

# **INFORME FINAL**

PROYECTO FOMIX 37147 SEP 2006 – FEB 2009

## **DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PEZ DIABLO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS EN MICHOACÁN.**

Derechos de Autor

**DR. CARLOS A. MARTÍNEZ PALACIOS**  
Coordinador General

**MÉXICO, MAYO 2009**

# INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

## CONTENIDO

1. DATOS GENERALES .....	1
2. COMPONENTES DEL PROYECTO .....	1
3. AGRADECIMIENTOS .....	1
4. INTRODUCCIÓN .....	2
5. DESCRIPCIÓN .....	2
6. RESÚMEN DEL PROYECTO .....	5
7. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
7.1 Metas y objetivos alcanzados .....	7
7.2 Contribución técnica del proyecto .....	9
7.3 Productos de la investigación .....	10
7.4 Formación de recursos humanos .....	12
7.5 Colaboración interinstitucional y multidisciplinaria .....	13
8. IMPACTOS DE LA INVESTIGACIÓN EN LOS SECTORES USUARIOS .....	15
8.1 Productos de la investigación transferidos a los usuarios .....	15
8.2 Mecanismos de transferencia utilizados .....	15
8.3 Beneficio Potencial del Proyecto .....	15
8.4 Compromisos asumidos por los usuarios .....	16
8.5 Observaciones a la evaluación de los usuarios .....	16
9. APLICACIÓN DE RECURSOS FINANCIEROS .....	16
9.1 Resumen financiero .....	16
9.2 Resumen de aportaciones complementarias .....	16
10. RECOMENDACIONES .....	17
11. DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	17

Derechos de Autor

## ANEXOS

### 1. ECOLOGÍA Y TAXONOMÍA DEL PEZ ARMADO

Aspectos ecológicos y taxonómicos del pez armado

### 2. PRODUCCIÓN PESQUERA DE PEZ ARMADO EN LA PRESA INFIERNILLO

Evaluación de existencias del pez armado, *Pterygoplichthys disjunctivus*, en la presa “El Infiernillo”, Michoacán, México

Evaluación del crecimiento y de parámetros reproductivos de pez armado *Pterygoplichthys disjunctivus* (weber, 1991) del embalse “Lic. Adolfo López Mateos” Michoacán –Guerrero, México

### 3. MANEJO Y PROCESAMIENTO DEL PEZ ARMADO

#### 3.1 Productos para alimentación humana con Pez Armado

Resumen de los resultados de la investigación del CIAD A. C. Hermosillo

Bioquímica posmortem, almacenamiento en hielo del troncho de pez armado

Elaboración y evaluación de concentrados proteicos a partir de músculo de pez armado (pez armado o cascudo)

Purificación y caracterización bioquímica y cinética de enzimas proteasas de vísceras de pez armado (*Pterygoplichthys disjunctivus*)

Elaboración de caviar de pez armado (*Pterygoplichthys disjunctivus*) y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas

Evaluación preliminar de metales pesados en pez armado y tilapia del Infiernillo, presa Adolfo López Mateos, Michoacán.

#### 3.2 Productos para alimentación animal con pez armado

Perfil de ácidos grasos en pez armado (*Pterygoplichthys disjunctivus*)

Uso del bagre armado (*pterygoplichthys disjunctivus*) en ensilado ácido como fuente de proteína alterna en dietas para el cultivo de pez blanco de Pátzcuaro (*Menidia estor*)

Evaluación del potencial de hidrolizados de pez armado como alimento para juveniles de pez blanco *Menidia estor*.

Uso de ensilaje ácido del pez armado (*Pterigoplichthys disjunctivus*) como ingrediente en dietas para la tilapia (*Oreochromis niloticuss*)

Utilización del ensilaje ácido de pez armado (*Pterigoplichthys disjunctivus*) en nutrición de cerdos y bovinos

Evaluación nutrimental de un ensilado de pez armado (*Pterygoplichtys multiradiatus*) para alimentación de pollos de engorda

#### **4. MUESTRAS DE PRODUCTOS DEL PEZ DIABLO**

Manual de elaboración de ensilado de pez armado  
Manual de curtido artesanal de piel de tilapia  
Manual de fileteo de pez armado  
Manual de ensilado para abono orgánico  
Formulación de dietas con ensilado para alimentación animal.  
Catalogo con muestras de pieles de tilapia

#### **5. COSTO DE PRODUCCIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS GENERADOS**

Planes de negocio de productos derivados de pez armado de infiernillo

#### **6. CARACTERISTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LAS COMUNIDADES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO**

Diagnóstico socioeconómico de las localidades michoacanas con importancia pesquera en la Presa Adolfo López Mateos, Infiernillo, Michoacán.  
PAIR Occidente, A. C.

#### **7. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

Informe de Posdoctorados

Informe de Licenciatura

#### **8. PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Presentaciones en Congresos y Exposiciones  
Tesis generadas  
Libro de recetas con pez armado. “Nutrición con sabor”  
Folleto “10 Platillos Fáciles y Exquisitos preparados con Pez Armado”  
Folleto “El Pez Armado del Infiernillo”

#### **9. PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN TRANSFERIDOS A LOS USUARIOS**

Resumen Ejecutivo del Informe Final del Proyecto.

Derecho de Autor

**FOMIX**  
**FONDOS MIXTOS**  
**INFORME FINAL DE ACTIVIDADES**

**1. DATOS GENERALES**

Clave de Registro: FOMIX 37147 SEP 2006 – FEB 2009

Título del Proyecto: Desarrollo Tecnológico para el Aprovechamiento e Industrialización del Pez Diablo en la región del Bajo Balsas en Michoacán.

Responsable del Proyecto: Dr. Carlos A. Martínez Palacios

Institución Responsable: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**COMPONENTES DEL PROYECTO**

El presente informe es el producto de un trabajo de equipo apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECyT) del Estado de Michoacán, a través del Fondo Mixto Michoacán. El grupo de expertos estuvo coordinado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), durante los meses de Noviembre del 2006 a Marzo del 2009.

**AGRADECIMIENTOS**

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo expresa su reconocimiento a las instituciones públicas y privadas, así como a los funcionarios, expertos y técnicos que colaboraron en las actividades de estudio y análisis requeridos para la elaboración de este proyecto, facilitando datos, asesoramiento y apoyo logístico.

En particular se agradece a los presidentes municipales del periodo 2005-2008 de los municipios que integran la región del Bajo Balsas, por su apoyo brindado para el inicio del proyecto.

Lic. Iván Madero Naranjo. Presidente municipal de Arteaga  
Luis Roberto Reyes Cruz. Presidente municipal de Churumuco  
Mario Romero Tinoco. Presidente municipal de La Huacana  
C. Benjamín Serrato Blanco. Presidente municipal de Mújica

A los presidentes municipales actuales por el apoyo otorgado para la finalización del proyecto.

Jairo Rivas Páramo. Presidente municipal de Arteaga  
Rodimiro Barrera Estrada. Presidente municipal de Churumuco  
Fernando Rosales Reyes. Presidente municipal de La Huacana  
Armando Medina Torres. Presidente municipal de Mújica

A los pescadores de la región por brindarnos los peces utilizados para los diferentes estudios, así como su conocimiento sobre el área.

Así mismo se agradece a los estudiantes del proyecto por su ayuda en el procesamiento del pez armado y a todas las personas involucradas en su realización.

## **INTRODUCCIÓN**

Este proyecto, es fruto del impulso a la investigación científica, apoyada conjuntamente por el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, los municipios de La Huacana, Arteaga, Churumuco y Mújica, a través del Programa de los Fondos Mixtos de Apoyo a la Investigación Científica en el Estado de Michoacán.

Aquí se presentan las opciones que ofrecen los resultados de investigación aplicada de diez universidades y centros de investigación, como la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Facultad de Biología), Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Química, Facultad de Veterinaria, FES-Cuautitlán), Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas IPN (CICIMAR), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Universidad Autónoma de Baja California (Instituto de Investigaciones Oceanológicas), Universidad Autónoma de Querétaro (Facultad de Ciencias Biológicas), Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD-Hermosillo), Centro de Investigación y Estudios Avanzados-Mérida (CINVESTAV), Universidad Estatal de Maringa, Brasil y la Universidad de Strirling, (Institute of Aquaculture), Escocia, Reino Unido.

En su momento la sobreproducción del pez armado, diablo o pez sapo se presentó a las Instituciones de Investigación a través de una convocatoria del Fondo Mixto, como un gran problema a resolver y quizá eliminar, sin embargo el estudio de 2 años permite aclarar que esta especie es realmente un nicho de oportunidad, para explotarse y con ello generar una derrama económica en la región.

## **DESCRIPCIÓN**

El embalse Adolfo López Mateos, llamado “el Infiernillo” entra en operación en 1964 para la generación de 1000 MW de corriente eléctrica y con un área inicial de 4,000 km<sup>2</sup> tuvo un pico máximo en 1987 de producción pesquera de tilapia de 18,953 toneladas (Juárez, 1989), colocándose a la cabeza de los embalses de Latinoamérica en producción. Sin embargo, para 1999 su producción se redujo a 4,770 toneladas (SEMARNAT, 2000), a principios del año 2000 después de un escape de peces utilizados en acuarios en el alto Cutzamala, tributario del balsas, comienzan a encontrarse peces armados, a los que se les llamó “pez diablo” (Contreras, 2006, com. pers.) El Armado (*Pterigoplichtys disjunctivus*)

es una especie originaria de la cuenca del Río Madeira, tributario del Río Amazonas en Sudamérica, llamados localmente Coroncoro, Cucha, Armado o Cascudo, en países como Colombia y Brasil. Como estos peces hacen un hoyo o casa para poner los huevos, el nombre Cascudo, en portugués, da el nombre a los habitantes del Río de Janeiro como “Cariocas”; en la lengua local el Tupi, Guarani, Ocari es Blanco y ocas significa Casa, lo cual refiere a “los blancos que hacen casas”, y es así como se referían a los portugueses en la colonia.

En el año 2005 estas especies hacen su aparición explosiva en el embalse Adolfo López Mateos, convirtiéndose en un problema que indirectamente ha llegado a poner en peligro la pesca de tilapia, que ya venía en descenso. La tilapia se pesca utilizando redes agalleras de diferentes tamaños dirigidas a la pesca comercial. La gran abundancia relativa del pez armado, reduce la captura de tilapia por competencia en la red. Las redes tienen que romperse para poder extraer al pez armado cuando éste es atrapado y muchas veces las redes se dejan abandonadas, por la dificultad de extraerlos.

El pez armado no tiene uso actual en el mercado, hoy sabemos que los peces armados comparten las áreas alimenticias con los peces de la presa y que se traslapan sus hábitats, sin embargo al ser totalmente herbívoros consumidores de microalgas, no se ha podido detectar ningún hecho que los presente como consumidores de huevos o larvas de otros peces.

En Brasil y el resto de Sudamérica es un pez muy apreciado y llega a competir con los róbalos en el mercado, por su carne blanca y su inmejorable sabor. En el primero, la captura de estos peces se encuentra regulada, pues se ha llevado a cabo una sobre-pesca debido a su calidad y respectiva demanda. Tanto sus depredadores como el hombre han causado una fuerte disminución en sus poblaciones.

En la presa del Infiernillo sucede totalmente lo contrario, debido a que desconocen las bondades de esta especie, no se le ha dado un uso en la alimentación humana por su aspecto extraño, tanto que muchas personas han pensado en eliminar del embalse a estos peces, lo cual es prácticamente imposible.

Para las especies que no se tiene un mercado garantizado como es el caso del pez armado y los desperdicios de tilapia, en el presente proyecto se generaron alternativas de uso como tronchos y filetes, así como ensilados de pescado para la alimentación animal, tanto de bovinos como de porcinos, aves y otros peces, con excelentes resultados. Estos hallazgos generarán a la vez empleo y productos de valor agregado y de demanda en los mercados. Además se justifica plenamente el uso de este recurso en esquemas de promoción, diversificación y consolidación de la actividad pesquera, artesanal o industrial en el embalse.

El proyecto tuvo como objetivo la evaluación de la población y potencial pesquero del pez armado y su utilización integral junto con los subproductos de la pesquería de tilapia para generar productos alimentarios de alta calidad para uso humano y agropecuario, los cuales fueron evaluados en términos de costos de producción para determinar su rentabilidad, comercialización y factibilidad de negocio.

## **IMPACTO CIENTÍFICO**

Este proyecto permitirá el uso y aprovechamiento del pez armado, con lo que se contribuirá al desarrollo tecnológico para el uso de este recurso, y de esta manera se reducirán las poblaciones de esta especie en el embalse, la cual se ha convertido en un problema en los últimos años. A través de este proyecto se da a conocer más sobre esta especie que hasta el momento no se ha aprovechado y que posee una excelente calidad nutritiva.

## **IMPACTO TECNOLÓGICO**

El proyecto contribuirá ampliamente en la diversificación y en el desarrollo de nuevas tecnologías para el uso del recurso pesquero existente en la presa del Infiernillo, puesto que se generaran productos de bajo costo para la producción pecuaria. Así mismo, se crearon las bases científicas y tecnológicas para utilizar un recurso que actualmente no ha sido aprovechado; a través del proyecto pueden desarrollarse tecnologías de bajo costo o ya conocidas, tanto para la alimentación humana como para alimentación animal, con una materia prima hasta ahora sub-explorada.}

## **IMPACTO SOCIAL**

Con el desarrollo del proyecto se pretende beneficiar directamente a los pescadores de cuatro municipios de muy alta marginación, los cuales explotan el embalse. Puesto que les permitirá tener nuevas alternativas para mejorar su calidad de vida, al obtener nuevos productos para un mercado potencial, que forzosamente debe abrirse por medio de la promoción municipal, estatal y nacional. El desarrollo de nuevas técnicas permite el procesamiento de estos productos en el mismo lugar donde se realiza la pesca, lo cual favorece directamente a los pescadores, que actualmente no están obteniendo ningún beneficio del pez armado. Así se generan pequeñas y medianas empresas locales que comercialicen todos los productos factibles de establecerse a partir de las especies explotadas en el embalse.

## **IMPACTO ECONÓMICO**

El proyecto permitirá generar ingresos económicos, a partir de un recurso que actualmente no ha sido aprovechado; además, al ser comercializado en la región vendrá a contribuir de manera satisfactoria en la calidad de vida de los pescadores, por el incremento en sus ingresos y la mayor disponibilidad de proteína de alta calidad para su alimentación, se generarán productos con alto valor en el mercado nacional e internacional como son: filetes, subproductos proteínicos preservados (ensilados) de pescado para alimentación animal, extractos de proteína y productos para tratamientos de aguas, entre otros.

