, entre otros (SAGARPA, 2015).

Las tilapias han tenido un gran conocimiento de su popularidad entre los que la consumen debido a su resistencia a una gran cantidad de enfermedades, al hecho de que resiste una gran variación de la temperatura y por su facilidad de Reproducción. (Poot-Delgado et al., 2009) y se sabe que su principal fuente de alimento son las proteínas es por ello que se pretende formular la harina del pez

diablo como alimento para este pez siguiendo los requerimientos nutricionales necesarios.

A continuación en la Figura 8 se muestra un Anuario que representa el total de producción relativa de tilapia en México destacando en que estados se produce con mayor cantidad que son los que se encuentran en color rojo según el Anuario estadístico y pesca CONAPESCA - SAGARPA, 2012.

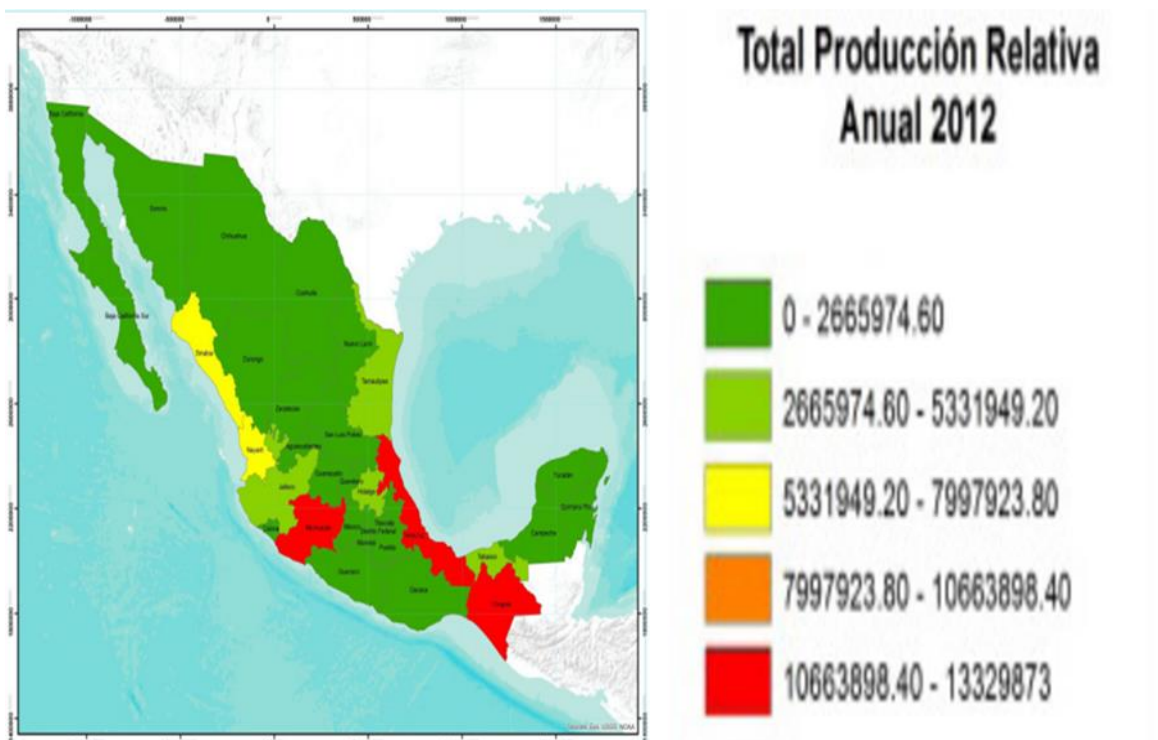


Figura 8. Producción Relativa de Tilapia en México.

“7.3. EL PEZ DIABLO: SU PROBLEMÁTICA Y DIVERSOS USOS”

El Pez Diablo (*Hypostomus Plecostomus*) originalmente es de Sudamérica y de la zona de Cuba en donde su nombre original es Pleco. En México apareció por primera vez en la presa El Infiernillo, Michoacán siendo aquí uno de las principales regiones del país donde se establece dicha especie. Es el único pescado capaz de sobrevivir en las condiciones en que se mantiene dicha presa siendo también digno de considerar que puede vivir 12 horas fuera del agua y caminar sobre sus aletas. Esto se da porque utiliza el oxígeno del aire, mientras que su rigidez le permite levantarse con las aletas para avanzar y desplazarse fuera del agua, por lo que se ha convertido en una seria amenaza para los ecosistemas acuáticos del sureste mexicano, por tal motivo es considerado una plaga, reconocen especialistas. (Ramos et al., 2013).

Según CONAPESCA menciona “el pez diablo se considera como un alimento que posee una gran calidad esto es debido a su carne blanca sin espinas; a que contiene un 85% de proteína en base seca y una digestibilidad cercana al 98%. Esto quiere decir que si se ingieren 100g de carne seca de pez diablo, 85g son proteína y omega-3, y de estos 83.3g será aprovechado por el cuerpo”.

Los plecos o también conocidos como pez diablo son un grupo de especies nativas de la cuenca del Amazonas en Sudamérica, pertenecen a la familia Loricariidae, de la cual se conocen hasta el momento más de 680 especies en el mundo y aún existen varias sin descubrir. En México en 1995 se detectaron por primera vez esta especie en el río Mezcala, en la cuenca del río Balsas pero ya pasando un determinado tiempo también se han localizado en Tecpatán, Chiapas en la cuenca del río Grijalva, en varias localidades cercanas a Villahermosa, Tabasco entre las que destaca el río Usumacinta así como también la presa El Infiernillo y en el río Balsas siendo esto los principales puntos de ubicación de los plecos en México. Diversas características de su morfología, fisiología y comportamiento han hecho que el pez diablo se comporte como un potencial invasivo teniendo una alta tasa reproductiva y que aunado a sus hábitos nocturnos lo convierten en una especie imperceptible, en

el hábitat donde se desarrollan los plecos generalmente son depredados por cocodrilos, nutrias y algunos peces grandes. Entre las principales características del *Hypostomus Plecostomus* destaca que su tasa de crecimiento es muy rápida mientras que su talla ronda entre los 50 y 70 centímetros, Ver Figura 9 (Mendoza et al., 2007).



Figura 9. Fisonomía del Pez Diablo.

Dentro de las características del Pleco que la convierten en una especie invasiva y dañina muy significativa destacan su reproducción precoz, alta tasa reproductiva, hábitos, cuidado parental. Además de la presencia de escamas con fuertes espinas y placas óseas, que le permiten librarse de sus depredadores (aves y cocodrilos); además son peces muy territoriales y agresivos por lo cual son considerados como portadores de secuelas negativas al medio ambiente. Los impactos que se espera generen los Pez Diablo en los ecosistemas de agua dulce están divididos en dos grandes rubros el ecosistémico y el económico social. A nivel ecosistémico se puede mencionar los siguientes impactos la muerte masiva de las aves acuáticas, daños ocasionados a los manatíes, reducción de poblaciones de peces nativos, transmisión de enfermedades y parásitos y el cambio de estructura en los hábitats acuáticos. Por otra parte dentro de los impactos en el ámbito económico social destacan las pérdidas económicas ocasionadas por los daños ocasionados a las pesquerías generalmente el daño a los equipos de pesca y a los peces nativos de su región, el

costo social que implica pues generalmente existen pescadores que se dedican a pescar las tilapias pero los peces diablo actúan como depredadores consumiéndose a todo este género de peces dejando sin empleo a quienes se dedican a este sector, el impacto a la salud pues al introducir los peces diablo en las redes generalmente estas resultan con daños por lo cual muchos pescadores optan por abandonar los peces en la rivera generando que estos pecos se descompongan en el aire libre y finalmente los impactos sobre el turismo pues mucho gente que nada en los ríos puede recibir un pinchazo con la espigas de esta clase de peces (Velázquez et al., 2013). Ver figura 10 fotografía tomada por Torres-García, J.P.



Figura 10. *Hypostomus plecostomus* recogidos del Rio Grijalva en Ostuacán, Chiapas.

La harina extraída del pescado son productos de origen natural obtenidos de la reducción de pesca pelágica, con la consiguiente producción de una línea de alimentos con altos índices de proteína, Por lo cual las harinas de pescado son utilizados en la formación de alimentos balanceados para la nutrición animal, ya sea de productos acuícolas, de aves, de rumiantes, de cerdos y de animales domésticos (Saldivar et al., 2002).

El procesamiento de la harina y el aceite de pescado están basados en una tecnología que se ha desarrollado con considerables progresos e innovaciones en los últimos años. El producto es obtenido por molturación y desecación de pescados

enteros, de partes de éstos o de residuos de la industria conservera, a los que se puede haber extraído parte del aceite. El proceso normal de fabricación se inicia con el picado o molido del pescado, seguido de su cocción a 100°C, durante unos 20 minutos. Posteriormente, el producto se prensa y se centrifuga para extraer parte del aceite. En el proceso se obtiene una fracción soluble que puede comercializarse independientemente (solubles de pescado o agua de cola) o reincorporarse a la harina. El último paso es la desecación de la harina hasta un máximo de 10% de humedad. En las primeras etapas del proceso se añade un antioxidante para evitar el enranciamiento de la grasa y la posible combustión de la harina. Recientemente se han desarrollado nuevos procedimientos, como harinas especiales, harinas LT, los cuales se basan en la utilización de pescado entero fresco bien conservado y desecado a baja temperatura menor a 70°C (Graü de Marín et al., 2007).

Es importante señalar que se debe analizar los requerimientos nutricionales de la especie que va a consumir el alimento (*Oreochromis niloticus*). Para que esto permita optimizar los costos en la alimentación mediante la sustitución total o parcial de la harina de pescado, es por ello que a veces se emplea porcentajes de inclusión de más del 45%. (Meyer & Caamaño, 1999) es por esto que se tiene que implementar otros ingredientes para formular la dieta que ingerirá la tilapia juvenil y que estará hecha a base de harina de pez diablo. Todo lo anterior conlleva a que se planee formular un alimento a base harina de pez diablo que lleve otros ingredientes a un % de inclusión óptimo para la aceptación de este alimento por parte de las tilapias juveniles. Ver Figura 11, Imagen obtenida de (Mendoza et al., 2007).



Figura 11. Imagen donde se aprecian claramente las características del Pez Diablo.

“7.4. DETERMINACION DE INDICES DE CALIDAD FISICA DE ALIMENTOS PARA PECES.”

Según la FAO en su apartado de control de calidad de insumos y dietas acuícolas normalmente son tres los índices de calidad física que comúnmente se miden de los peces estos son:

- Dureza.
- Flotabilidad. (Velocidad de hundimiento).
- Cohesividad. (Porcentaje de finos producidos).

La dureza Se define como la resistencia que opone un cuerpo a la deformación. Específicamente, en el caso de los alimentos pelletizados y dependiendo del instrumento, la unidad de medida de la dureza puede estar dada en kg/cm² (durómetro Hall) o como porcentaje de durabilidad (Holmen Pellet Tester). La Flotabilidad Se define como la capacidad de un cuerpo (pellet) para sostenerse en la superficie del agua debido a que la densidad del cuerpo pellet) es menor que la densidad del agua. (Densidad del agua dulce 1.0 g/cm³ y densidad del agua de mar 1.025 g/cm³) dependiendo de la temperatura y salinidad del agua. Cohesividad es el grado de agregación que presentan los pellets y que depende de los ingredientes, temperatura de proceso, molido de los ingredientes, aglutinantes etc. Según el grado de cohesividad, dependerá el porcentaje de finos que se producirá y que en definitiva es lo que le interesa al piscicultor (FAO, 2017).

7.5. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS PECES.

Los nutrientes que son requeridos por los peces y otros organismos acuáticos para su reproducción, crecimiento, renovación de tejidos, síntesis de hormonas, enzimas y otras funciones fisiológicas, son similares a los de los animales terrestres; dado que ellos necesitan proteínas, minerales, vitaminas, factores de crecimiento y fuentes energéticas. Dichos nutrientes se suministran a través del alimento natural o bien, el artificial formulado. Cuando se cultivan organismos acuáticos en cautiverio, en

ausencia del alimento natural, es necesario proporcionar una dieta artificial que reúna las necesidades nutricionales, según las características fisiológicas de las especies en cuestión y la fase de desarrollo correspondiente al ciclo de vida de cada una (López Macías, 1997).

La nutrición de peces es una de las áreas de investigación y desarrollo más importantes en la acuicultura ya que está comprometida con el suministro de los nutrientes esenciales en la dieta de los organismos acuáticos, tanto de una manera directa, en forma de un alimento “artificial” exógeno, o indirectamente a través del incremento en la producción de alimento vivo natural dentro del cuerpo de agua, en el cual los organismos acuáticos estén siendo cultivados (Tacón, 1989).

Los principales componentes para la alimentación de los peces son proteínas, lípidos y carbohidratos. La función de la proteína es la reparación del tejido dañado y desgastado y formación de tejido nuevo. La proteína suministrada en la dieta, es requerida dentro del cuerpo del animal para la formación de otras sustancias biológicamente importantes, tales como los anticuerpos. La proteína suministrada en la dieta, actúa como fuente de energía. Desde el punto de vista de la elaboración del alimento, los lípidos actúan como lubricante, que ayuda en el paso del alimento a través del molino; además ayudan a reducir el polvo en los alimentos y juegan un importante papel en la textura suave del alimento. Los carbohidratos constituyen los nutrientes principales del tejido vegetal. A pesar de que los carbohidratos pueden ser considerados nutrientes no esenciales en la dieta de peces y crustáceos, su inclusión en las dietas de engorda, favorece a: Su uso cuidadoso en dietas para engorda puede representar un ahorro en referente a la utilización de la proteína. Al ser empleados como ligantes sirven como constituyentes dietéticos esenciales para la elaboración de dietas estables en el agua. Ciertas fuentes de carbohidratos sirven como constituyentes dietéticos que aumentan la textura del alimento, Ver tabla 5 (Hernández-Valencia et al., 2014).

Tabla 5. Requerimientos de la Tilapia según la etapa en la que se encuentre.

Etapa	Forma	% Proteína	% Lípido	Rango de peso(g)
Alevín.	Harina	50 a 53	12 a 15	1-5
Cría.	Migaja Triturada	44 a 45	6 a 15	5-50
Juveniles.	Extruido Flotante	35	3 a 8	50-100
Engorde.	Extruido Flotante	30 a 32	3 a 6	100-350
Engorde.	Extruido Flotante	25 a 30	2 a 6	350-más

7.6. PORCENTAJE PROTEICO Y FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN

Un factor de referencia en el alimento a emplear, es el porcentaje de proteína encontrándose en el mercado alimento desde 53% hasta 25% y esto se aplica según el peso o etapa de los organismos. Por ello, el acuicultor debe conocer las necesidades nutricionales de los peces para satisfacer el requerimiento energético que aporta los compuestos del alimento. La frecuencia de alimentación es un factor determinante, que permite optimizar esta actividad. El principio es que a menor peso de los organismos la frecuencia de alimentación es mayor. La cantidad de alimento que se suministra a los peces debe de ir de acuerdo al rango de su peso, Ver tabla 6 (Hernández-Valencia et al., 2014).

Tabla 6. Frecuencia de Alimentación de la Tilapia según la etapa en la que se encuentre.

Etapa	Frecuencia de Alimentación	Rango de peso(g)
Alevín	6	1-5
Cría	6	5-50
Juveniles	5	50-100
Engorde	5	100-350
Engorde	4	350-más.

“7.7. Formulación de dietas como alimento para peces.”

Para la formulación y elaboración de un alimento, Wankowsky y Thorpe (1979), y Cruz et al., (2006), mencionan que se deben tener las siguientes consideraciones: hábitos alimenticios de la especie, comportamiento de alimentación, requerimiento de nutrientes, selección de ingredientes y disponibilidad de materias primas, si es ingerible y digestible. En el caso de peces y crustáceos, es esencial que los ingredientes sean finamente molidos, de tal manera que pasen a través de mallas de 0.250 mm para premezclas en alimentos de iniciación y de 0.354 mm para crecimiento y reproductores. Después del tamizado, el alimento no debe contener más del 10% de gránulos del tamaño superior o inferior a los especificados. Los “finos” que resultan de la manufactura de los pellets no deben ser usados como alimento de iniciación y deben ser recirculados continuamente en la elaboración de los alimentos. El pulverizado de la materia prima en los alimentos garantiza la homogeneidad del contenido de nutrientes en los diferentes tamaños de pellets, los cuales abarcan los rangos correspondientes para larvas, crías, juveniles y reproductores. Lo anteriormente expuesto, implica en términos de tecnología de los alimentos, un incremento en costos por la necesidad de utilizar molinos para pulverizar los componentes alimenticios y por otra parte, tener un equipo que permita

obtener después del peletizado diferentes tamaños de partícula, para cubrir las necesidades de alimentación de las distintas tallas de los organismos. En forma general, la partícula de alimento debe tener una relación con la abertura de la boca del pez de 1:0.4-0.6.

A continuación en la tabla 7 se anuncia un esquema de alimentación para tilapia sugiriendo el tamaño de partícula de acuerdo a su peso.

Tabla 7. Tamaños recomendados de partícula según el peso de la tilapia (diámetro en mm).