## IMPACTO AMBIENTAL

Se dará un uso racional y sustentable a una especie exótica que actualmente no tiene ningún uso en el mercado como especie acuícola, y que debido a su gran proliferación e incremento de población es desechada en la ribera del embalse, ocasionando un estado insalubre, creando focos de infección y producción de insectos no deseados. El hecho de utilizar el pescado completo para la obtención de troncho o filete y el resto en ensilado impide la acumulación de residuos y de esta manera permite una protección ambiental.

## METAS ORIGINALES DEL PROYECTO

Evaluar el estatus ecológico del pez diablo y llevar a cabo su clasificación taxonómica, en el embalse del infiernillo.

Determinar los posibles procesos de aprovechamiento del pez diablo.

Evaluar la capacidad nutricional del ensilado a base de pez diablo.

Determinar los posibles procesos de aprovechamiento de residuos de tilapia.

Evaluar la pesquería de pez armado en la presa del infiernillo.

Realizar un estudio socioeconómico de las comunidades de la presa del infiernillo.

## RESUMEN DEL PROYECTO

La presa Adolfo López Mateos conocida comúnmente como la presa del Infiernillo alberga varias especies de peces con importancia comercial, entre estas se encuentran las tilapias *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus* y *Tilapia rendalli*. Se han identificado dos especies de bagre armado, *Pterygoplichthys disjunctivus* y *Pterygoplichthys pardalis*, además de un híbrido entre ambas especies. Estos últimos carecen actualmente de valor económico y son considerados por los lugareños una plaga.

El bagre armado tiene un alto potencial reproductivo, puesto que en promedio cada hembra pone 2500 huevecillos, encontrándose un pico de reproducción en los meses de agosto y septiembre. Especie herbívora se alimenta de microalgas planctónicas y epilíticas, al igual que las tilapias, por lo que comparten el 75% de los recursos alimenticios; sin asegurar la existencia de competencia trófica entre ambas especies.

El cuidado parental y la ausencia de depredadores, son factores que han favorecido el crecimiento poblacional de la especie. Se estima que existen aproximadamente 150 millones de peces de 1 a 3 años de edad, sin embargo considerando que la longevidad de éstos es de 8 años aproximadamente, su población total es mayor y su magnitud actualmente se desconoce.

Las zonas muestreadas para el estudio pesquero fueron, Nuevo Centro, Pinzandarán, La Obra y Churumuco; Nuevo Centro es el sitio que cuenta con mayor abundancia de peces, sin embargo con registro de menor talla en longitud y peso. Pinzandarán sitio con menor abundancia de peces, pero con organismos mayores en long (27 – 28cm) y peso (180 – 200gr).

La carne de pez armado tenderá a tener una gran importancia económica para las comunidades de la región. Considerado como un alimento de muy buena calidad para el consumo humano. Por su sabor, color y composición en Omega 3. Además de la carne de pescado armado es factible el consumo de la hueva de esta especie por el color y textura, además de no presentar ningún olor o sabor desagradable.

Otra alternativa de uso y aprovechamiento de este pescado, es mediante la elaboración de ensilado ácido para la alimentación animal, el cual se probó con excelentes resultados en peces, aves, rumiantes y porcinos.

Una alternativa para reducir la acumulación de residuos de las 31 fileteras de tilapia, es aprovechar el esqueleto y vísceras de tilapia para elaborar ensilado y la piel para fabricar artículos artesanales y bisutería; estas actividades aunadas a la pesca favorecen la generación de ingresos económicos de las familias de dichas comunidades.

Existe la necesidad de generar las bases para soportar políticas *ad hoc* para el desarrollo y mejor integración de las cadenas productivas pues a pesar de ser Infiernillo y Michoacán en general el primer productor de tilapia en el país, esta situación no se ve reflejada en el nivel de vida de las comunidades de la región. Para ilustrar lo anterior, existen productos y cadenas de valor con muchos problemas como es el caso de tilapia y sus subproductos que carecen de un mercado que de seguridad para el eslabón más débil de la cadena que es el pescador.

La utilización del pez armado como alimento humano y el uso de subproductos de pescado, poseen un alto potencial económico no explorado que pueden convertirse en una derrama económica importante para la región. Sin embargo, por una parte se hace necesario cambiar la percepción actual sobre el potencial de esta especie y ofrecer seguridad a los comercializadores apoyándolos con capital de riesgo en las operaciones con esta especie para realmente poder mejorar su articulación en la cadena productiva

El proyecto y su desarrollo económico podrán incidir sobre el importante aspecto social, que se favorecerá al evitar la migración de los pobladores y al apoyar el desarrollo lícito de operaciones económicamente viables. Un aspecto muy importante es que integrará a los jóvenes a la actividad pues estos son la población mayoritaria en el área, ofertándoles nuevas alternativas de desarrollo; para de esta manera poder incidir en el multiplicador de empleo de la región.

El mejoramiento del ambiente en la presa, resultado de este proyecto, permitirá el desarrollo e ingreso de actividades periféricas que pueden atraer riqueza al generar alternativas ecológicas y turísticas. Así el propiciar el desarrollo de esta actividad económica podrá generar actividades secundarias o colaterales, sirviendo como un multiplicador de ingreso.

Por último es importante destacar la importancia de capacitar a los pobladores de la región para que ellos mismos conduzcan las soluciones a sus problemas.

### 3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Metas y objetivos alcanzados

METAS	OBJETIVOS ALCANZADOS
Informe sobre la Ecología y Taxonomía del Pez Diablo.	<p>Existen dos especies y un posible híbrido.            El pez diablo presenta un crecimiento intestinal alométrico positivo magnificado.            Tanto el pez diablo como la tilapia, ingieren microalgas planctónicas y epilíticas.            Comparten el 75% de los recursos alimenticios.</p> <p><b>ANEXO 1</b></p>
Informe sobre la producción pesquera de Pez Diablo en la presa Infiernillo.	<p>La proporción tilapia:pez diablo es 1:5            El tamaño de la captura anual se estimó en poco más de 50 millones de peces, mientras que el tamaño de la población en 176 millones de peces. La captura constituye un 29% del tamaño de la población, pero esta es en promedio vulnerable a la pesca en cerca de 50% a través de la pesquería de tilapia. Las edades del pez armado constituyen casi el 95% de las capturas, y la vulnerabilidad cambia a una tasa de 10% con la edad, siendo la edad de un año 100% vulnerable.            Las diferencias en la vulnerabilidad son probablemente consecuencia de que las capturas son realmente pesca incidental de la pesquería de tilapia y no una especie objetivo donde a estrategia de pesca busca los mayores rendimientos.</p> <p><b>ANEXO 2</b></p>
Informe sobre el manejo y procesamiento del Pez Diablo.	<p>Libro: “Nutrición con Sabor”: Delicias del pez diablo.             Folleto de 10 recetas culinarias de armado.             Folleto informativo: “El Pez Armado del Infiernillo, Producto Michoacáno de Alta Calidad Para el Consumo Humano y Animal”</p> <p><b>ANEXO 8</b></p>
Muestra de caviar, postas ahumadas, naturales o congeladas y gelatinas o geles de proteína de Pez Diablo.	<p>Muestra de producto prototipo elaborado a partir de hueva de pez armado (caviar).             Muestra de prototipo emulsionado-gelificado (embutido) obtenido a partir del concentrado proteico funcional.             Muestra del concentrado enzimática producido a partir de las vísceras del pez armado.</p>

	<p>Muestra de concentrado proteico funcional obtenido por disolución acida y precipitación alcalina.</p> <p>Evaluación preliminar de metales pesados en pez armado y tilapia del Infiernillo.</p> <p><b>ANEXO 3.1</b></p>
Muestras de subproductos de la pesca de Tilapia del Nilo (pieles y ensilados para abono orgánico).	<p>Manual de elaboración de ensilado.</p> <p>Manual para el curtido artesanal de piel de tilapia.</p> <p>Manual para elaboración de composta a base de ensilado.</p> <p><b>ANEXO 4</b></p>
Muestras de productos del Pez Diablo (ensilado para consumo animal).	<p>Formulaciones con ensilado ácido para bovinos, porcinos, aves y peces. Proteosilos A, P, F y B.</p> <p><b>ANEXO 3.2</b></p>
Informe sobre las características del ensilado en términos de nutrición para consumo animal.	<p>Perfil de ácidos grasos en pez armado (<i>Pterigoplichthys disjunctivus</i>).</p> <p>Uso del Bagre Armado (<i>Pterigoplichthys disjunctivus</i>) en ensilado ácido como fuente de proteína alterna en dietas para el cultivo de pez blanco de Pátzeuaro (<i>Menidia estor</i>).</p> <p>Evaluación del potencial de Hidrolizados de pez armado como alimento para juveniles de pez blanco <i>Menidia estor</i>.</p> <p>Uso de ensilaje ácido del pez armado (<i>Pterigoplichthys disjunctivus</i>) como ingrediente en dietas para la tilapia (<i>Oreochromis niloticuss</i>).</p> <p>Utilización del ensilaje ácido de pez armado en la nutrición animal en cerdos y bovinos.</p> <p>Evaluación nutrimental de un ensilado de pez armado (<i>Pterygoplichtys multiradiatus</i>) para alimentación de pollos de engorda.</p> <p><b>ANEXO 3.2</b></p>
Informe sobre la elaboración del alimento seco. Muestras de alimento seco para consumo animal.	<p>Formulación de dietas para alimentación de aves, cerdos, bovinos y peces. <b>ANEXO 4</b></p>
Informe sobre el manejo de	<p>Manual para curtido de pieles. <b>ANEXO 4</b></p>

pieles del desperdicio de la pesca. Muestras de telas con acabado y artículos de piel de pescado.	Catálogo con muestras de pieles. <b>ANEXO 4</b>
Informe sobre el costo de producción de cada uno de los subproductos generados.	Planes de Negocio de productos derivados del pez armado del Infiernillo. <b>ANEXO 5</b>
Establecimiento de posibles productos comerciales y su integración a pequeñas empresas sociales.	Planes de Negocio de productos derivados del pez armado del Infiernillo. <b>ANEXO 5</b>
Propuestas para la creación de microempresas sustentables basadas en los productos con potencial de mercado, evaluación social y rentabilidad.	Planes de Negocio de productos derivados del pez armado del Infiernillo. <b>ANEXO 5</b>
Informe sobre las características socioeconómicas de las comunidades participantes del proyecto	Diagnóstico socioeconómico de las localidades michoacanas con importancia pesquera en el embalse López Mateos Infiernillo, Michoacán. Este anexo fue realizado con el apoyo financiero del Proyecto 53437 “Estudio Prospectivo del estado ecológico y productivo del Embalse A.López Mateos Una Propuesta para un adecuado Manejo Biológico, Pesquero y de Acuicultura. Apoyado por el Fondo Mixto-. Dirigido por el Dr. Antonio Campos Mendoza,. <b>ANEXO 6</b>

### **3.2 Contribución técnica del proyecto**

El pez armado es una especie con un alto potencial para la alimentación humana y animal, preferentemente debe de utilizarse el producto fresco y frescongelado aunque pueden generarse otros productos que agregan valor pero también incrementan los precios, como son: el ahumado, gelificados, y concentrados proteicos.

El desperdicio tanto del pez armado como de tilapia deben entrar a un proceso de ensilado ácido que permitirá conservar el producto e incluirlo en forma de proteosilo que son las propuestas generadas en el presente proyecto como nutriente aditivo en dietas para bovinos, porcinos, aves y peces. Una fracción de estos productos puede utilizarse como fertilizante orgánico sin embargo este proceso tendría la última prioridad debido al bajo costo en el mercado de los fertilizantes.

Las pieles de tilapia poseen uno de los valores agregados más altos entre los desechos de pescado debido a que la técnica de curtido y el uso de las escamas en bisutería incrementan notablemente su precio en el mercado, es por ello que se recomienda su uso en este sentido.

Dentro del desarrollo del proyecto se generaron tres equipos básicos para atender el uso de los desperdicios de los peces, el primero es un molino de tipo erosivo que tiene la capacidad de producir un producto semi húmedo con un tamaño de partícula menor a 1 mm a partir de peces enteros o sus desperdicios, material que es ideal para su uso en ensilados ya que para las enzimas este producto es un sustrato ideal de degradación, el equipo tiene posibilidades de ser patentado.

El siguiente equipo es un tambor rotatorio utilizado para los procesos de curtido, teñido y ablandado de las pieles de peces, este equipo tiene la capacidad de intercambiar sus tambores de una manera sencilla sin detener la operación y un equipo puede servir como base cuando menos a dos tambores en proceso de curtido, tinción, lavado y ablandado. Este tambor rotatorio fue construido con la capacidad de ser transportado y movilizado en la planta para ofrecer diferentes alternativas de uso. Este producto también tiene alternativas de ser patentado.

El último equipo es una mezcladora orbital de 1 Hp con pedestal elevable en forma manual con un agitador en acero inoxidable adaptado para mezclar los ensilados en los recipientes cilíndricos de polietileno de 100-200 litros. Este equipo es muy útil para mezclar el ácido con el ensilado durante el proceso de maduración y estabilización del producto.

Todas las investigaciones llevadas a cabo dentro del proyecto han sido y pueden ser presentadas en congresos, reuniones, revistas especializadas y otros foros.

### **3.3 Productos de la investigación**

#### **Presentaciones en Congresos y exposiciones**

Análisis Taxonómico de *Pterygoplichthys multiradiatus* (Hancock, 1828) (Siluriformes, loricariidae). “Pez Diablo” en la presa Infiernillo, Michoacán. Participación como ponente modalidad cartel. XI Congreso Nacional de Ictiología, Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C. 28 al 31 de Octubre de 2008. La Paz Baja California Sur, México.

Anatomía del tubo digestivo del Pez Diablo *Pterygoplichthys multiradiatus* (Hancock, 1828): Relación con los hábitos alimentarios y el crecimiento intestinal. Participación como ponente modalidad oral. XI Congreso Nacional de Ictiología, Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C. 28 al 31 de Octubre de 2008. La Paz Baja California Sur, México.

Evaluación para el aprovechamiento en la población de armado *Pterygoplichthys multiradiatus* (Hancock, 1828) de la presa Adolfo López Mateos “el Infiernillo”. Congreso Internacional XIII Congreso Nacional III Congreso Regional de Ciencias Ambientales. Cd. Obregón, Sonora, México. Junio 4, 5 y 6, 2008.