Tipo de alimento		Peso del Pez
Nombre	Tamaño (mm)	
Iniciación #0	< 0.600	< 0.5
Alevín #1	0.600 - 0.850	0.5 - 1
Alevín #2	0.850 - 1.180	1 - 4
Migaja #0 (45-14)	< 0.600	< 0.5
Migaja #1 (45-14)	0.600 - 0.850	0.5 - 1
Migaja #2 (45-14)	0.850 - 1.180	1 - 4
Migaja fina #3	1.180 - 2.000	4 - 10
Migaja gruesa # 4	2.000 - 3.000	10 - 50
Minipelets Ext. 1.5 (45-16)	1.5	4 - 10
Minipelets Ext. 2.5 (45-16)	2.5	10 - 50
Eng. Ext. 3.5 (25-5)	3.5	50 - 200
Eng. Ext. 5.5 (25-5)	5.5	200 - 500
Eng. Ext. 7.5 (25-5)	7.5	500 - 900
Eng. Ext. 9.5 (25-5)	9.5	> 900
Eng. Ext. 3.5 (32-5)	3.5	50 - 200
Eng. Ext. 5.5 (32-5)	5.5	200 - 500
Eng. Ext. 7.5 (32-5)	7.5	500 - 900
Eng. Ext. 9.5 (32-5)	9.5	> 900

Fuente:(FAO, 2011).

“7.8. Ingredientes comúnmente utilizados en las dietas de alimentos para peces”.

El componente nutritivo más valioso de la harina de pescado es la proteína. Tiene una proporción ideal de aminoácidos esenciales altamente digestibles, que varía relativamente poco con el origen de la harina. Además, la proteína tiene una escasa antigenicidad, por lo que resulta muy adecuada en la producción de piensos destinados para la dieta de animales jóvenes. La harina de pescado se considera una excelente fuente de proteína, lisina y metionina bypass en rumiantes, aunque por su baja palatabilidad (si no está bien procesada) su uso en vacas de leche debe limitarse a 0,5 kilogramo por día. La degradabilidad media de la proteína está en torno a 40%, pero es altamente variable, dependiendo del grado de deterioro durante el almacenamiento y de la cantidad de solubles reciclados. Las razones para la utilización de la harina de pescado son su Elevado contenido proteico (sobre 65%) y una composición de aminoácidos esenciales excelente, solo inferior a la de la proteína de la leche y los huevos, y muy superior a la de cualquier otro producto vegetal proteico La digestibilidad del producto es elevada y en muchos casos superior a 90% calculado en visones (in vivo), Su contenido de vitaminas, sobre todo las del complejo B es muy conveniente, además de ser la única que contiene cantidades importantes de vitamina D, Posee cantidades importantes de elementos minerales, como el selenio y otros, que actúan como elementos coadyuvantes (cooperadores) en los procesos enzimáticos y por ultimo tanto las harinas como los aceites de pescado contienen ácidos grasos del tipo Omega-3 (Graü de Marín et al., 2007).

Existe una gran variedad de alimentos de origen animal que se utilizan como fuente de proteínas que son las harinas de pescado, pescado crudo, harinas de sangre, harinas de carne y hueso o harinas de carne. Los ingredientes de origen animal se caracterizan porque contribuyen a la calidad de la proteína pero no a las propiedades en que se someta el proceso (peletizado, extrusión). Esto se debe a que las harinas han sido sometidas a procesos térmicos alteran su estructura cuaternaria y su solubilidad. Por otra parte los ingredientes vegetales también son muy numerosos y extensos aparte de que son más económicos que los de origen animal. Las harinas

de origen vegetal más utilizadas en la formulación de alimento para peces y que a la postre pueden formar entre un 15 y 70% de la dieta son: Trigo Entero, subproductos de maíz, subproductos de trigo, germen de trigo, harina de arroz, harina de trigo, harina de soya, gluten de trigo (Bortone, 2007).

7.9. Pruebas empleadas para determinar la actividad alimenticia.

Existen diversas maneras para describir el comportamiento alimenticio de diversas especies acuáticas entre las que destacan en primer lugar determinar la ingestión de extractos, uniformizados o fluctuantes en dietas que son basadas con caseína, como segundo probar sustancias químicas puras en dietas de agar para determinar la ingestión y actividad atractante cualitativa de peces y crustáceos. La siguiente modalidad consiste en detectar fracciones cromatografías de músculos de diferentes organismos atractantes en dietas para diferenciar el consumo de una fracción con mayor atractabilidad. La cuarta modalidad consiste en determinar la respuesta alimenticia específica en moluscos y crustáceos utilizando extractos marinos de organismos potencialmente atractantes. La quinta manera consiste en determinar la ingestión de alimentos no palatables para crustáceos o peces al añadir soluciones con compuestos estimulantes químicos y naturales en piscina. Y ya por ultimo medir la velocidad, frecuencia y periodo de atracción hacia una fuente alimenticia tomando un video y usando efectores químicos en una solución. Todas las metodologías o técnicas mencionadas con anterioridad se dividen en dos grupos: El primero de ellos las pruebas de Quimio atracción y el segundo las pruebas de estimulación alimenticia. Las pruebas de Quimio atracción miden la actividad atractante del animal hacia el estímulo químico mediante filmaciones. Por otro lado las pruebas de estimulación alimenticia evalúan mediante el uso de discos de agar, pellets de agar, pellets de almidón o dietas purificadas y semipurificadas, la ingestión de fuentes de estimulación (Adams y Johnsen, 1986; Costero y Meyers, 1995; Hidaka et al., 2000). A continuación en la figura 12, se muestra una imagen en la cual se observa la carne del pez diablo, esta fotografía fue tomada por Torres-García, J.P.



Figura 12. Imagen Donde se observa la carne obtenida del pez diablo.

7.10. Estímulo y comportamiento alimenticio de los peces:

Según datos de la FAO en su apartado Calidad Física y Química de los alimentos para peces y su importancia en el cultivo de peces en el comportamiento alimentario participan estímulos tanto externos como internos que afectan la sensación del apetito de los peces, estos estímulos cabe resaltar se relacionan con las características físicas y químicas del alimento. Por otra parte los estímulos externos son aquellos que se refieren a los estímulos visuales vs características físicas del alimento y los estímulos químicos vs características químicas del alimento. Estímulos visuales vs características físicas del alimento: para aquellas especies que se alimentan en la superficie y en horas de luz, la visión juega un papel primordial. Por esta razón, para aumentar las probabilidades de localización, se debe incrementar la visibilidad del alimento favoreciendo las condiciones de luz ambiental, como asimismo optimizar las características físicas del alimento (color y contraste, tamaño,

forma y movimiento). La incidencia de luz ambiental en la localización del alimento varía según la especie. Estímulos químicos vs características químicas del alimento: Frecuentemente sucede que alimentos comerciales, nutricionalmente completos, no resultan atractivos para ciertas especies cultivables y suelen ser rechazadas por estas. Los componentes químicos del alimento que se solubilizan en el agua despiertan el estímulo y quimiosensibilidad de los peces. Tanto el olfato como el gusto son sensibles a sustancias químicas que son familiares a los peces en la naturaleza, por lo tanto, la ingesta y palatabilidad de un alimento tiene directa relación con estas sustancias químicas que actúan como estimulantes. Por otra parte los estímulos internos de los peces se encuentran conformados por Estimulación cerebral, Estimulación energética del alimento, Estímulos metabólicos y hormonales, Estímulo gastrointestinal. Los estímulos gastrointestinales son las señales que origina un estómago vacío, podrían resultar decisivas al momento del inicio de ingestión del alimento por el pez. La estimulación cerebral en peces las investigaciones señalan que en áreas cerebrales implicadas en el control del apetito son escasos y poco concluyentes, se sabe eso sí de la existencia de un área hipotalámica para la alimentación y que el telencéfalo juega un papel importante en la estimulación olfatoria. Sin embargo, este último no influye mayormente en la ingesta del alimento, ya que peces sin telencéfalo se presentan más torpes, pero persiste su capacidad para detectar el alimento, ya que mantienen la visión y el gusto. Los Estímulos Energéticos hacen referencia a que Los peces consumen alimento de acuerdo a sus requerimientos nutricionales y adecuan la magnitud de la ingesta según sea el tipo de alimento que se les esté suministrando. Los Estímulos Metabólicos y Hormonales hacen referencia a la estimulación del apetito en los peces no están claramente definidos, lo que si está establecido es que en algunas especies mientras más bajo es el nivel de glicemia después de una comida más intensa es la ingesta (FAO, 2017).

8. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

8.1 RECOLECCION DE PECES EN EL RIO GRIJALVA.

Se realizó un viaje a Ostucán, Chiapas muy cerca de la presa peñitas. En los Linderos del Rio Grijalva de esta región se recogieron los Pez Diablo necesarios, aparte de que se analizó la calidad del agua de esta zona donde habita el (*Hypostomus Plecostomus*). A continuación se observan la figuras 13 y 14 que son fotografías tomadas por Torres-García, J.P.