Evaluación de algunos parámetros reproductivos del pez armado *Pterygoplichthys multiradiatus* (Hancock, 1828) (LORICARIIDAE) del embalse Adolfo López Mateos “El

Infiernillo”. XI Congreso Nacional de Ictiología. La Paz, Baja California Sur, México. 28 al 31 de Octubre del 2008.

Estudio de algunos parámetros poblacionales del pez armado *Pterygoplichthys multiradiatus* (Hancock, 1828) (LORICARIIDAE) del embalse Adolfo López Mateos “El Infiernillo”. XI Congreso Nacional de Ictiología. La Paz, Baja California Sur, México. 28 al 31 de Octubre del 2008.

El Pez Armado del Infiernillo, Producto Michoacano de Alta Calidad. Expoferia Michoacán 2008, “Michoacán, Cultura y Tradición”. Del 2 al 18 de Mayo del 2008. Morelia, Michoacán.

## **ANEXO 8**

### **Tesis generadas**

Elaboración y evaluación nutrimental de un ensilado de pescado diablo.

Evaluación nutrimental de un ensilado de pez diablo (*Pterygoplichthys multiradiatus*) para alimentación de pollos de engorda. **ANEXO 7**

Se generó un Libro: “Nutrición con Sabor”: delicias del pez diablo. **ANEXO 8**

Se generó un folleto de 10 recetas culinarias de armado. **ANEXO 8**

Se generó un folleto informativo: “El Pez Armado del Infiernillo, Producto Michoacano de Alta Calidad para el Consumo Humano y Animal” **ANEXO 8**

Se realizaron diferentes muestras gastronómicas y difusión de los beneficios del pez armado en medios de comunicación como prensa y televisión. **ANEXO 8**

Como parte de difusión de la información generada en este proyecto, se diseñaron cuatro manuales en los que se muestra

- 1) el método de fileteo del bagre armado, **ANEXO 4**
- 2) el proceso de elaboración de ensilado a base de bagre armado. **ANEXO 4**
- 3) el proceso de curtido artesanal de piel de tilapia. **ANEXO 4**
- 4) el proceso de elaboración de composta a base de ensilado de pescado. **ANEXO 4**

Se generaron tres planes de Negocio los cuales son económicamente viables:

- Planta de fileteo y troncho: de tipo modular. **ANEXO 5**
- Planta de ensilado: de tipo modular. Formulaciones de ensilados y dietas. **ANEXO 5**
- Planta de curtido de pieles y empresas de tipo familiar para la fabricación de artesanías y bisutería. **ANEXO 5**

También se elaboraron cuatro productos dirigidos para la alimentación de animales Alimentación de aves, Nutrisilo-A.

Alimentación de bovinos, Nutrisilo-B.  
Alimentación de porcinos, Nutrisilo-P.  
Alimentación de peces, Nutrisilo-F. **ANEXO 4**

### **3.4 Formación de Recursos Humanos**

#### Posdoctorados

Dra. María Gisela Ríos Duran. IIAF-UMSNH.  
Dr. Cristian Martínez Chávez. IIAF-UMSNH  
Dr. Enrique Márquez Ríos. CIAD A.C.  
**ANEXO 7**

#### Doctorado

Ana Gloria Villalba Villalba. Programa de doctorado del CIAD A.C. Actualmente cursa el 3/6 semestre y esta realizando un trabajo de tesis intitulado “Purificación y caracterización bioquímica y cinética de enzimas proteasas de vísceras de pez diablo (*Pterygoplichthys disjunctivus*).” Con un avance del 50%  
**ANEXO 3.1**

#### Maestría

Elva Janette Guillen Sánchez, programa de posgrado del CIAD A.C. Cursa el semestre 4/4 y esta realizando la tesis relacionada a la hueva de Pez cascudo intitulada “Elaboración de caviar de pez diablo (*Pterygoplichthys disjunctivus*) y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas”. Con un avance del 80%. **ANEXO 3.1**

Biol. Ana Mauricia Ávalos. Maestro en Ciencias en proceso. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Se encuentra en proceso de redacción del escrito final para trámites de titulación. **ANEXO 3.2**

#### Licenciatura

Karla Nallely Angeles Melgoza. Química de Alimentos. Titulada. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Facultad de Química. **ANEXO 7**

Álvaro Rangel Gálvez. En fase de escritura con avances del 95%, asociado al proyecto con la tesis intitulada “Estudios Preliminares para la Obtención de un Concentrado Enzimático a Partir de Vísceras de Pez Diablo”. **ANEXO 3.1**

Isabel Gómez Puente Cons, CIAD, A. C fecha tentativa de titulación, 25 de junio del año en curso. **ANEXO 3.1**

Citlalic Altagracia Pimentel Acosta. En fase de escritura con avances del 95%. Asociado al proyecto “Uso del bagre armado (*Pterigoplichthys disjunctivus*) en ensilado ácido como

fuelle de proteina alterna en dietas para el cultivo de pez blanco de Pátzcuaro (*Menidia estor*)” Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Facultad de Biología.

**ANEXO 3.2**

César Entzin Díaz. . En fase de revisión con avances del 95%, asociado al proyecto “Parámetros poblacionales y pesqueros del Bagre armado *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991) de la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Facultad de Biología. **ANEXO 7**

**3.5 Colaboración Interinstitucional y multidisciplinaria**

<b>Institución</b>	<b>Grupo de trabajo</b>	<b>Contribución y grado de colaboración</b>
Universidad Autónoma de Querétaro – Facultad de Ciencias Naturales Universidad Autónoma Metropolitana	Dra. Altigracia Gutiérrez Hernández Dr. Edmundo Díaz Pardo  Dr. Abraham Kobelkowsky Díaz	Realización del estudio Ecológico y Taxonómico del Pez Diablo. Cubriendo el 100% de este objetivo.
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional. Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, Instituto Nacional de Pesca  Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-Facultad de Biología Universidad de Stirling, Escocia	Dr. Francisco Arreguín-Sánchez Mario Antonio Vergara Rodarte  Juan Antonio García Borbón  Dr. Antonio Campos Mendoza Dra. Rebeca Aneli Rueda Jasso Biol. Willebaldo Canseco Murillo Dr. Lindsay G. Ross	Realización del análisis de la producción pesquera del Pez Diablo en la presa Infiernillo. Cubriendo el 100% de este objetivo.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH	Dr. Carlos A. Martínez Palacios Dra. Mayra Toledo Cuevas Dra. María Gisela Ríos Duran Dr. Jorge Fonseca Madrigal	Análisis de las características del ensilado en términos de nutrición para consumo animal. Utilización de ensilado ácido para elaboración de dietas para peces. Cubriendo el 100% de este objetivo.
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC  Facultad de Ciencias Marinas, UABC	Dra. María Teresa Viana Gabriel Correa Reyes  Aacini Huerta Servando Rueda	Análisis de las características del ensilado en términos de nutrición para consumo animal. Utilización de ensilado ácido para elaboración de dietas para peces. Cubriendo el 100% de este objetivo.
Universidad Nacional Autónoma de México- FESC Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-	Dr. Armando Shimada Miyasaka  Dr. Guillermo Salas Razo	Análisis de las características del ensilado en términos de nutrición para consumo animal.

Derechos de Autor

UMSNH		Utilización de ensilado ácido para raciones alimenticias de bovinos y porcinos. Cubriendo el 100% de este objetivo.
Universidad Nacional Autónoma de México – Facultad de Química	† Dra. Angela Sotelo Quim. Argelia Sánchez Chinchillas	Análisis de las características del ensilado en términos de nutrición para consumo animal. Utilización de ensilado ácido para raciones alimenticias de aves. Cubriendo el 100% de este objetivo.
Laboratorio Bioquímica y Calidad de Productos Pesqueros del CIAD, AC. Unidad Hermosillo.	Dr. Ramón Pacheco Aguilar Dr. Juan Carlos Ramírez M en C María Elena Lugo Dr. Enrique Márquez Ríos Ing. Germán Cumplido Barbeitia	Utilización de Pez armado para la elaboración de productos alimenticios. Se cumplió el 75% de estos objetivos.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH Universidad Estatal de Maringá, Brasil	María del Carmen Aguilar Valdez  Dra. María Luiza Rodrigues de Souza	Elaboración de subproductos de la pesca de Tilapia del Nilo (pieles y ensilados para abono orgánico). Manejo de pieles del desperdicio de la pesca. Elaboración de telas con acabado y artículos de piel de pescado. Se cubrió el 100% de este objetivo.
CINVESTAV-Mérida Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH	Dr. Eucario Gasca Leyva M en C. Lázaro cruz Aguilar	Análisis sobre el costo de producción de cada uno de los subproductos generados. Establecimiento de posibles productos comerciales y su integración a pequeñas empresas sociales. Propuestas para la creación de microempresas sustentables basadas en los productos con potencial de mercado, evaluación social y rentabilidad. Se cubrió el 100% de este objetivo.
PAIR-Occidente A.C.	Esperanza Pérez Agis	Análisis sobre las características socioeconómicas de las comunidades participantes del proyecto.

**4. IMPACTOS DE INVESTIGACIÓN EN LOS SECTORES USUARIOS**

#### **4.1 Productos de la investigación transferidos a los usuarios**

Se realizó una presentación de los resultados de la investigación ante los usuarios, inicialmente comprometidos como los que le siguieron durante la consecución del proyecto. Y se realizó una encuesta y el recibo oficial por parte de cada uno de los usuarios. Lo anterior se realizó el 21 de Abril del presente año, en las oficinas del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT), donde asistieron los presidentes municipales de los municipios de La Huacana, Arteaga, Múgica y Churumuco. Así como los funcionarios representantes de la Comisión de Pesca del Estado (COMPESCA), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT).

De esta manera, se entregaron a los usuarios una carpeta con los resultados generados durante el proyecto y los tres planes de negocio propuestos para dar el seguimiento a la consecución e impacto del proyecto en la región. Se anexan las cartas de acuse de recibo de cada uno de los usuarios. **ANEXO 9**

#### **4.2 Mecanismos de transferencia utilizados**

Se realizaron diversos mecanismos de transferencia desde pláticas, reuniones, información periodística, televisiva y por radio, ferias regionales en donde se ofrecieron degustaciones y folletos de los productos de la investigación. Además se realizó una presentación del libro de recetas para el uso del pez armado por parte de la Secretaría de Turismo Estatal y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con el fin de dar a conocer el potencial tan grande que tiene un producto de tan buena calidad como el pez armado confeccionando platillos de alta cocina.

Se establecieron contactos con organizaciones sociales para someter proyectos que permitieran la posibilidad de atraer recursos a los planes de negocio planteados, como es el caso de la Agrupación Francisco Villa en el Infiernillo, quienes se acercaron al proyecto para someter a SEDESOL un proyecto de apoyo para el uso de pez armado y sus desperdicios en ensilados para alimentación animal.

Por ultimo se estableció un vinculo directo con los presidentes municipales, el director del COECyT y la directora de COMPESCA, con quienes se llevó a cabo una reunión para demostrar los beneficios del proyecto y la factible aplicación de sus resultados con los planes de negocio generados con el mismo proyecto.

#### **4.3 Beneficio potencial del proyecto**

El beneficio económico y social del proyecto por el sector usuario podrá traducirse en recursos económicos que lleguen directamente tanto a las empresas programadas a desarrollar a través de la venta de los productos generados. Por otro lado se establecerá un beneficio económico directo a los pescadores debido que el pez armado del Infiernillo podrá tener un precio en el mercado y su comercialización se establecerá con el apoyo del

Gobierno Estatal y el Gobierno Federal a través de incentivos fiscales y el establecimiento de programas de difusión a diferentes niveles para abrir el mercado de estos productos.

El apoyo de la infraestructura estatal para la comercialización del pez armado y sus subproductos a través de diferentes Secretarías de Estado y direcciones de Comisiones es fundamental para el establecimiento de este tipo de programas. La generación de proyectos aplicables a la región en base a las propuestas establecidas pueden aterrizar proyectos de diferentes dimensiones y montos para apoyar la región utilizando al pez armado como un nicho de oportunidad y como generador de riqueza. Un ejemplo claro del interés tanto de grupos sociales como de Secretarías Federales como la SEDESOL, fue el proyecto... el cual apoyamos para que fuera sometido con el fin de comercializar ensilado de pez armado para alimentación animal, con un costo de 5 millones de pesos

#### **4.4 Compromisos asumidos por los usuarios**

Los usuarios han indicado que establecerán programas a nivel municipal y estatal para el establecimiento de vías de financiamiento a corto y mediano plazo que permitan aplicar los resultados del proyecto, se ha comentado que el Gobierno del Estado se encuentra sumamente interesado a nivel de varias Secretarías, como son, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Desarrollo social, la Secretaría del Medio Ambiente, la Secretaría de Turismo y la Secretaría de Educación Pública del Estado, el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología, entre otras para apoyar con sendos programas la difusión del conocimiento adquirido durante este proyecto y la identificación de empresarios a nivel social y privado para el establecimiento de proyectos productivos que lleven el pez armado a su comercialización efectiva.

#### **4.5 Observaciones a la evaluación de los usuarios**

En todos los casos en donde se ha tenido la oportunidad de dar a conocer el proyecto y sus bondades a través del conocimiento y uso del pez armado tanto en muestras gastronómicas, ferias, a través de artículos periodísticos, programas de radio y televisión, la aceptación de los resultados del proyecto han sido ampliamente satisfactorias. Todo esto sin contar la aceptación que existe por los presidentes municipales y las autoridades estatales, así como los diputados que han atendido los resultados del proyecto.

### **5. APLICACIÓN DE RECURSOS FINANCIEROS**

#### **5.1 Resumen financiero**

#### **5.2 Resumen de aportaciones complementarias**

Presupuesto para la publicación del libro de recetas, aportado por la Coordinación de Investigación Científica, UMSNH. Monto \$ 60,000.00

Presupuesto aportado para un recetario de 10 recetas y un folleto de explicación del proyecto, aportado por COECyT. Monto \$ 20,000.00

Viaje y Transporte para degustación en la Feria de las Flores en Ciudad de México.  
5,000.00 apoyado por COECyT

Viaje para la feria de Ciencia y tecnología en el Congreso de la Unión, \$ 3,000.00 COECyT

Transporte a la Feria de Morelia, apoyada por COECyT

## 6. RECOMENDACIONES

El filete o el uso de la hueva de pez diablo para elaborar productos alimenticios donde ambos sean destinados para consumo humano, se hace necesario e imperativo verificar la inocuidad y seguridad alimentaria, siendo esta última en base a la toxicidad por metales que la especie pudiera presentar tanto el músculo como en las gónadas, esta recomendación se sustenta principalmente en las características del hábitat y las formas de alimentarse del pez que es en las profundidades de la presa y los desemboques de los ríos a la misma. En este trabajo se realizaron pruebas preliminares de toxicidad del músculo del pez armado, encontrando que no contiene plomo y cadmio, y niveles muy bajos de mercurio, sin embargo es necesario poner atención para evitar posibles contaminaciones posteriores del pez armado. **ANEXO 3.1**

Es muy importante que para implementar las acciones derivadas de esta investigación se establezca un trabajo previo para identificar con precisión los posibles actores con entrenamiento empresarial que pudieran ser participes de los diferentes proyectos productivos, con el fin de evitar los fracasos de transferencia tecnológica que se han suscitado en forma frecuente en la región, es también fundamental establecer un equipo de administradores de empresas economistas, psicólogos, sociólogos, que le den seguimiento a los proyectos a través de una incubadora de empresas a lo largo de varios años de establecido el proyecto con la finalidad de permitir que tanto el proyecto como los empresarios maduren y lleguen a establecer las empresas con éxito. Evitar en lo posible establecer una empresa y dejarla sin supervisión técnica y administrativa así como de mercado puesto que será el fracaso de esta. Es también muy importante apoyar estos proyectos con programas de difusión y apertura de mercado en forma local y regional utilizando logos como “viernes del pez armado” que en un pasado permitieron abrir mercado a los productos acuáticos y que hablando de más de 50 mil toneladas potenciales a ser explotadas podrían llegar a los estados vecinos los centros de consumo más importantes de la región como son, Ixtapa, Zihuatanejo y Acapulco, con facilidad pero se requiere, insistimos la promoción de la especie con todas sus virtudes y ventajas en restaurantes y centros comerciales de estas regiones.

## **6.2 Difusión de los resultados**

Es muy importante que los sectores e instituciones de la región tanto en la ribera de la presa como en ciudades tan importantes como Morelia, Uruapan, Zamora, Guadalajara, Ixtapa, Zihuatanejo, Acapulco, etc. Así como en la región reciban información precisa y fidedigna de las cualidades del Pez Armado.

Los sectores serían pescadores e introductores y comercializadores de peces en los estados de Michoacán y Guerrero, Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Campeche, Veracruz.

Las instituciones potencialmente usuarias de esta información serían la Secretaría de Educación Pública del Estado, Secretaría de Servicio Social, Secretaría de Economía, Secretaría del Medio Ambiente, SEMARNAT, SAGARPA, CONABIO, SEMAREN, Guerrero, Fundación Produce de Michoacán y Guerrero, así como los Consejos Estatales de Chiapas, Tabasco, Campeche, Oaxaca, Tabasco y Guerrero.

Enviar a los medios de comunicación masivos como Noticieros Televisa y Televisión Azteca, entre otros, toda la información generada, para evitar que la ignorancia sobre el posible uso del pez armado se difunda de manera irresponsable.

# ANEXOS

Derechos de Autor

# **1. ECOLOGÍA Y TAXONOMÍA DEL PEZ DIABLO**

# ASPECTOS ECOLÓGICOS Y TAXONÓMICOS DEL BAGRE ARMADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERETARO

**Responsable:**

Dr. Edmundo Díaz Pardo

**Colaboradores:**

Dra. Altagracia Gutiérrez Hernández

Dr. Abraham Kobelkowsky Díaz. **Universidad Autónoma Metropolitana**

Diana Camacho Rosales

Janet Artega Ordaz

Derechos

Derechos de Autor

# ASPECTOS TAXONÓMICOS Y ECOLÓGICOS DEL BAGRE ARMADO

## INFORME FINAL

**Edmundo Díaz Pardo**

### 1. INTRODUCCION

En el inicio del proyecto global, el principal objetivo de este apartado fue establecer la competencia trófica y espacial entre el pez diablo y las diferentes especies y/o variedades de tilapia. Sin embargo, durante el desarrollo del estudio, surgieron varias interrogantes que debieron ser contestadas, para cumplir con el objetivo propuesto. De todas ellas se da cuenta en este informe.

### 2. MUESTREO

En diciembre de 2006 se llevó a cabo un viaje prospectivo con el fin de reconocer el área de estudio, situar los sitios de muestreo y establecer el vínculo con los pescadores. Se seleccionaron cinco sitios (Churumuco, La Obra, Tamo, Nuevo Centro y Pizandarán, aunque el primero solo se trabajó en dos ocasiones), que en conjunto permitieron caracterizar espacialmente la totalidad del embalse. Desde entonces han sido muestreados en seis ocasiones, con una periodicidad bimestral.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Calidad del agua.

Con el fin de contar con una visión general de las características del entorno ambiental, en cada uno de los muestreos se evaluaron *in situ* 6 parámetros y otros tantos se cuantificaron en el laboratorio. Los resultados muestran que son aguas bien oxigenadas (+7 mg/L), alcalinas (pH +9), de conductividad alta, con bajos niveles de nitratos (máximo 0.8 mg/L) y nitritos (máximo 0.007 mg/L), pero estacionalmente el fosforo es alto (hasta 4.7 mg/L). Existen diferencias espaciales, -

los extremos del embalse tienen influencia de los tributarios y la mejor calidad de agua corresponde a Pinzandarán.

Posteriormente, el estudio comprendió tres vertientes principales: Taxonómica, Biometría y Anatomía Funcional del Tubo Digestivo y Competencia

### **3.2 Taxonomía**

#### **Objetivos:**

- Ratificar o rectificar la presencia de *Liposarcus multiradiatus*.
- Determinar la presencia de otras especies.
- Efectuar un análisis taxonómico que permita distinguir los caracteres diagnósticos específicos.

Se hizo una revisión exhaustiva de la literatura taxonómica de la Familia Loriicaride con el fin de conocer cuáles son los caracteres que históricamente han sido usados para separar géneros y especies dentro de esa familia. De todos ellos se seleccionaron para un estudio

Géneros y especies dentro de esa Familia. Se seleccionaron 22 características biométricas, de las cuales 15 fueron de tipo morfométrico (longitudes patrón, cefálica, predorsal, de la espina dorsal, de la espina pectoral, de la base aleta dorsal, interdorsal, altura máxima y hocico; altura máxima, diámetro ocular, ancho interorbital, anchura de la cabeza, altura de la cabeza, altura mínima) y 7 merísticas (número de escudos entre aleta anal y caudal, entre aleta dorsal y anal, radios de la dorsal, radios de las pectorales, radios de la anal, radios de las pélvicas, radios caudales).

Se creó una base de datos con las medidas de los 22 caracteres correspondientes a 170 ejemplares, mismos que fueron separados en cuatro morfos de acuerdo con la coloración del vientre. Posteriormente se aplicaron análisis estadísticos multivariados, como fueron los de Componentes Principales y de Similitud.

MORFO 1: Vientre blanco con manchas irregulares oscuras en su mayor parte.

MORFO 2: Vientre oscuro con manchas irregulares blancas.

MORFO 3: Fondo blanco con manchas semirredondeadas oscuras.

MORFO 4: Fondo oscuro con lunares blancos.

La revisión de 162 ejemplares tomados al azar demuestra que los MORFOS 1 y 2 son los dominantes, pues representan el 90 % del total, el 3.5 % corresponde al MORFO 3 y los posibles híbridos llegan al 6.5% .

Se comprueba la similitud morfológica entre los miembros del género *Pterygoplichthys*, por tanto uno de los caracteres diagnósticos que separa a las especies sigue siendo la coloración del vientre.

Patrón con fondo claro u oscuro, con manchas vermiformes y no más de seis manchas redondas (MORFOS 1 y 2) ..... *P. disjunctivus*.

Patrón con fondo claro y manchas redondas, grandes y oscuras (MORFO 3) ..... *P. pardalis*.

Patrón semejante al anterior, pero con pequeños lunares oscuros ..... *P. multiradiatus*, pero su presencia en Infiernillo está en duda hasta que no se revise el ejemplar sobre el cual se hizo su registro en aguas mexicanas.

El MORFO 4 es una variación del de *P. disjunctivus*.

Un escaso número de ejemplares muestra una coloración combinada de *P. disjunctivus* y *P. pardalis*, que puede indicar hibridación.

Se debe replantear el análisis, partiendo del hecho de que en Infiernillo hay cuando menos dos especies y posiblemente híbridos, incluyendo un mayor número de ejemplares y

poniendo énfasis en los caracteres morfométricos que tuvieron mayor peso en nuestro análisis (Las variables de mayor peso fueron: -

base de la dorsal, longitud espina dorsal, longitud espina pectoral, longitud predorsal y diámetro ocular).

### 3. Estudio Anatómico

#### Objetivos

- Analizar la estructura anatómica del tubo digestivo e identificar las adaptaciones relacionadas con la alimentación.
- Establecer la dieta y hábitos alimentarios como base para los análisis de competencia trófica.
- Determinar la relación de la dieta con el crecimiento intestinal.

Anatomía del sistema digestivo: La boca tiene posición ventral. El labio superior está cubierto en su parte externa por un conjunto de de escamas pequeñas con aspecto granuloso, mientras que el inferior está tapizado con numerosas papilas pequeñas. Las comisuras de la boca se prolongan en un corto tentáculo delgado. Los premaxilares, dentarios y faríngeos inferiores son dentados; los dientes de los dos primeros huesos son notablemente delgados, con forma de cincel y forman una sola hilera en cada uno de los huesos, mientras que los faríngeos son numerosos y pequeños. Las branquiespinas son numerosas y laminares. El esófago es relativamente grueso y se encuentra adosado al techo de la cavidad visceral; su superficie interna muestra pliegues amplios dispuestos en zigzag. El estómago es amplio y está incluido en la modificación de la vejiga gaseosa (la cual tiene un aspecto fibroso), su superficie interna es lisa. Se forma el esfínter pilórico, desde donde parte el duodeno, de diámetro mediano y con pliegues internos transversales. El duodeno es de diámetro mediano y con pliegues internos transversales. El resto del intestino es notablemente largo y de diámetro reducido, se arregla en numerosas asas, de las cuales las más ventrales tienen trayectoria horizontal, su porción final es recta.

Peces hipognatos, con los premaxilares, dentarios y faríngeos inferiores dentados. Dientes mandibulares cincelados, aptos para raspar. El esófago es relativamente -

grosso y se encuentra adosado al techo de la cavidad visceral; su superficie interna muestra pliegues amplios dispuestos en zigzag. El estómago es amplio y está incluido en una modificación de la vejiga gaseosa (la cual es de aspecto fibroso). Se reconoce el esfínter pilórico, desde donde parte el duodeno, de diámetro mediano y con pliegues internos transversales. El resto del intestino es notablemente largo y de diámetro reducido, se arregla en numerosas asas, de las cuales las más ventrales tienen trayectoria horizontal, su porción final es recta.

El análisis de 90 ejemplares permitió establecer que el crecimiento intestinal es alométrico positivo. En peces con longitud patrón (LP) entre 139 y 350 mm, el intestino es de 6 a 19 veces más grande que la longitud patrón (LP).

#### **4. Análisis de la Competencia Trófica**

Objetivo: Analizar la dieta y hábitos alimentarios tanto del pez diablo (*Pterygoplichthys* sp) como de la tilapia (*Oreochromis aureus*), así como su variación ontogénica y espacial, como base para establecer la posible competencia trófica.

#### **Dieta y hábitos alimentarios**

Las muestras de las dos especies se fraccionaron en clases de longitud patrón para hacer el análisis de la variación ontogénica de la dieta, y también por sitio de muestreo para determinar las diferencias espaciales.

La identificación del contenido estomacal se llevó a cabo con la ayuda de un microscopio compuesto. Los componentes alimentarios se identificaron hasta el nivel taxonómico más particular posible, lo cual dependió de la integridad de las presas en los tubos digestivos.

El análisis de la dieta permitió caracterizar el espectro trófico y conformar una matriz de los recursos alimentarios que emplean estas dos especies.

La identificación de los componentes de la dieta hizo posible establecer la composición cualitativa de la misma, que posteriormente permitió conocer el tipo de comunidad a que pertenece cada una de las especies y conocer sus características ecológicas. Esta fase del proyecto implicó el uso de claves especializadas de cada uno de los grupos de vegetales encontrados, así como de la consulta bibliográfica especializada sobre las preferencias de hábitat y de peculiaridades ambientales particulares (Bourrely, 1966; 1968; 1970; Couté, 1979; Germain, 1981; Komárek y Fott, 1983; Komárek y Anagnostidis, 1999; Kramer y Lange-Bertalot, 1991a, 1991b, 1999).

El análisis cuantitativo de los contenidos estomacales se llevó a cabo por medio del método numérico (Lagler 1977), mismo que se describe a continuación:

Dado el pequeño tamaño de los componentes alimentarios, primero se llevó a cabo una revisión de 10 individuos por cada clase de talla, en ambas especies, para determinar la existencia de diferencias significativas en el contenido estomacal. Una vez que se confirmó que no existía dicha diferencia, ni en el pez diablo, ni en la tilapia, se procedió al homogeneizado de 10 intestinos por cada clase de talla, auxiliándose con un poco de agua. Después, de cada homogeneizado se tomó una alícuota, que fue revisada en un microscopio compuesto, con tres réplicas, con el fin de hacer el análisis cualitativo y cuantitativo del contenido estomacal.

## Resultados

Los componentes alimenticios principales del pez diablo y la tilapia son algas de los grupos de las diatomeas, clorofitas, cianofitas y euglenofitas (tabla 1), pertenecientes a dos comunidades: fitoplancton y epilíton. El componente más diverso y abundante en ambos grupos son las diatomeas.

-

En *Pterygoplichthys*, el contenido estomacal se compone de 17 especies de microalgas, tanto epilíticas como planctónicas, donde la especie dominante siempre fue *Melosira granulata*, seguida de *Synedra acus*, *Euglena viridis* y *Phacus pleuronectes* (fig. 1). Es importante destacar que en clases de talla menores a 190 mm LP el porcentaje de materia inorgánica encontrado en el intestino oscila entre 30 a 40%.

En *Oreochromis aureus* la dieta comprende 20 taxa, de los cuales el componente más abundante es, también, *M. granulata*, aunque en menor cantidad que en el pez diablo, al igual que *Phacus pleuronectes*; la dieta se complementa con *Synedra ulna* y *Cyclotella meneghiniana*, entre otras (fig. 2). En contraste, en esta especie de pez la materia inorgánica llega a ocupar el 50% del intestino, lo que habla de que esta especie se alimenta básicamente en el fondo, característica evidenciada también por el contenido de algas epilíticas en su mayor parte.