Figuras 13 y 14: Peces en los Linderos del Rio Grijalva.

8.2 LIMPIEZA DEL AREA DE TRABAJO Y MEDICION DE CARACTERISTICAS DEL PEZ DIABLO.

Se aplicó un protocolo de limpieza en el área de trabajo para posteriormente retirar los peces, se seleccionaron 5 peces diablo al azar a los cuales se les determinó su talla y peso; esto con ayuda de la balanza analítica y la cinta métrica. Enseguida se pueden ilustrar en las figuras 15 y 16, que son fotografías tomadas por Torres-García J.P.



Figuras 15 y 16: Pez Diablo ubicado en una hielera recogido en Ostucán y cinta métrica utilizada para las mediciones.

8.3 EXTRACCION DE LA CARNE DEL PEZ DIABLO.

Los peces diablos previamente recolectados fueron sometidos a un procedimiento en el cual se le extrae su carne. La técnica consiste en cortarles la cabeza por medio de una hacha, posteriormente extraerle sus vísceras para después lavar los peces. Una vez lavados estos peces se les hace un corte a la mitad para lentamente irle sacando su carne y depositarlo dentro de unos recipientes que previamente fueron desinfectados. Ver Figuras 17 y 18 Fotografías tomadas por Torres-García, J.P.



Figuras 17 y 18. Corte utilizado para extraer la carne del pez diablo y carne fresca del pez depositada en un recipiente.

Ver figuras 19 y 20 Fotografías tomadas por Torres-García, J.P.



Figuras 19 y 20. Pez Diablo sin cabeza preparado para extraerle sus vísceras y en la siguiente imagen se ve el corte a la mitad para extraerle su carne.

8.4 PRENSADO Y SECADO

La carne se introdujo en una olla de vapor con la finalidad de llevar el proceso de cocción a 100 ° C por 20 minutos a una proporción de carne-agua.

Al finalizar la cocción se introdujo un filtro prensa didáctico para separar el agua-grasa para facilitar la extracción de la grasa en exceso del pez diablo. Finalizando esto, se colocó la carne en charolas para secado para empezar este proceso en un horno semi-industrial a 75 ° C por 2 horas, se dejó esperar dos días para un mejor secado de la carne.

8.5 MOLIENDA Y OBTENCION DE LA HARINA.

Lo que resultó del secado (carne seca) se llevó a una licuadora industrial con el cual se molió la carne seca del pez diablo. Después con la muestra molida de carne se introdujo al tamiz número 100 para obtener el número de partícula que deseamos que es 0.15 mm. La harina se almacenó en bolsas selladas al vacío para posteriormente hacerle los análisis químicos proximales. Ver figura 21 Fotografía tomada por Torres-García, J.P.



Figura 21. Tamices utilizados para obtener la Harina.

8.6 Realización de los Análisis Químico Proximales.

8.6.1. Determinación de la Humedad:

Se seleccionó un plato muestra al cual se le soltó su sujetador asegurando que el plato corra sobre su soporte punteado, se ajustó al 0 y 100%. Se seleccionaron 3 gramos de la muestra pesada para distribuirla en el platillo, con la fuente de potencia estrictamente ajustada se bajó la tapa de la balanza para que la muestra comience a perder humedad y la manecilla se incline hacia arriba. Se dejó pasar un tiempo aproximado de entre 10 y 20 minutos, tomando la lectura y si es que esta permanece estable durante 2 minutos deberá registrarse el porcentaje total de humedad. **(NMX-F-428-1982).**

8.6.2 Cálculo del extracto etéreo (Método Soxhlet):

Se transfirieron 2 gramos de muestra de harina de pez diablo en el cartucho o dedal, cubierto con una porción de algodón. Este cartucho ya con la harina se colocó dentro del extractor Soxhlet y en la parte inferior de dicho extractor se ajustó un matraz con cuerpos de ebullición además de que se colocó el refrigerante. Posteriormente se añadió el Éter por el extremo superior del refrigerante con tal de que la cantidad obtenga 2 0 3 descargas del extractor. Una vez concluido esto se hizo circular el

agua por el refrigerante y calentar hasta que se obtenga una frecuencia de dos gotas por segundo. La extracción se efectuó durante 4 a 6 horas, después de suspender el calentamiento se quitó el extractor del matraz para dejar caer una gota de éter del Extractor a un papel o vidrio de reloj, si al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa se debe ajustar el extractor Soxhlet de nuevo al matraz para continuar la extracción. Para Finalizar se dejó evaporar suavemente el Éter del matraz y se secó a 100 ° C hasta peso constante. Para realizar los cálculos de porcentaje de Extracto Etéreo se aplicó la fórmula que aparece en el anexo 1 **(NMX-F-089-S-1978)**.

•8.6.3 Determinación de Fibra Cruda:

Se seleccionaron 2 gramos de la Muestra de Harina a la cual se le extrajo la grasa y posteriormente se transfirió a un vaso de 600 ml. Se le añadió 1 gramo de asbesto y 200 ml. De ácido Sulfúrico al 1.25% hirviendo. Se colocó el vaso en el aparato sobre la placa caliente preajustada para que hierva durante 30 minutos girando el vaso para que los sólidos se adhieran a las paredes. Por consiguiente se quitó el vaso y se filtró a través de papel o tela de lino, para proseguir se enjuago el vaso con 50-70 ml. De agua hirviendo para verterla sobre el papel satinado. Se lavó el residuo hasta que las aguas del lavado tengan un pH igual al del agua destilada, se transfirió el residuo al vaso con ayuda de 200 ml. De NAOH al 1.25% hirviendo para calentarlo a ebullición durante 30 minutos. El siguiente paso consistió en quitar el vaso y filtrar en buchner con papel filtro de masa y cenizas conocidas, se lavó el agua hasta que las aguas del lavado tengan un pH igual al del agua destilada. Este residuo se transfirió a un crisol a masa constante y se dejó secar a 130 ° C durante 2 horas, se dejó enfriar y se determinó su masa. Calcinar a 600 ° C durante 30 minutos, dejar enfriar y posteriormente determinar su masa. Para el cálculo del porcentaje de fibra cruda se utilizó la fórmula que aparece en el anexo 2 **(NMX-F-090-S-1978)**.

8.6.4 Determinación del porcentaje de Proteínas:

Primero se debe determinar un gramo de muestra de harina de pez diablo en la balanza analítica para pasarla a un matraz Kjeldahl en donde se le añadirá 2 grs. De sulfato de cobre, 10 grs. De sulfato de sodio anhidro, 25 cm³ de ácido sulfúrico y perlas de vidrio. Se debe colocar el matraz en el digestor para posteriormente

calentar cuidadosamente hasta que todo el material se halle carbonizado, por consiguiente se debe aumentar gradualmente la temperatura hasta que la disolución se torne clara y dejar por 30 minutos a esa temperatura. Se deja enfriar para posteriormente añadir de 400 cm³ a 450 cm³ de agua para disolver completamente la muestra, se le añadió 3 o 4 gránulos de zinc más una pequeña cantidad de parafina cuando esta sea necesaria y 50 cm³ de hidróxido de sodio 1:1.

Una vez concluido esto se debe conectar el matraz a un sistema de destilación, al cual en la salida del refrigerante se le ha colocado un matraz Erlenmeyer de 500 cm³ que contenga 50 cm³ de ácido bórico y unas gotas del reactivo Shiro Tashiro como indicador. Se debe de destilar hasta que haya pasado todo el Amoniaco para que unas gotas de destilado no den alcalinidad con el papel tornasol aproximadamente 300 cm³. Posteriormente las primeras gotas del destilado deben de virar del color violeta a verde. Ya para finalizar se retira el matraz y titular el destilado con ácido clorhídrico 0.1 N. Una vez concluido esto aplicamos la fórmula que se encuentra en el anexo 3 **(NMX-F-068-S-1980)**.

8.6.5 Determinación de Cenizas:

En un Crisol a masa constante se colocó 3 gramos de la muestra de harina de pez diablo, Se colocó el crisol con la muestra en una parrilla y se dejó quemar lentamente hasta que Ya no desprendiera Humus. Se llevó el crisol a una mufla para efectuar la calcinación Completa. Posteriormente se dejó enfriar la mufla para transferirlo al desecador para su Completo enfriamiento. Ya para finalizar se determinó la masa del crisol con cenizas. La fórmula para calcular el porcentaje de cenizas se menciona en el anexo 4 **(NMX-F-066-S-1978)**.

8.6.6 Calculo del %ELN:

El porcentaje del Extracto Libre de Nitrógeno se realizó de una manera muy simple pues lo único que se necesita es sumar el porcentaje de los cinco análisis químicos proximales que se hicieron con anterioridad y al 100% restarle la suma de estos cinco análisis como se anuncia en el anexo 5.