Como se aprecia en la tabla 1, entre la tilapia y el pez diablo ingieren un total de 25 especies de microalgas, de las cuales comparten 12, otras 5 son exclusivas de pez diablo y 8 más son exclusivas de tilapia. Por lo tanto, en una interpretación preliminar, existe un traslape de 50% en los recursos alimentarios.

-

Tabla 1. Componentes alimenticios encontrados en el contenido estomacal de las dos especies.

Componente	Clase	Especie	<i>Pterygoplichthys</i> sp	<i>Oreochromis a</i>	
Inorgánica			30-40%	20-90%	
Algas	Chlorophyceae	<i>Scenedesmus acuminatus</i>		X	
		<i>Scenedesmus dimorphus</i>	X	X	
		<i>Scenedesmus abundans</i>	X	X	
		<i>Platydorina caudata</i>		X	
		<i>Coelastrum sphaericum</i>		X	
		<i>Pediastrum simplex</i>	X	X	
		<i>Closteriopsis longissima</i>	X	X	
		<i>Closterium acutum</i>	X		
		Bacillariophyceae	<i>Melosira granulata</i>	X	X
			<i>Synedra ulna</i>	X	X
	<i>Synedra acus</i>		X	X	
	<i>Navicula cuspidata</i>		X	X	
	<i>Gyrosigma attenuatum</i>			X	

Derechos de Autor

	<i>Cyclotella meneghiniana</i>		X
	<i>Nitzschia linearis</i>	X	
	<i>Gomphonema gracile</i>	X	
	<i>Fragilaria capucina</i>	X	
	<i>Surirella robusta</i>	X	
	<i>Cymbella cistula</i>	X	X
<i>Cyanophyceae</i>	<i>Anabaena variabilis</i>	X	X
<i>Euglenophyceae</i>	<i>Phacus pleuronectes</i>	X	X
	<i>Phacus longicauda</i>		X
	<i>Euglena viridis</i>	X	X
	<i>Euglena sanguínea</i>		X
	<i>Euglena oblonga</i>		X

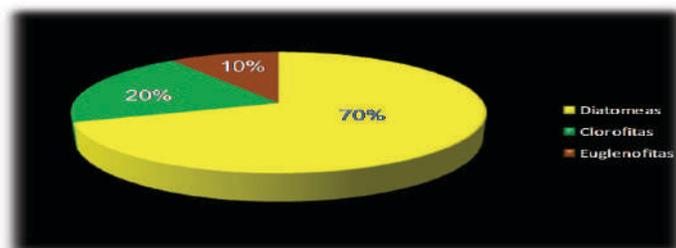


Figura 1. Porcentaje de los componentes alimenticios encontrados en *Pterygoplichthys* sp.

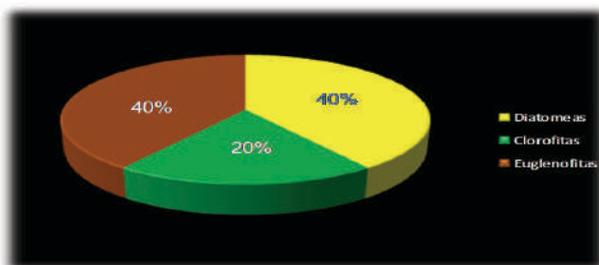


Figura 2. Porcentaje de los componentes alimenticios encontrados en *Oreochromis aureus*.

### Variaciones de la dieta por clase de talla

Considerando que todos los ejemplares fueron obtenidos de las colectas hechas por los pescadores, no se estudiaron ejemplares pequeños de ninguna de las dos especies en estudio, por lo tanto el presente análisis incluyó sólo dos clases de talla para cada taxón, mismas que fueron equivalentes.

Con base en lo anterior y derivado del análisis del contenido estomacal, es posible mencionar que no existen diferencias importantes en la dieta, en las clases de talla revisadas de ambas especies; sin embargo, se apreció que en el caso del pez diablo, los ejemplares más pequeños presentan una mayor cantidad de materia inorgánica en el intestino (40%) y la proporción de algas epilíticas es mayor que las planctónicas, mientras que en los ejemplares mayores esta proporción se invierte lo cual podría ser un indicio de que el desarrollo ontogénico incrementa sus opciones alimenticias.

En el caso de la tilapia, las dos clases de talla contienen alta materia orgánica (>50%) y dominan las algas epilíticas, principalmente las euglenofitas y diatomeas.

### **Variaciones espaciales y temporales de la dieta**

Es importante mencionar que las dos especies presentan una dieta muy parecida y que la mantienen a lo largo del año, y de manera homogénea dentro del embalse, ya que todos los ejemplares revisados presentaron contenidos estomacales muy similares, independientemente de la época del año y del sitio. Sin embargo, durante la época de lluvias, en el contenido estomacal de las tilapias, la materia inorgánica aumenta hasta un 90%.

Otro punto importante es la presencia de euglenofitas en ambas especies, pero principalmente en la tilapia, lo que pone de manifiesto el exceso de contaminación orgánica, sobre todo en la zona de La Obra y Nuevo Centro, condición que difiere - de manera importante en Pinzandarán, donde este grupo fitoplanctónico disminuye de manera considerable (de 20 a 4%), al igual que la cantidad de materia inorgánica presente en el intestino (de 50 a 20%). Dicha situación está directamente determinada por la entrada de afluentes al embalse.

### **Solapamiento de nicho trófico**

Una vez efectuados los cálculos para la amplitud de nicho trófico, se obtuvo un valor para el pez diablo de 2.964 y para la tilapia de 3.022, con un solapamiento de tilapia sobre pez diablo de 0.740 y de pez diablo sobre tilapia de 0.755.

En resumen, podemos decir que ambas especies comparten en un 75% los recursos alimenticios, pero no es posible todavía hablar de competencia trófica, puesto que las especies fitoplanctónicas que ingieren forman parte tanto del plancton como del epilíton, razón por la cual, es necesario ahora llevar a cabo un muestreo de estas dos comunidades

Derechos de Autor

por separado, para determinar la presencia y abundancia de los componentes encontrados en los contenidos estomacales de pez diablo y tilapia.

### **GRUPO DE TRABAJO**

Diana Camacho Rosales: estudiante del último año de la carrera de Biólogo, UAQ

Janet Artega Ordaz: estudiante de la carrera de Biólogo, UAQ

Dr. Abraham Kobelkowsky Díaz: investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana

Dra. Altagracia Gutiérrez Hernández: investigadora de la UAQ

Dr. Edmundo Díaz Pardo: investigador de la UAQ

**2. PRODUCCIÓN  
PESQUERA DE BAGRE  
ARMADO EN LA PRESA  
INFIERNILLO**

**EVALUACIÓN DE EXISTENCIAS DEL PEZ  
ARMADO, *Pterygoplichthys disjunctivus*, EN LA  
PRESA “EL INFIERNILLO”, MICHOACÁN,  
MÉXICO**

**Responsable:**

Dr. Francisco Arreguín Sánchez (Centro Interdisciplinario de Ciencias  
Marinas del Instituto Politécnico Nacional)

**Colaboradores:**

Juan Antonio García Borbón (Centro Regional de Investigación Pesquera  
de La Paz, Instituto Nacional de Pesca)

**Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**

Dr. Antonio Campos Mendoza

Dra. Rebeca Aneli Rueda Jasso

Mario Antonio Vergara Rodarte

Willebaldo Canseco Murillo

Estanislao Mata Cortés

Cesar Entzín Díaz

# **Evaluación de existencias del pez armado, *Pterygoplichthys disjunctivus*, en la presa “El Infiernillo”, Michoacán, México.**

*Francisco Arreguín-Sánchez<sup>1,\*</sup>, Antonio Campos Mendoza<sup>2</sup>,  
Rebeca Aneli Rueda Jasso<sup>2</sup>, Juan Antonio García Borbón<sup>1,3</sup>,  
Mario Antonio Vergara Rodarte<sup>1</sup> Willebaldo Canseco Murillo<sup>2</sup>,  
Estanislao Mata Cortés<sup>2</sup>, Cesar Entzín Díaz<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional*

<sup>2</sup> *Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

<sup>3</sup> *Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz, Instituto Nacional de Pesca*

\* *farregui@ipn.mx*

**Marzo 2009**

## Evaluación de existencias del pez armado, *Pterygoplichthys disjunctivus*, en la presa “El Infiernillo”, Michoacán, México.

### Resumen

El pez armado *Pterygoplichthys disjunctivus* es una especie introducida en la presa “El Infiernillo” cuya población ha incrementado sin control natural alguno. Por su abundancia se considera prácticamente una plaga, y ha causado graves problemas a la pesquería de tilapia al quedar retenidas grandes cantidades de estos peces en las redes mermando los beneficios de la pesquería, así como por el daño a las artes de pesca ya que para el desenmalle generalmente deben cortarse las redes. La proporción tilapia : pez diablo es 1:5, siendo el promedio anual de captura de pez diablo de 50 millones de peces. La captura incidental de pez diablo se considera basura y se tira en las orillas, fuera de la presa, generando graves condiciones de insalubridad. En el presente trabajo se realiza una evaluación de las existencias de pez diablo como parte de un proyecto de mayor envergadura cuyo objetivo principal es darle uso a esta especie y contribuir a su control con beneficio social. Se realizaron muestreos mensuales de pez diablo en la pesquería de tilapia en cuatro localidades; se estimó el crecimiento individual, la estructura por edades y la mortalidad natural. La captura y el esfuerzo de pesca totales se estimaron a partir de las proporciones tilapia : pez diablo observadas durante el muestreo respecto al total de la pesquería de tilapia. Se realizó un análisis exhaustivo de capturabilidad variando por tamaño, en el tiempo, y entre localidades, y de aquí se obtuvieron estimadores de mortalidad por pesca. A través de un modelo estructurado por edades se estimó la vulnerabilidad de cada edad así como el tamaño instantáneo de la población virtual. Se calculó inicialmente un tamaño poblacional superior a los 86.2 millones de peces, cálculo reservado ya que de la edad de tres años en adelante la vulnerabilidad de los peces decrece a una tasa de 10% con la edad. Se estimó que la captura incidental representa 29% de la población, obteniéndose una estimación global de 176 millones de peces

### Introducción

El pez armado *Pterygoplichthys disjunctivus* es una especie introducida en cuerpos de agua dulce cuyas poblaciones parecen incrementar sin que tengan control natural alguno. En la presa En Infiernillo su abundancia ha causado problemas a los pescadores dedicados a tilapia ya que en sus redes quedan retenidos grandes cantidades mermando sus capturas por efecto de saturación del arte así como por el daño causado a las artes de

pesca ya que para el desenmalle generalmente debe cortarse la red. Por otro lado se ha mencionado que el incremento de esta especie ha causado la disminución de la abundancia de tilapia, el recurso objetivo de pesca. Actualmente la proporción tilapia : armado se de 1:5, siendo el armado capturado de manera incidental y considerada como basura. De hecho se ha vuelto también un problema sanitario ya que los pescadores arriban a playa, desenmallan las redes y dejan tirado los peces muertos, los cuales se pudren al aire libre. Con los problemas que esto genera.

Por otro lado, en el presente proyecto se ha propuesto el estudio integral para el aprovechamiento del pez armado, teniéndose como antecedente que en algunos países de Sudamérica esta especie es muy apreciada para consumo humano directo. Para tal efecto, y dado que su aprovechamiento puede ser una alternativa parcial a los problemas arriba mencionados ya que su utilización permitiría potencialmente ingresos adicionales a los pescadores además de la disminución de los problemas mencionados.

En el proyecto se ha propuesto realizar investigaciones con el fin de utilizar el armado para consumo humano directo, como filete, o bien como base de uso industrial (ensilado y otros productos derivados). En términos de la potencial utilización del armado como recurso pesquero potencial, el objetivo de esta investigación se orienta a la evaluación de existencias que pudieran proveer de materia prima para los usos antes señalados.

### **Estrategia de investigación**

La estimación de existencias de recursos no explotados requiere de métodos y diseños experimentales particulares como es el experimento de reducción de stock [referencia]; sin embargo el desarrollo de este tipo de experimentos es alto, y siendo el armado una especie potencial sin mercado ni demanda específica es difícil invertir en estos estudios. En estas condiciones se emplearon y adaptaron métodos tradicionales para evaluación de pesquerías establecidas tomando para las consideraciones siguientes:

El armado no es la especie objetivo de pesca, lo cual requiere de trabajar bajo el supuesto de que los indicadores de abundancia relativa como captura por unidad de esfuerzo basados en la pesquería de tilapia son válidos para el armado.

Al no existir información previa de estructura de capturas y/o población, y que la información a utilizar es tomada bajo el presente proyecto cubriendo sólo un periodo anual (esto es, no hay información disponible sobre evolución de las cohortes ni de éxito de la reproducción, entre otros), la evaluación de existencias a realizar corresponde a una evaluación

instantánea de la población virtual; esto es, una estimación instantánea de la población que debía de haber habido para extraer las capturas obtenidas.

El tercer considerando es que no hay capturas comerciales del armado, y en consecuencia no hay registro de lo que las redes extraen como pesca incidental, y siendo esta una información esencial se estimó considerando la proporción tilapia : armado de los muestreos, y considerando los registros globales de la captura de tilapia en las oficinas de pesca, se estimó en proporción la captura equivalente de armado (Figura 1). Se procedió de igual manera para la estimación del esfuerzo de pesca (en número de redes), partiendo de la información de los muestreos y de la captura estimada (como proporción de captura por unidad de esfuerzo).

Las técnicas de análisis y las consideraciones anteriores suponen inicialmente que la pesquería de tilapia tiene acceso total a la población de armado, aún cuando éste se captura incidentalmente.

Se contó con 6,521 registros de longitud total de especímenes de armado de cuatro localidades (figura 1), a lo largo de 10 meses comprendidos entre mayo del 2007 y febrero del 2008. Se obtuvieron registros de esfuerzo de pesca en número de pescadores y de redes, así como la proporción de captura de tilapia y armado. Se obtuvo información relativa a la captura y esfuerzo total anual de la pesquería de tilapia a partir de la cual se calculó la captura total potencial de armado.

El análisis consistió de las siguientes etapas: estimación de crecimiento individual según la ecuación de Bertalanffy (1938) a través de los métodos ELEFAN I (Pauly and David 1981) y NSLCA (Pauly and Arreguín-Sánchez 1995) proporcionados en el programa FISAT II (Gayanilo et al., 2005) de la mortalidad natural (Jensen 1996); de la estructura por edades de las capturas a partir de distribución de frecuencia de tallas de las muestras y la clave edad longitud en términos de probabilidad (Castro y Arreguín-Sánchez 1991). Se estimó la capturabilidad como función de la longitud del pez para cada localidad y fecha de muestreo siguiendo el método propuesto por Arreguín-Sánchez 1996) utilizando el algoritmo de estimación "catchability" (Martínez-Aguilar et al. (1999). El tamaño de la población se estimó mediante la adaptación del método captura-edad (Pope y Shepherd 1982) resolviéndolo numéricamente para estimar la población instantánea, incluyendo en esta estimación una matriz de vulnerabilidad. El ajuste del modelo se realizó mediante un algoritmo iterativo de minimización basado en igualdad  $\ln(C_{obs_{e,t}}/C_{est_{e,t}})=0$ , donde los elementos de la matriz de vulnerabilidad,  $v_{e,t}$  son la base del proceso numérico iterativo.

La ecuación base para estas estimaciones fue la siguiente (Gulland 1984):

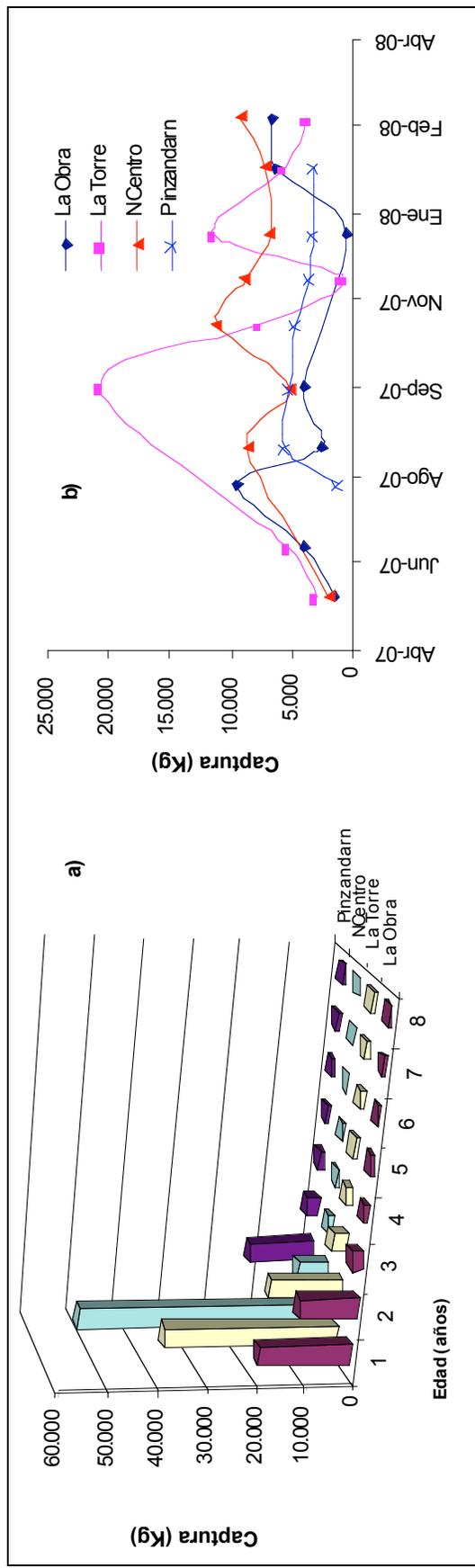


Figura 1.- Captura estimada por edad (a) y estacional (b) del pez diablo por zona de pesca (de proporción a la captura tilapia)

$$N_{e,t} = \frac{C_{e,t}}{\frac{(qv)_{e,t}f_t}{M + (qv)_{e,t}f_t} \left[ 1 - \exp^{-\{M + (qv)_{e,t}f_t\}} \right]} \quad \text{ec. (1)}$$

Donde  $N_{e,t}$  es el tamaño de la población a la edad  $e$  en el tiempo  $t$ ;  $C_{e,t}$  es la captura,  $(qv)_{e,t}$  representa el producto de la capturabilidad  $q$  y la vulnerabilidad  $v$  contenidas en un sólo estimador;  $M$  es la tasa instantánea de mortalidad natural,  $f_t$  es el esfuerzo de pesca.

## Resultados y Discusión

Los parámetros de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy fueron los siguientes:  $L_{\infty} = 51.5$  cm LT;  $k = 0.56$  año<sup>-1</sup>;  $t_0 = 0.01$  años; para la mortalidad natural se obtuvo un valor de  $M=0.84$  año<sup>-1</sup>. La capturabilidad como función de la longitud no mostró ningún patrón específico y si una gran variabilidad, CV=94% (Figura 2), lo cual es muy probablemente debido a que el armamento no es realmente la especie objetivo de la pesquería como suponen los métodos empleados. La capturabilidad es un parámetro crítico para estimar el tamaño de la población (ver ecuación 1) por lo cual, dada la alta variabilidad, se exploraron varios análisis con el objeto de identificar algún patrón (por ejemplo rompiendo supuestos de linealidad) y/o manipular la variabilidad observada. No se encontraron patrones estadísticamente significativos ni con la longitud/edad, región (Figuras 2a y 2b) o tiempo (Figura 2c), a pesar de que en algunos casos se observa alguna tendencia con la longitud (Figura 2d). Bajo esta consideración se realizó la evaluación de tamaño de la población bajo dos escenarios de capturabilidad a) constante para todo el embalse y b) variable entre zonas pero constante dentro de cada una de ellas. La estimación de capturabilidad varió en el intervalo  $0.0002 < q_{med}=0.0232 < 0.1432$ , con estimadores de mortalidad por pesca  $1.1 < F_{med}=2.1 < 4.4$  (Figura 3). La estimación del tamaño de la población mensual en millones de individuos fue de  $0.259 < N_{med}=2.583 < 10.5$  (Figura 4), y de la vulnerabilidad de  $0.305 < v_{med}=0.744 < 1.374$  (Figura 5a).

La estimación de tamaño de población, en consecuencia, sólo refleja la población circunscrita al radio de cobertura de las flotas locales, a las características de selectividad de las redes y a los tiempos discretos de operación de la pesquería de tilapia; esto es, la porción de la población que

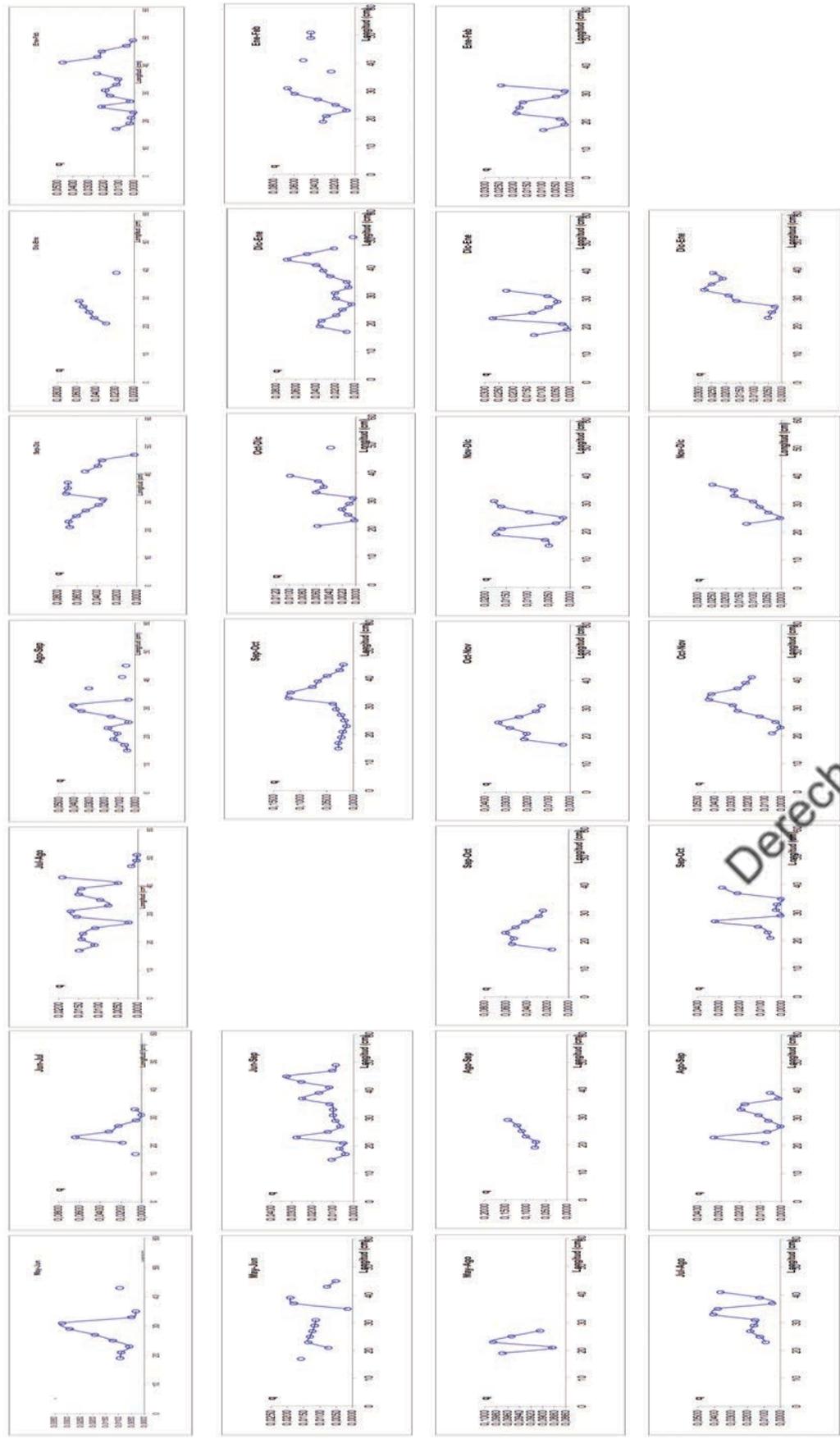


Figura 2a.- Estimación de capturabilidad para el pez diablo por longitud, por zona (renglones) y tiempo (columnas)

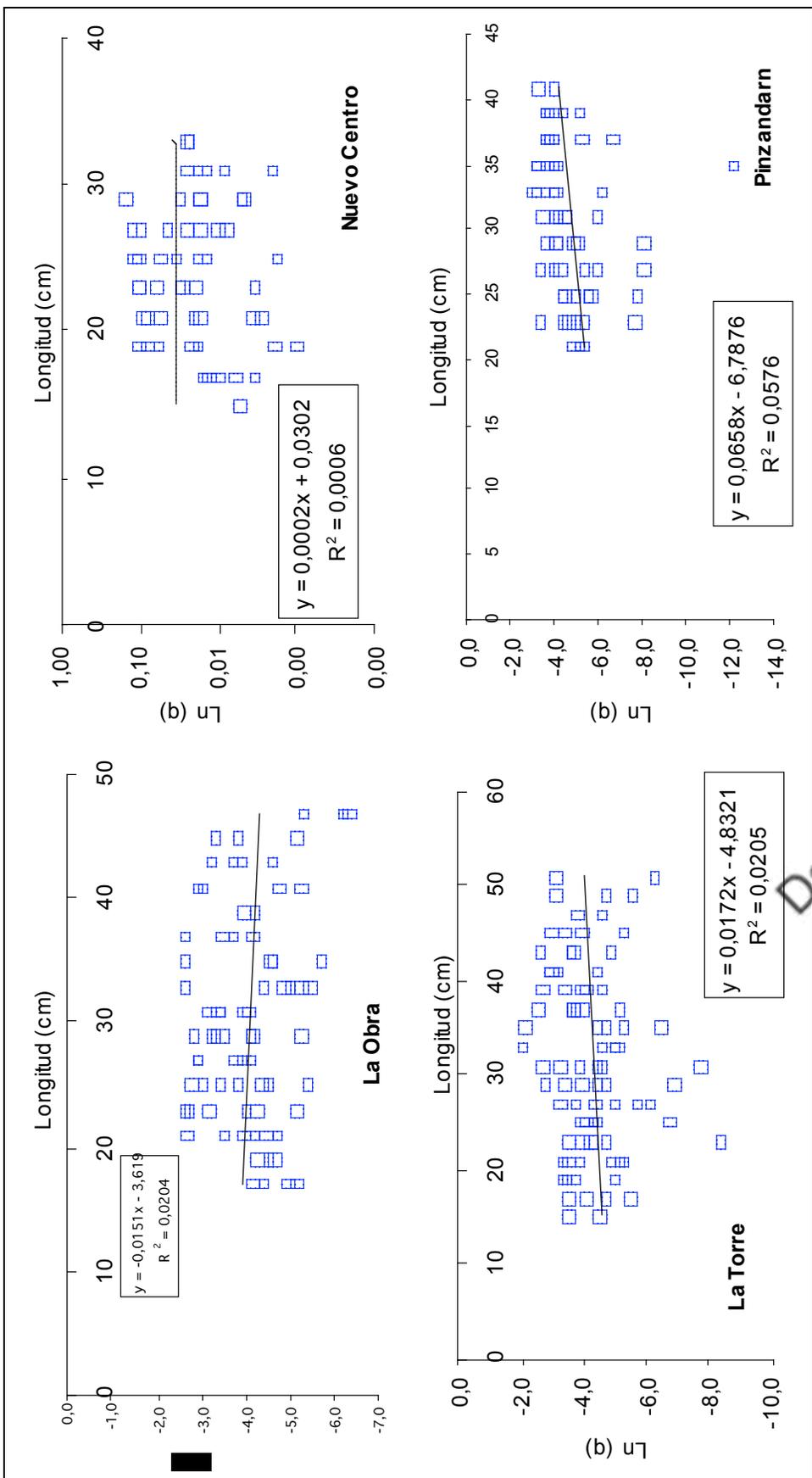
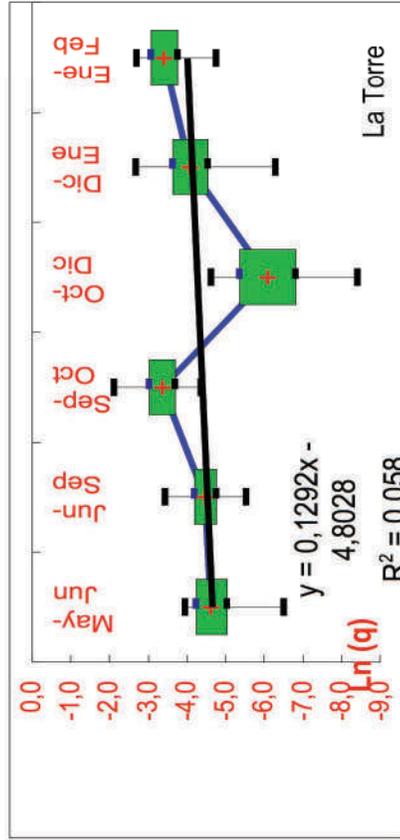
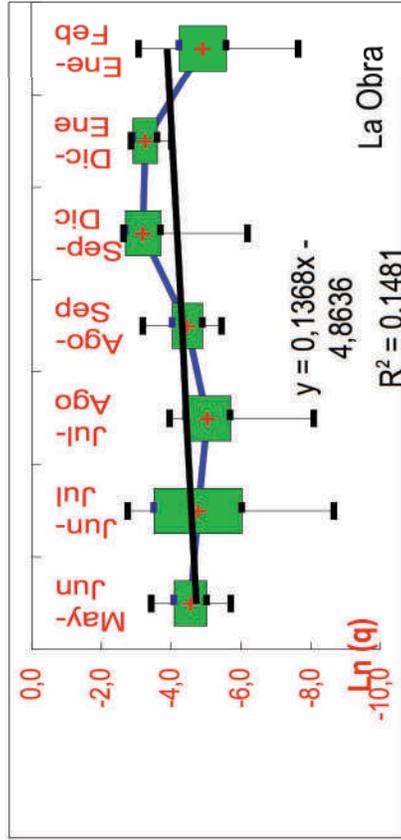
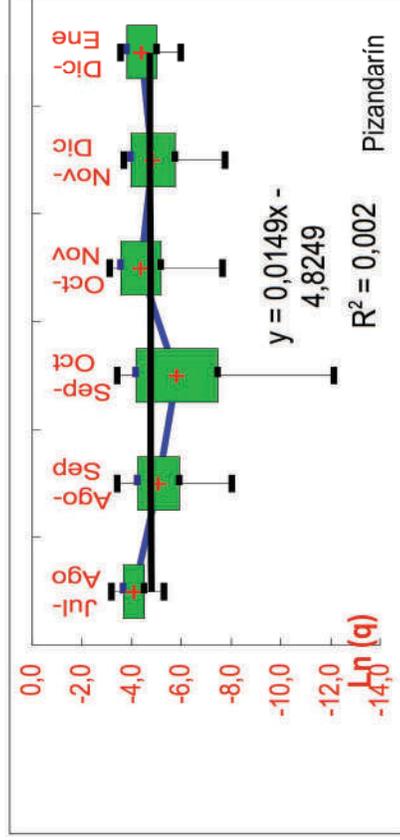
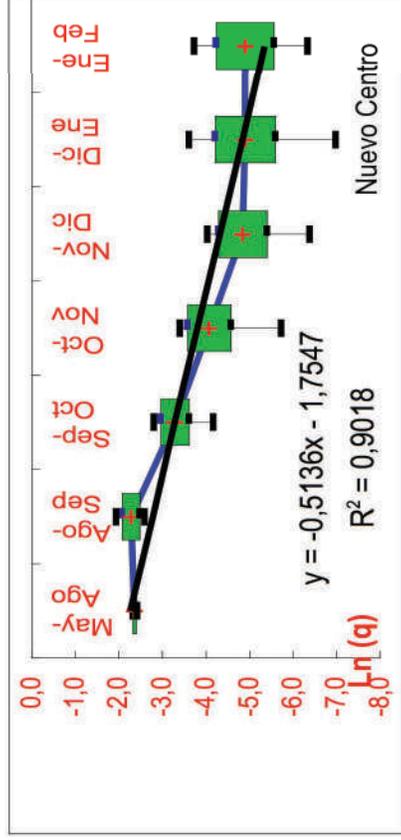