8.7. Evaluación de la Harina del Pez diablo y de la marca comercial Nutripec Purina como alimento para el pez diablo.

Se analizó una pequeña porción de la harina para analizar su forma y textura para enseguida almacenarla en un lugar donde no se contamine y no se encuentre en contacto con el medio ambiente para posteriormente formularla como alimento para tilapias juveniles.

En base a lo leído en artículos científicos se formuló la dieta base para peces juveniles a partir de Harina de pez diablo 43%, harina de sorgo 30%, fibra 5%, Vitaminas y minerales 3%, pasta de soya 14%, Aceite de pescado 2%, lecitina de soya 2% y grenetina 1% en base a 100 gramos. Para la fabricación de la Dieta se mezclaron la harina de pez Diablo, Harina de Sorgo y pasta de soya en una batidora por 10 minutos. Posteriormente se agregaron las vitaminas, minerales, fibra y la grenetina las cuales se mezclaron por otros 10 minutos. Por consiguiente en un recipiente de plástico se añadieron los ingredientes líquidos que son Aceite de pescado y lecitina de soya por 10 minutos para formar una emulsión que se adiciono a la mezcla de ingredientes secos por otros 10 minutos. Finalmente se añadió 400 ml. de agua hasta obtener una pasta la cual pasó por un molino de carne para formar los pellets con el diámetro necesario según el tamaño de los peces. Posteriormente fueron secados en un horno a 60°C por 12 horas. Los pellets fueron almacenados a -20°C hasta su uso (Cano-salgado, 2011). Cabe resaltar que para el uso del molino se tuvo que trasladar la pasta a la universidad de ciencias y artes de Chiapas para hacer pellets de 1.5 mm. Y 1.0 mm.

Para evaluar si el alimento es aceptado por los peces se realizó un bioensayo de palatabilidad donde se compraron dos peceras con una capacidad cada una de 40 litros las cuales se llenaron de agua a un pH de 7-9 y una temperatura de 22-26 ° C manteniendo una aireación constante, realizando limpieza de las peceras cada mañana.

De un total de 16 Tilapias Juveniles se colocaron 8 tilapias en cada pecera pero Se seleccionaron cuatro tilapias por pecera para medir su peso y talla cada 10 días para evitar el estrés de dicha especie. Los primeros tres días a los 16 peces

distribuidos en 2 peceras se les alimentó con la dieta comercial Nutripec Purina, pero ya a partir del cuarto día se seleccionó una pecera en la cual se probó si los peces ingerían el alimento formulado a base de harina del pez diablo siendo este aceptado de manera muy positiva. Después del Tercer día en una pecera se les dio a las tilapias de comer el alimento Nutripec Purina mientras que a los peces juveniles de la otra pecera se les dio la formulación hecha a base de harina del Pez Diablo realizando una comparación sobre el crecimiento que tenían dichos peces de acuerdo a la dieta que ingerían. A los peces Juveniles de Tilapia se les daba su alimentación dos veces al día, por un lapso de 4 horas, la primera se les daba a las 11:00 am y la segunda a las 15:00 pm. Siempre todos los días 30 minutos antes de darles de comer a los peces se realizaba un sifoneo para extraer todos los residuos de alimentos y el excremento de los peces, se limpiaban los filtros y se terminaba de rellenar las peceras con agua limpia. El sifoneo se realizaba por medio de una manguera poniendo una cubeta en los extremos donde sale el agua para acumular los residuos. Cada 10 días se midió el peso y la talla de las Tilapias Juveniles de cada pecera, sabiendo que los peces de una pecera se alimentaban con Nutripec Purina y los de la otra pecera con Harina de Pez Diablo analizando la evolución y crecimiento de las tilapias con respecto a su ingesta, posterior a esto se realizó un promedio el cual fue reportado en los resultados de esta investigación, completando un total de 40 días que fue la duración de este monitoreo. Se recopiló el residuo el cual se extrajo del agua y posteriormente se enjuagó introduciéndolo en papel aluminio.

9. RESULTADOS

“ANALISIS QUIMICO PROXIMALES”

- Calculo de la Humedad.

Tabla 8. Resultados para el cálculo de la Humedad.

Peso de muestra gr	Humedad %	Peso seco gr	T °C	t (min)
3.025	11.57	2.675	60	35
3.140	11.31	2.785	60	24.30
3.010	10.13	2.705	60	16.24

Ver Anexo No. 6 para ver cómo se calculó el porcentaje de Humedad.

- Determinación de Extracto Etéreo (Método Soxhlet).

Tabla 9. Resultados para el cálculo del extracto etéreo.

Muestra	Peso (gr)	Volumen del matraz alcohol grasa (ml)
1	4.2826	93
2	4.3080	91
3	4.1417	91

Tabla 10. Resultados para el cálculo del Extracto Etéreo.

Gramos de grasa más peso de los matraces			
Muestra	Peso matraz (gr)	Grasa (gr)	Peso matraz/grasa (gr)
1	101.0893	1.2941	102.3834
2	104.2572	1.3381	105.5953
3	143.8735	1.4446	145.318

Ver Anexo No. 7 para ver cómo se calculó el % de Extracto Etéreo.

- Determinación de Fibra Cruda.

Tabla 11. Resultados para el cálculo de Fibra Cruda.

Muestra	Residuo seco (gr)	Papel filtro (gr)	Cenizas de papel (gr)	Harina (gr)	Cenizas (gr)
1	0.1798	0.0296	0.056	2	0.1593
2	0.1859	0.0296	0.056	2	0.0806
3	0.1788	0.0296	0.056	2	0.0799

Ver Anexo No. 8 para Analizar el cálculo del % de Fibra Cruda.

- Determinación de Proteínas.

Tabla 12. Resultados para el cálculo de proteínas.

Numero de Muestra	Normalidad	Volumen Consumido	Masa de la Muestra
1	0.1	7.3 ml	0.15
2	0.1	7.4 ml	0.15
3	0.1	7.3 ml	0.15

Ver Anexo No. 9 para ver el cálculo del % de Proteínas.

- Determinación de Cenizas.

Tabla 13. Resultados para el cálculo de Cenizas.

Datos de las muestras de ceniza			
Muestra (gr)	Crisol con cenizas (gr)	Crisol vacía (gr)	Harina (gr)
1	27.9878	27.8825	3.0846
2	33.7894	33.6814	3.0009
3	40.1232	40.0090	3.0024
4	41.3721	41.2540	3.0000

Ver Anexo No. 10 para analizar el cálculo del % de Cenizas.

Ver Anexo No. 11 para visualizar el cálculo del %ELN.

“Resultados de los Análisis Químico Proximales (Oficiales)”

Tabla 14. Resultados de los Análisis Químico Proximales.

Humedad %	Proteína %	Extracto Etéreo %	Cenizas%	Fibra Cruda %	ELN %
<u>11</u>	<u>42.8</u>	<u>19.6</u>	<u>3.6</u>	<u>5.06</u>	<u>17.9</u>

“Formulación de una Dieta Base para la Alimentación de la Tilapia nilótica ”

Tabla 15. Formulación de la Dieta a base de Harina de Pez Diablo.

Ingredientes (g/100g de dieta).	Grs (%)
Harina de pez diablo	43
Harina de Sorgo	30
Pasta de Soya	14
Vitaminas y Minerales	3
Aceite de Pescado	2
Lecitina de Soya	2
Grenetina	1
Fibra	5
Total	100

(Cano-salgado, 2011).

Tabla 16. Cuadro Comparativo que demuestra el crecimiento de la tilapia juvenil (promedio) de acuerdo a su peso (gramos) alimentado con NUTRIPEC PURINA y Harina de pez diablo durante 40 días.

TIEMPO	NUTRIPEC PURINA (GRS.)	HARINA DEL PEZ DIABLO (GRS.)
DIA CERO.	2.38 ± 0.14	2.40 ± 0.14
DIA DIEZ.	3.94 ± 0.18	3.23 ± 0.17
DIA VEINTE.	6.33 ± 0.20	4.77 ± 0.25
DIA TREINTA.	10.19 ± 0.13	7.15 ± 0.36
DIA CUARENTA.	15.05 ± 0.16	10.34 ± 0.52

Tabla 17. Cuadro Comparativo que demuestra la Evolución de la Tilapia Juvenil (promedio) de acuerdo a su talla o longitud (mm.) alimentado con NUTRIPEC PURINA y Harina de pez diablo durante 40 días.

TIEMPO	NUTRIPEC PURINA (MM.)	HARINA DEL PEZ DIABLO (MM.)
DIA CERO.	42.09 ± 1.61	42.08 ± 0.65
DIA DIEZ.	55.19 ± 1.16	51.03 ± 0.81
DIA VEINTE.	70.89 ± 2.21	62.32 ± 0.96
DIA TREINTA.	85.24 ± 2.39	72.13 ± 1.23
DIA CUARENTA.	99.42 ± 3.56	82.53 ± 1.09

Tabla 18. Peso y longitud de cinco pez diablo elegidos al azar.

<u>“DIMENSIONES DEL PEZ DIABLO PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA.”</u>		
	Peso (g)	Largo (mm.)
PEZ DIABLO UNO	624.22	379.83
PEZ DIABLO DOS	582.67	382.11
PEZ DIABLO TRES	496.17	356.82
PEZ DIABLO CUATRO	688.42	392.16
PEZ DIABLO CINCO	710.77	431.15
Promedio	620.45	388.41

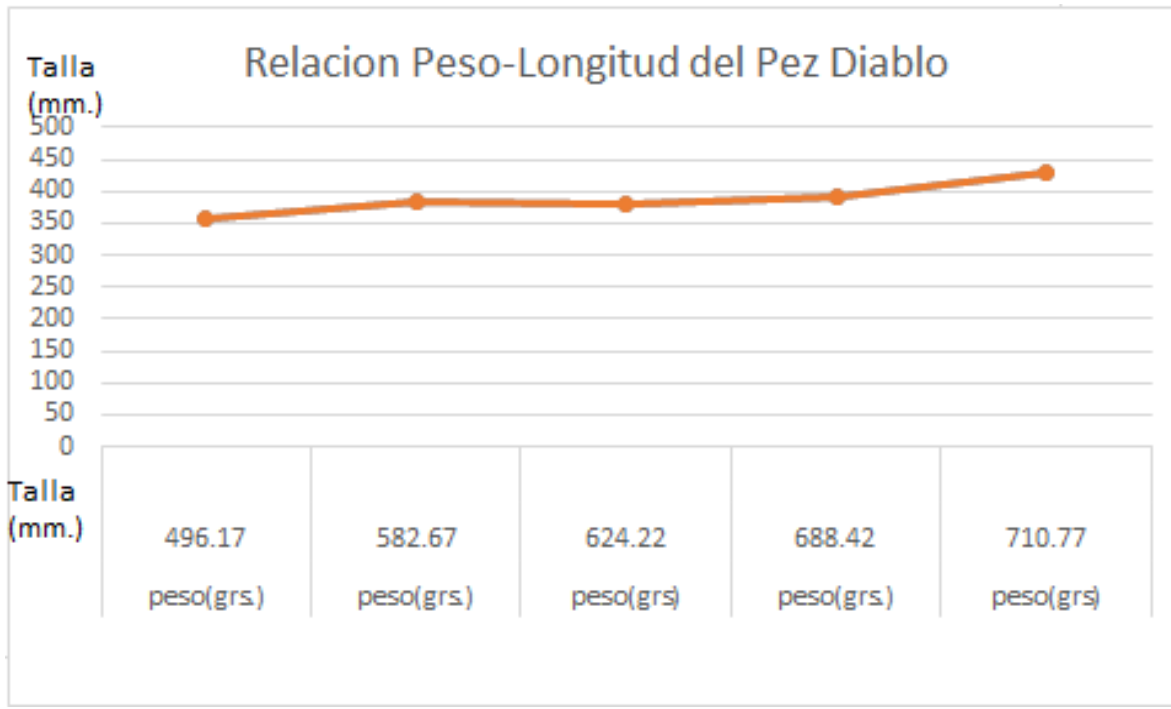


Figura 22. Relación Peso-Longitud del Pez Diablo. Los Valores que se enlistan en horizontal corresponden a su peso mientras que los que se encuentran en vertical a su longitud.

“Condiciones del Rio Grijalva (Ostuacán, Chiapas), Región donde habita el pez diablo”

Temperatura= 29.8 °C

PH= 8.17

Oxígeno Disuelto= 4.26 p.p.m.

Conductividad Eléctrica= 400 Ms/Cm.

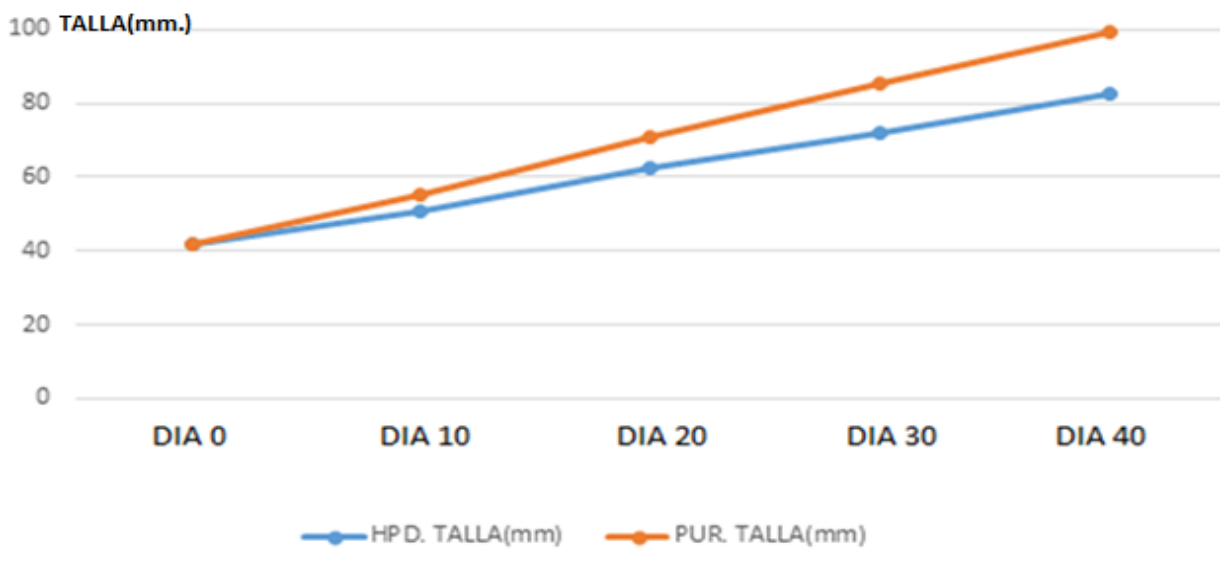


Figura 23. Comparación del crecimiento de la Talla de los peces Juveniles alimentados con harina de Pez Diablo en Azul y Alimento Comercial en Naranja durante 40 días. Los valores 0, 20, 40, 60, 80 y 100 que se enlistan en vertical corresponden a los Milímetros.

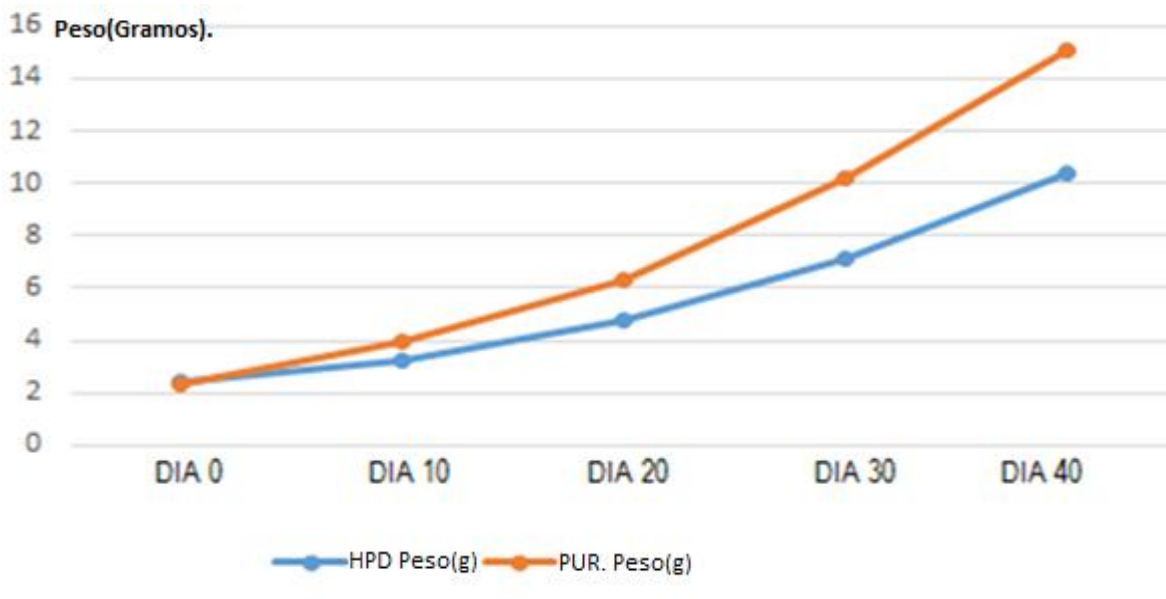


Figura 24. Comparación del peso en Gramos de los peces Juveniles alimentados con harina de Pez Diablo en Azul y Alimento Comercial en Naranja durante 40 días. Los valores 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 que se enlistan en vertical corresponden al peso registrado en Gramos.