Figura 2b.- Estimación de capturabilidad por talla y zona. Capturabilidad  $q_e, z$ , muy variable, probablemente por no ser el pez diablo especie objetivo de pesca

Derechos

Derechos de Autor



Derechos

Derechos de Autor

Figura 2c.- Patrón estacional de capturabilidad por y zona

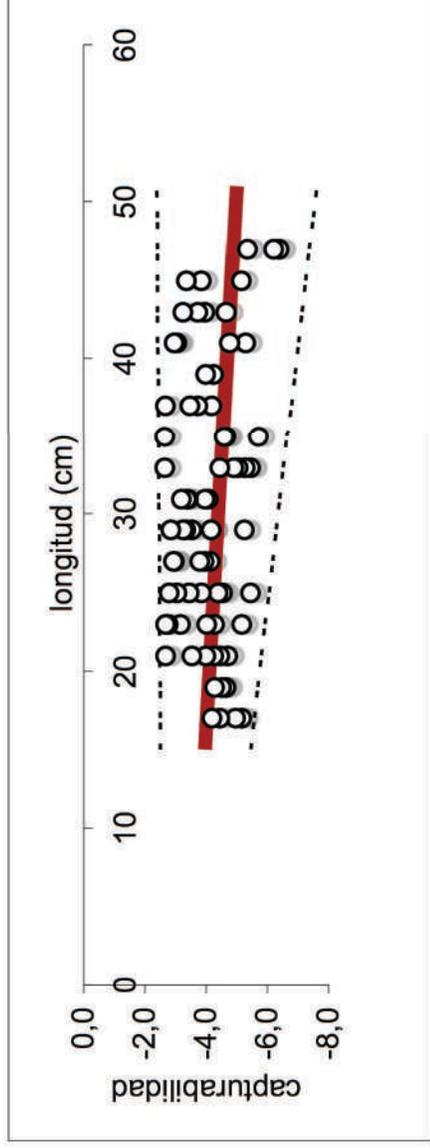


Figura 2d.- Patrón global de capturabilidad como función de la longitud. El tamaño del pez explica menos de 10% la variación de capturabilidad. Línea punteada indica intervalo de 95% de confianza ( $r^2 \leq 2\%$ )

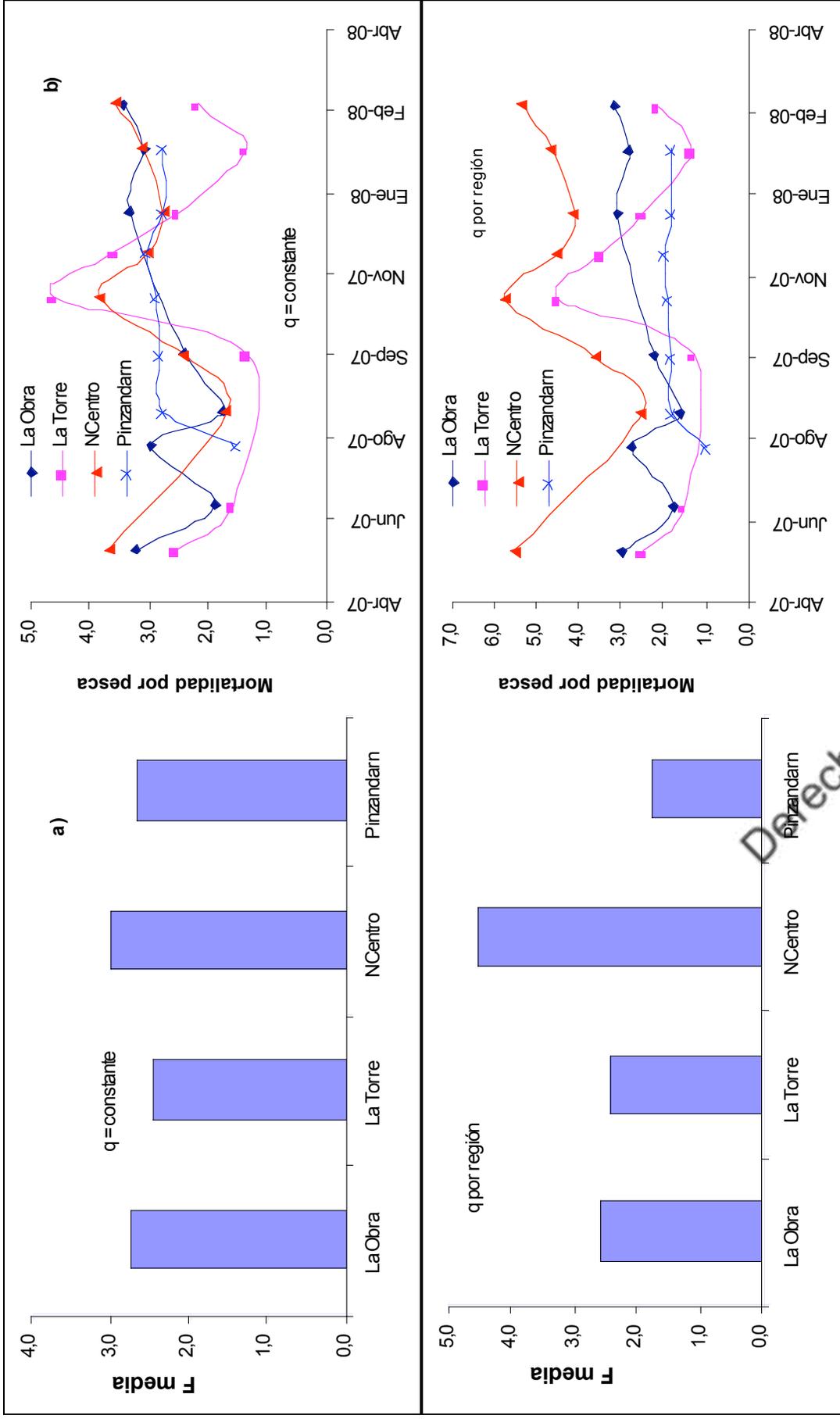
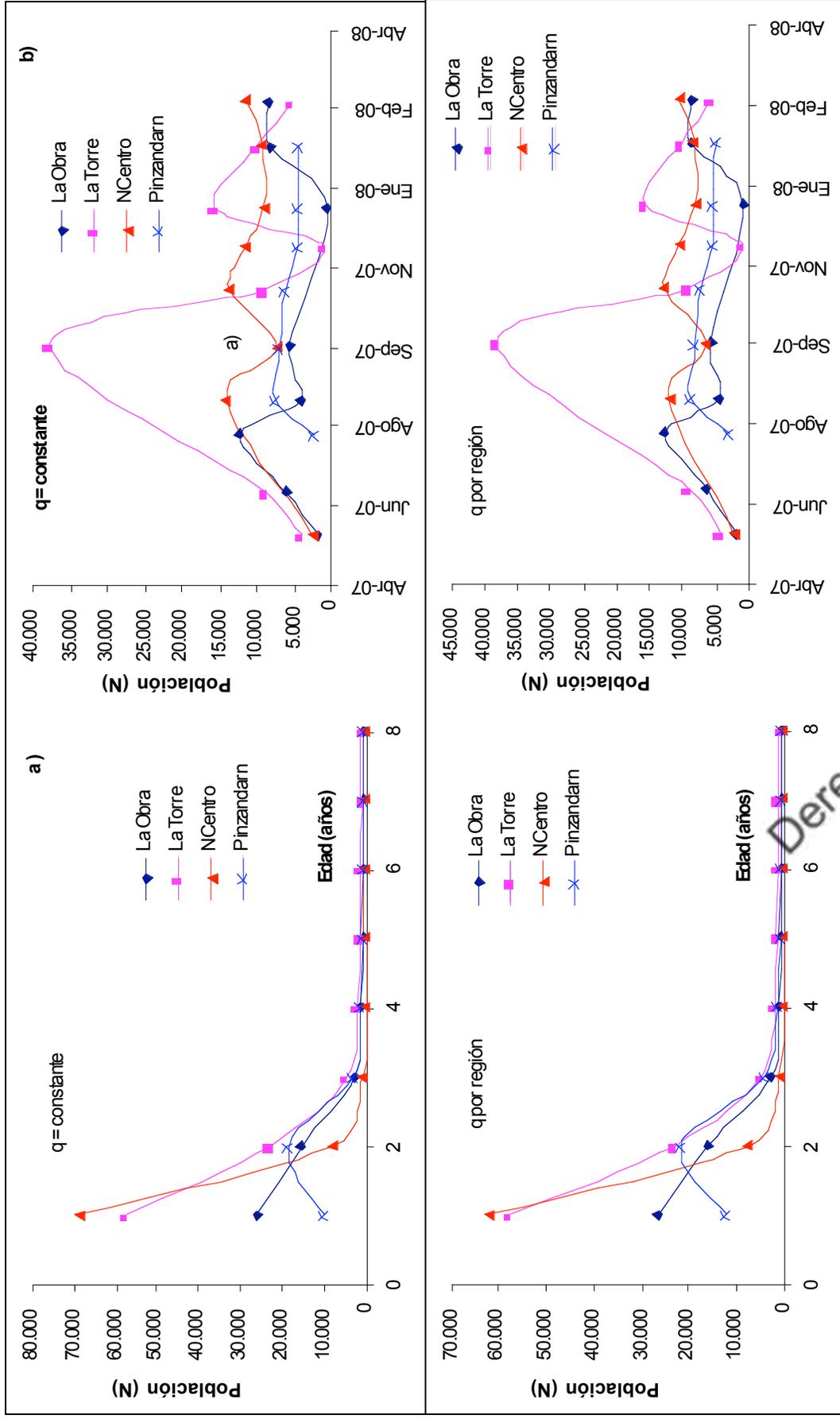


Figura 3.- Mortalidad por pesca promedio (a) y estacional (b) del pez diablo por zona de pesca, con capturabilidad constante (arriba) y variable entre zonas (abajo)



Derechos

Figura 4.- Tamaño de la población por edad (a) y estacional (b) del pez diablo por zona de pesca, con capturabilidad constante (arriba) y variable entre zonas (abajo)