GANANCIA EN PESO= PESO PROMEDIO FINAL-PESO PROMEDIO INICIAL.

ALIMENTO COMERCIAL= 15.05 grs. - 2.38 grs. =12.67 gramos.

HARINA DE PEZ DIABLO= 10.34 grs. -2.40 grs. =7.94 gramos.

GANANCIA EN LONGITUD=LONGITUD PROMEDIO FINAL- LONGITUD PROMEDIO INICIAL.

ALIMENTO COMERCIAL PURINA= 99.42 mm - 42.09 mm. = 57.33 mm.

HARINA DE PEZ DIABLO= 82.53 mm - 42.08 mm. = 40.45 mm.

TASA DE SOBREVIVENCIA= (número final de peces/numero inicial de peces) x100.

ALIMENTO COMERCIAL PURINA= 8 peces/8 pecesx100= 100%

HARINA DE PEZ DIABLO = 7 peces/8pecesx100= 87.5%

FACTOR DE CONDICION= Peso promedio final/Longitud total promedio final³ x 100

ALIMENTO COMERCIAL PURINA= 15.05grs/9.94cm³ x 100 = 1.53 f.c.

HARINA DE PEZ DIABLO=10.34grs/8.25cm³ x 100 =1.84 f.c.

TASA DE CRECIMIENTO ESPECIFICO = peso final- peso inicial/Número de días de cultivo x 100

ALIMENTO COMERCIAL PURINA= 15.05grs- 2.38grs/40 diasx100= 31.67 %

HARINA DE PEZ DIABLO =10.34grs-2.40grs/40 días X100= 19.85%

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base a los resultados que se obtuvieron durante la realización de este proyecto se llega la conclusión de que:

La Dieta formulada a base de harina del pez diablo puede ser utilizada como alimento para tilapias juveniles, aunque éstas presentaron un crecimiento menor comparando con la otra dieta comercial que se le asignó esto debido a que el % de proteínas era mayor en el alimento comercial y se encontraba en el rango óptimo según el tamaño del pez.

Debido a que la Harina del Pez Diablo presenta cierta similitud a otras harinas de pescado puede presentar diversos usos como lo es alimento para peces, ganado o como fertilizante en los cultivos.

Para formular el alimento a base de Harina de Pez Diablo se necesitó añadirle otros ingredientes a un % de inclusión adecuado lo cual se investigó en diversas fuentes bibliográficas.

El Aprovechamiento del Pez Diablo para formular harina y utilizarla como alimento para peces y ganado puede ser una vía para reducir los daños que produce esta especie en el ambiente cuando se encuentra en su hábitat.

Recomendaciones

Se recomienda leer y seguir las Normas Mexicanas correspondientes a la hora de realizar los Análisis químico Proximales a fin de que el valor del resultado sea lo más preciso posible. También se sugiere al transportar el pez diablo al lugar de trabajo conservarlo en una hielera a fin de que estos no se pudran y produzcan un mal olor. Se debe también realizar una buena higiene y limpieza en el lugar donde se trabaje así como también la harina que se obtenga del pez diablo guardarla en bolsas selladas al vacío.

11. ANEXOS.

Anexo 1:

Fórmula para calcular el porcentaje de extracto etéreo.

$$\text{Porcentaje de extracto etéreo} = \frac{P-p}{M} * 100$$

Donde:

P = Masa en gramos del matraz con grasa.

p = Masa en gramos del matraz sin grasa.

M = Masa en gramos de la muestra.

Anexo 2:

Fórmula para calcular el porcentaje de fibra Cruda.

$$\frac{(P_S - P_P) - (P_C - P_{CP})}{M} * 100$$

En donde:

P_s= masa en gramos del residuo seco a 130°C.

P_p= masa en gramos de papel filtro.

P_{cp}= masa en gramos de las cenizas del papel.

M = masa de la muestra en gramos.

P_c = masa en gramos de las cenizas.

Anexo 3:

Fórmula para calcular el porcentaje proteico.

Se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{V \times N \times 0.014 \times 100}{m}$$

En donde:

V = Volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación, en cm³

N = Normalidad del ácido clorhídrico.

m = Masa de la muestra en g.

0.014 = Miliequivalente del nitrógeno.

Para pasar esto a proteínas se debe utilizar el factor adecuado según la naturaleza de la muestra siendo el más común 6.25

% Proteínas = %nitrógeno x factor proteico (6.25).

Anexo 4:

Fórmula para calcular el porcentaje de cenizas.

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(P-p)*100}{M}$$

Donde:

P= masa del crisol con las cenizas en gr.

p =masa del crisol vacío en gr.

M= masa de la muestra en gr.

Anexo 5

Para calcular el %ELN se aplicó la siguiente fórmula:

$$\%ELN= 100\% - (\%H + \%P + \%EE + \%CEN + \%FC)$$

Donde:

%H= % de Humedad

%P=% de Proteínas.

%EE= % De Extracto Etéreo.

%CEN= % De Cenizas.

%FC= % De Fibra Cruda.

Anexo 6:

Cálculo de la Humedad

$$\bar{X} = \frac{10.13 + 11.31 + 11.57}{3} = 11.003$$

Calculando la media para obtener el promedio de grasa de la harina.

Tabla 19. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de humedad

X_i	$\bar{X} - X_i$	$(\bar{X} - X_i)^2$
10.13	0.87	0.7579
11.31	-11.31	0.0961

11.57	-0.57	0.3249
-------	-------	--------

$$\sqrt{\frac{0.7569 + 0.0961 + 0.3249}{3 - 1}} = \sqrt{0.58895} = 0.76$$

Promedio = 11 ± 0.76

El Porcentaje de Humedad que se utilizará será de 11.

Anexo 7:

Cálculo del % de Extracto Etéreo.

Cálculos (soxhlet)

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{102.3834 - 101.0893}{4.2826} * 100 = 30.2\%$$

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{105.5953 - 104.2572}{4.3080} * 100 = 31.1\%$$

$$\% \text{ Extracto Etéreo} = \frac{145.3181 - 143.8735}{4.1417} * 100 = 34.8\%$$

$$\bar{X} = \frac{30.2 + 31.1 + 34.8}{3} = 32$$

Tabla 20. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de Extracto Etéreo.

X_i	$\bar{X} - X_i$	$(\bar{X} - X_i)^2$
30.2	1.9	3.61
31.1	1	1
34.8	-2.7	7.29

$$\sqrt{\frac{3.61 + 1 + 7.29}{3 - 1}} = \sqrt{5.95} = 2.44$$

Promedio = 32.1 ± 2.44

Grasa con 11% de H en MS.

100 g. MS -----32.1

55.2 g. MS ----- X3.

$$\bar{X} = \frac{55.2 \times 32.1}{100} = 17.71$$

X3= 17.71% (1.11)= 19.66% extracto etéreo.

Anexo 8:

Cálculo del % de Fibra Cruda

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{(0.1798 - 0.0296) - (0.1593 - 0.056)}{2} * 100 = 2.34\%$$

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{(0.1859 - 0.0296) - (0.0806 - 0.056)}{2} * 100 = 6.58\%$$

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{(0.1788 - 0.0296) - (0.0799 - 0.056)}{2} * 100 = 6.26\%$$

$$\bar{X} = \frac{2.34 + 6.58 + 6.26}{3} = 5.06$$

Calculando la media para obtener el promedio de fibra de la harina.

Tabla 21. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de Fibra Cruda.

X_i	$\bar{X} - X_i$	$(\bar{X} - X_i)^2$
2.34	2.72	7.39
6.26	-1.2	1.44
6.58	-1.52	2.31

$$= \sqrt{\frac{7.39 + 1.44 + 2.31}{3 - 1}} = 2.4$$

Promedio = 5.06 ± 2.4

El % de fibra cruda será de 5.06.

Anexo 9:

Cálculo del % de Proteína

$$\%N = \frac{(7.3 \text{ ml.})(0.1N)(0.014)}{0.15} * 100 = 6.81$$

$$\%N = \frac{(7.4 \text{ ml})(0.1N)(0.014)}{0.15} * 100 = 6.91$$

$$\%N = \frac{(7.3 \text{ ml})(0.1N)(0.014)}{0.15} * 100 = 6.81$$

Porcentaje de proteína = 6.81 (6.25) = 42.6 %

Porcentaje de proteína = 6.91 (6.25) = 43.2 %

Porcentaje de proteína = 6.81 (6.25) = 42.6%

$$\frac{42.6 + 43.2 + 42.6}{3} = 42.8$$

Calculando la media para obtener el promedio de proteína de la harina.

Tabla 22. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de proteínas.

X_i	$\bar{X} - X_i$	$(\bar{X} - X_i)^2$
42.6	0.75	0.562
43.2	-0.37	0.137
42.6	-0.37	0.137

$$\sqrt{\frac{0.562 + 0.137 + 0.137}{3 - 1}} = 0.65$$

Promedio = 42.8 ± 0.65

El porcentaje de proteína a utilizar será 42.8.

Anexo 10:

Cálculo del % de Cenizas

$$\%Cenizas = \frac{(27.9878 - 39.2282)}{3.0846} * 100 = 3.4137$$

$$\%Cenizas = \frac{(33.7894 - 33.6814)}{3.0009} * 100 = 3.5989$$

$$\%Cenizas = \frac{(40.1232 - 40.0090)}{3.0024} * 100 = 3.8036$$

$$\%Cenizas = \frac{(41.3721 - 41.2540)}{3} * 100 = 3.9367$$

$$\bar{X} = \frac{3.4137 + 3.5989 + 3.8036 + 3.9367}{4} = 3.6882$$

Calculando la media para obtener el promedio de cenizas de la harina.

Tabla 23. Datos Utilizados para el Cálculo de la Desviación Estándar de cenizas.

X_i	$\bar{X} - X_i$	$(\bar{X} - X_i)^2$
3.4137	0.2745	0.0753
3.5989	0.0893	0.0079
3.8036	-0.1154	0.0133
3.9367	-0.2485	0.0617

$$= \sqrt{\frac{0.0753 + 0.0079 + 0.0133 + 0.0617}{3 - 1}} = 0.28$$

Promedio = 3.68 ± 0.28

El porcentaje de Cenizas a utilizar será de 3.6

Anexo 11:

Cálculo del porcentaje de Extracto Libre de Nitrógeno.

$$\%ELN = 100 - (\%H + \%P + \%EE + \%CEN + \%FC)$$

$$\%ELN = 100 - (11 + 42.8 + 19.66 + 3.6 + 5.06)$$

$$\%ELN = 100 - 82.12 = 17.88$$

%ELN = 17.8

12. “REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

BIBLIOGRAFICAS”.

Adams, M.A. Y P.B. Johnsen. (1986). A solid matrix bioassay for determining chemical feeding stimulants. *The Progressive Fish-Culturist* 48:147-149.

Álvarez-Torres, P., Ramírez-Martínez, C. y Orbe-Mendoza, A. (1999). Desarrollo de la Acuicultura en México y Perspectivas de la Acuicultura Rural. Centro Regional de Investigación Pesquera Pátzcuaro, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, SEMARNAP.

Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca (2013) de la comisión Nacional de Acuicultura y Pesca.

Anuarios Estadísticos de Pesca (1989-1999).

Anuario Estadístico de Pesca (SEMARNAP, 1999).

Anuario estadístico y pesca CONAPESCA - SAGARPA, (2012).

Bortone, E. (2007). Diseño de plantas de alimentos balanceados especializados para peces y crustáceos. *Feed Tech Solutions*. Artículo Técnico. Engormix.17p.

Cano-Salgado, M.P. (2011). El plecos (*Pterygoplichthys spp.*): su invasión y el abordaje de las cooperativas balcanenses. Tesis de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable, El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa, Tabasco, México.152p.

Costero, M.C. Y S.P. Meyers. (1995). Consideraciones sobre atrayentes químicos y estimulantes de la alimentación del camarón de cultivo *penaeus vannamey*. En Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D. y R. Mendoza, editores. *Avances en Nutrición Acuícola I*. Programa de Maricultura. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. Pp. 355-364.

Cruz, S.E.L., Ruiz, D.P.P., Cota, C.E., Nieto, L.M.G., Guajardo, B.C., Tapia, S.M., Villareal, C.D. y Ricque, M.D. (2006). Revisión sobre algunas características físicas y control de calidad de alimentos comerciales para camarón en México. En: Cruz, S.L.E., Ricque, M.D., Tapia, S.M., Villareal, C.D.A., Nieto, L.M., Puello, C.A.C. Y Ortega, G.A. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VIII. VIII simposio Internacional de Nutrición Acuícola. (2006). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. 330-370 p.

FAO, (2011). Manual Básico de piscicultura para Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería-Viceministerio de ganadería 2011.

FAO, (2016). El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma.

FAO, (2017).Control de calidad de insumos y dietas acuícolas. Determinación de índices de calidad física de alimentos para peces. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso Chile.

FAO, (2017). Calidad física y química de los alimentos para peces y su importancia en el cultivo de peces. Control de calidad de insumos y dietas acuícolas. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso Chile.

FAO, (2017). Programa de información de especies acuáticas. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Departamento de Pesca y Acuicultura.

Graü de Marín, C., Marval, H. y Zerpa de Marcano, A. (2007). Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde animal. Elaboración de productos agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas de los Estados Sucre y Nueva Esparta. Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 93-95.

Hernández-Valencia, J., Jiménez-G, M., Montejo-Z, G., y Carrillo-C, L. (2014). Manual: Elaboración de alimento alternativo para la producción de Tilapia. Departamento de Acuicultura. Instituto Tecnológico de Salina Cruz.

Hidaka, I., J. Kohnbara, T. Araki, T. Morishita, T. Miyajima, S. Shimizu y I. Kuriyama. (2000). Identification of feeding stimulants from Jack mackerel muscle extract for Young yellowtail *seriola quinqueradiata*. *Aquaculture* 181: 115-126.

INEGI (2006). El Sector Alimentario en México, Serie de estadísticas sectoriales, edición 2006.

Juárez-Torres, P., Flores-Escobar, M.L. y De Luna-Martínez, J. (2007). El sector Pesquero en México. Documento Interno de Trabajo de Financiera Rural. Escuela Nacional Preparatoria Número 4 de la UNAM. Ciudad de México.

López-Macías, J.N. (1997). Nutrición Acuícola. Universidad de Nariño. Colombia, 211 p.

Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L.R. y Ramos-Enríquez, R. (2009). Dinámica del crecimiento de peces y crustáceos. *Revista electrónica de Veterinaria*. Vol. 10, N° 10. 16:1.

Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. (2007). Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. *Biodiversitas* 70: 1-5.

Meyer, D., Caamaño, E. (1999). Frecuencia de alimentación y consumo en tilapia (*O. Niloticus*). V Central American Symposium on Aquaculture, San Pedro Sula, Honduras, Agosto 1999, pp. 262-265.

Nmx-f-066-s-1978. Determinación de cenizas en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Nmx-f-068-s-1980. Alimentos. Determinación de proteínas. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Nmx-f-089-s-1978. Determinación de extracto etéreo (método soxhlet) en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas

Nmx-f-090-s-1978. Determinación de fibra cruda en alimentos. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Nmx-f-428-1982. Alimentos. Determinación de humedad (método rápido de la termobalanza).normas mexicanas. Dirección general de normas.

Poot-Delgado, C.A., Salazar-Novelo R.A. y Hernández-Hernández, M.F. (2009). Evaluación de dietas comerciales sobre el crecimiento de la tilapia (*oreochromis niloticus*) (LINNAEUS), etapa crianza, Instituto Tecnológico Superior de Champotón, Champotón, Campeche.

Ramos-Salgado, S.A., Albarrán Guerrero A.G. Y Porcayo López M.N. (2013) Pez Diablo: Ángel de la nutrición. Colegio Cuernavaca S.C., Cuernavaca, Morelos.

Saavedra-Martínez, M. A. (2006).- Manejo del cultivo de tilapia. Departamento de Ciencias Ambientales y Agrarias, Facultad de Ciencia, Tecnología y Ambiente. Universidad Centroamericana. Managua, Nicaragua. Agosto, 2006.

SAGARPA (2006) Sexto Informe de Labores. 1 de septiembre.

SAGARPA. (Octubre de 2015). Estudio para la determinación de esquemas de mejora para rendimiento en las granjas de producción acuícola de tilapia. págs. 11-20. México.

Saldivar-Larrain, F.J. Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (2002). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.

Tacón, J.G.A. (1989). Manual de capacitación: Nutrición y Alimentación de peces y camarones cultivados. Departamento de Pesca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Brasilia, Brasil.

Velázquez - Velázquez, E., López-Vila J.M. y Romero-Berny, E.I. (2013). El pez Diablo: Especie Invasora en Chiapas. Revista de Ciencias de la Unicach, 7(1), 99-102.

Wankowski, J.W.J y Thorpe, J.E. (1979). The role of food particle size in the growth of juvenile Atlantic salmon (*salmo salar L.*) Journal of Fish biology, 14:351-370.

“VIRTUALES”

<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/>