Derechos del Autor

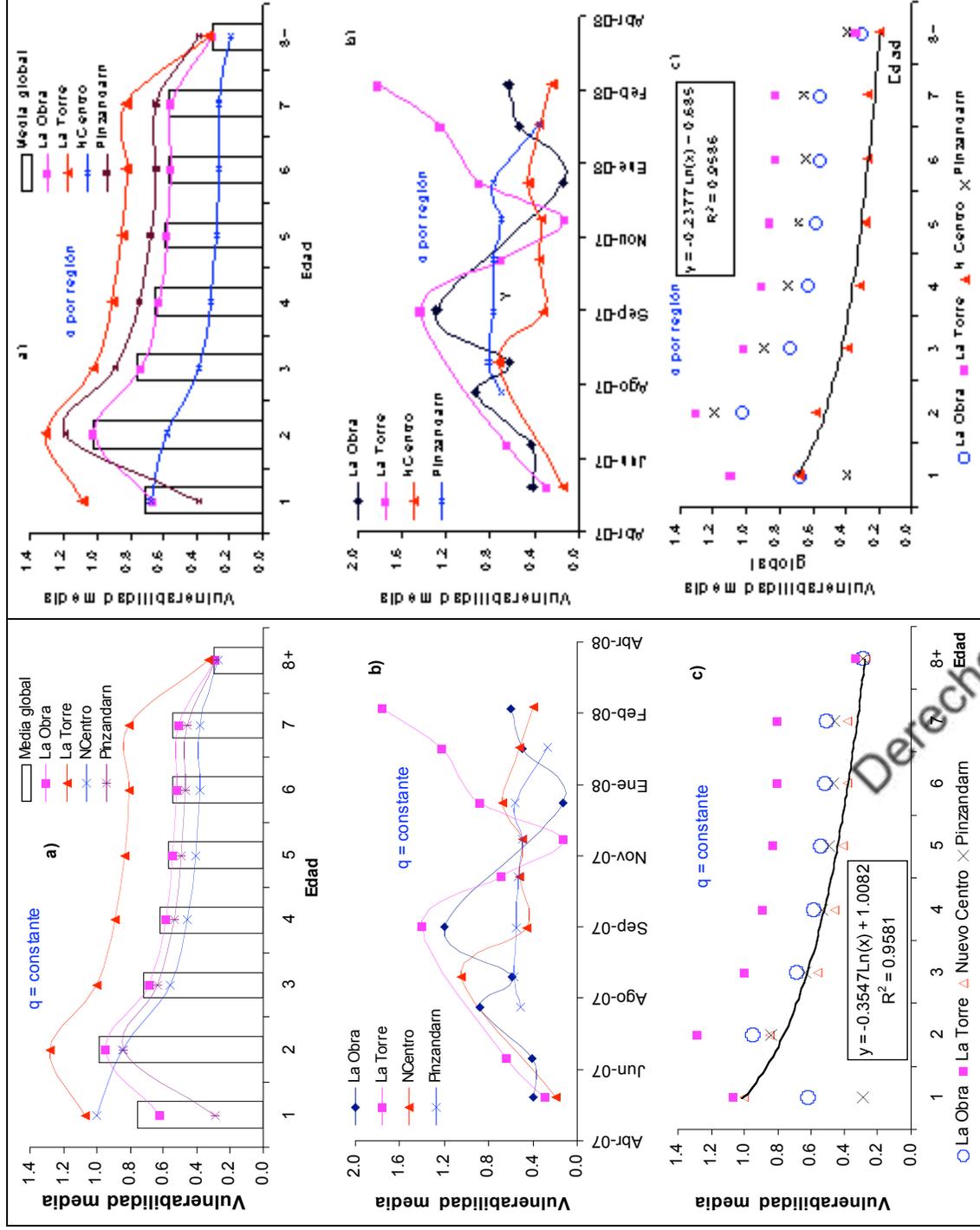


Figura 5a.- Estimación de vulnerabilidad zona, por edad (a y c) y estacional (b); y para capturabilidad constante (izquierda) y variable entre zonas (derecha)

debió de haber habido para retener las capturas obtenidas en los tiempos fijos, llevada a una temporalidad anual; esto es, la población virtual instantánea.

El tamaño inicial estimado de la población virtual instantánea anual fue de casi 77.5 millones sin embargo, si se considera el CV de la capturabilidad expresado en la tasa de explotación,  $CV = 94.5\%$ , resulta demasiado elevado para intentar ofrecer una estimación absoluta del tamaño de la población. Con esta consideración se reconstruyó la población a partir de la abundancia de individuos a la edad de un año considerando sólo la supervivencia con mortalidad natural constante, resultando un tamaño poblacional de 86.2 millones de peces que corresponden a la suma de peces de todo el año de las cuatro localidades. Esta estimación no difiere mucho de la anterior y se supuso más apropiada por ser menos variable aunque con el supuesto de  $M$  constante.

Por otro lado, la tasa de explotación estimada inicialmente indica que se está extrayendo el 73% de la población por la actividad pesquera, lo cual no parece ser cierto siendo pesca incidental y no completamente vulnerable. En principio el 93% de los peces capturados son de 1 a 3 años; el número reducido número de edades posteriores sería típico de una población severamente sobre explotada. Las estimaciones indican que una porción de la población no es vulnerable a la pesca. La vulnerabilidad en las primeras edades es de aproximadamente 100%, y varía estacionalmente con el mismo patrón aunque variando en magnitud entre zonas (Figuras 5b y c). Así mismo, se observó que la vulnerabilidad decrece en promedio 10% con la edad (Figura 5d), con un promedio global de 49% de vulnerable para toda la población. En este contexto, y siguiendo a Caddy (1975) la capturabilidad real ( $q'$ ) estaría representada como

$$q' = c \frac{n/a}{\left(N'/A'\right) + \left(N''/A''\right)}$$

Donde  $c$  es una medida de la eficiencia del arte de pesca,  $n/a$  es la densidad de población en el radio de acción del arte de pesca en operación,  $N'/A'$  representa la densidad de población vulnerable a la pesca y  $N''/A''$  la densidad de población no vulnerable a la pesca, tal que la suma de las dos últimas proporcionaría una estimación global del total de la población.

De acuerdo con esto, si se ajusta esta estimación de tamaño de población anterior por vulnerabilidad el tamaño de la población instantánea anual

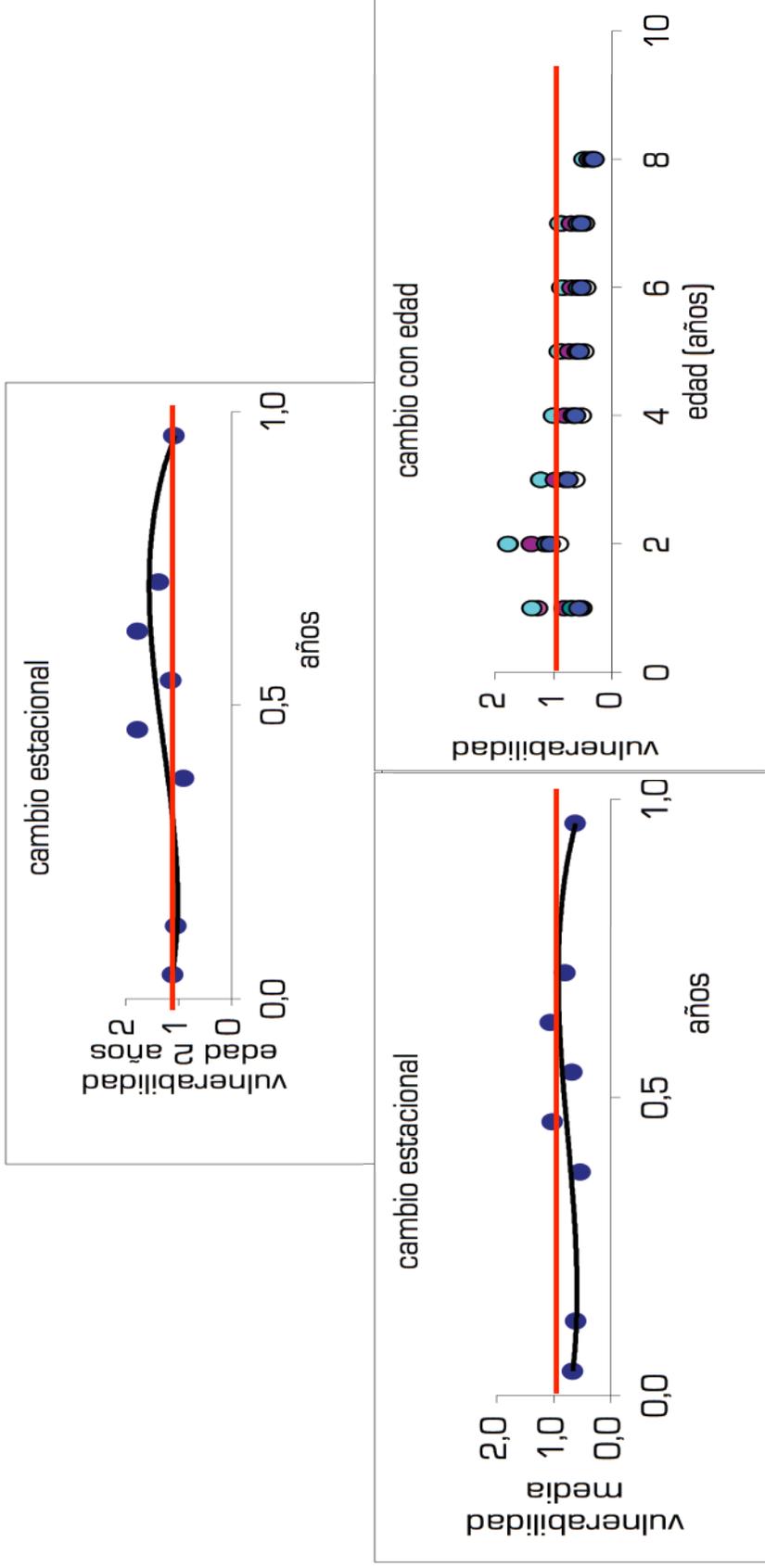


Figura 5b.- Patrón de variación estacional de vulnerabilidad para la edad de 2 años, promedio para toda la población, y por edad, para la localidad de La Obra.

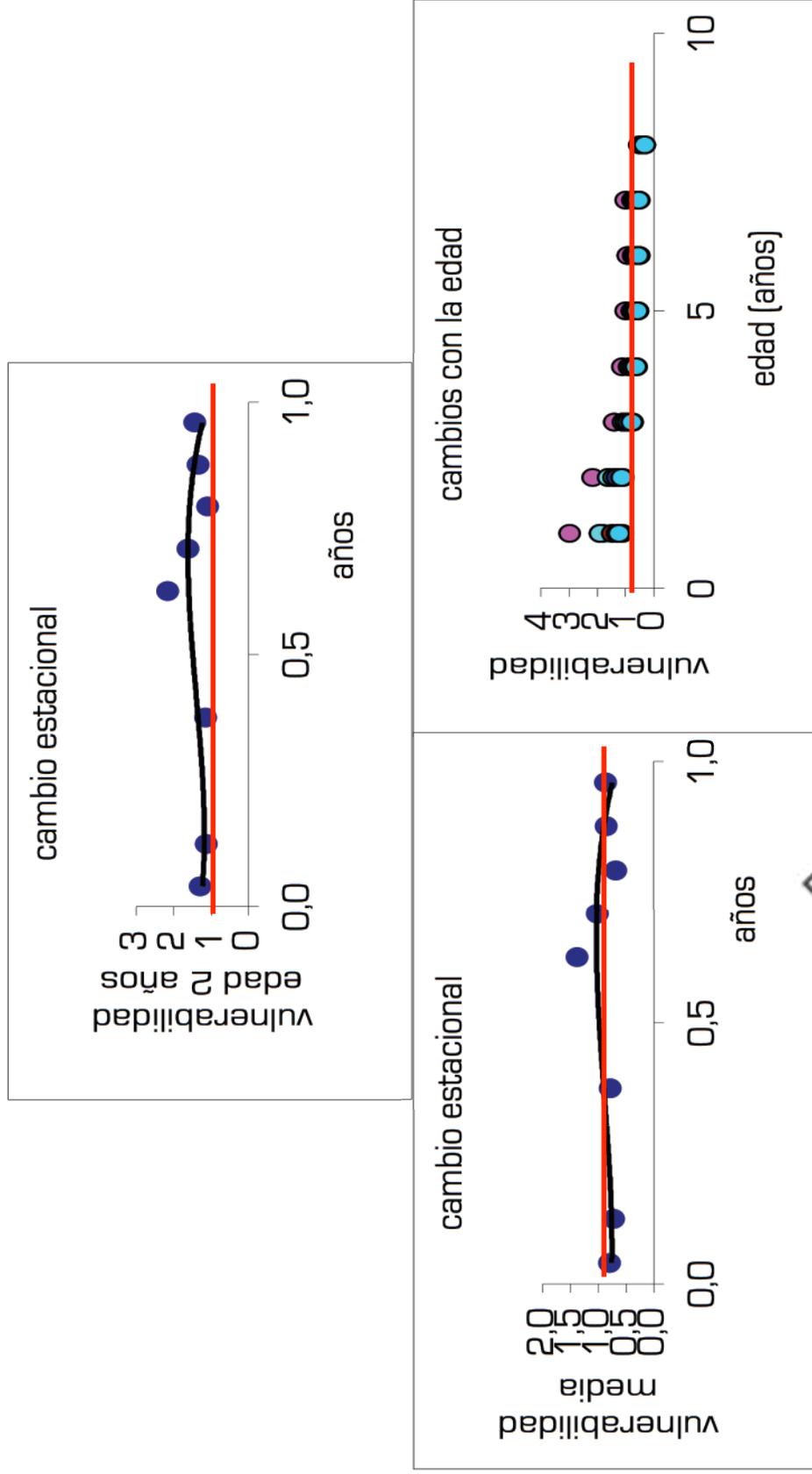


Figura 5c. Patrón de variación estacional de vulnerabilidad para la edad de 2 años, promedio para toda la población, y por edad, para la localidad de Nuevo Centro.

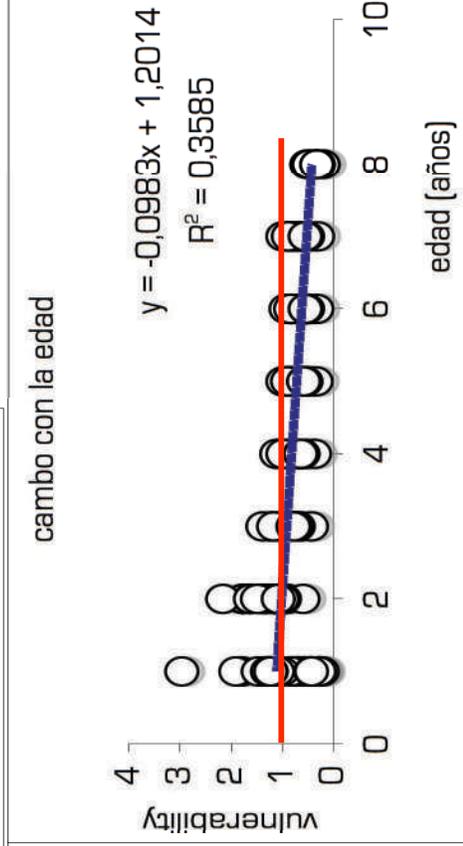
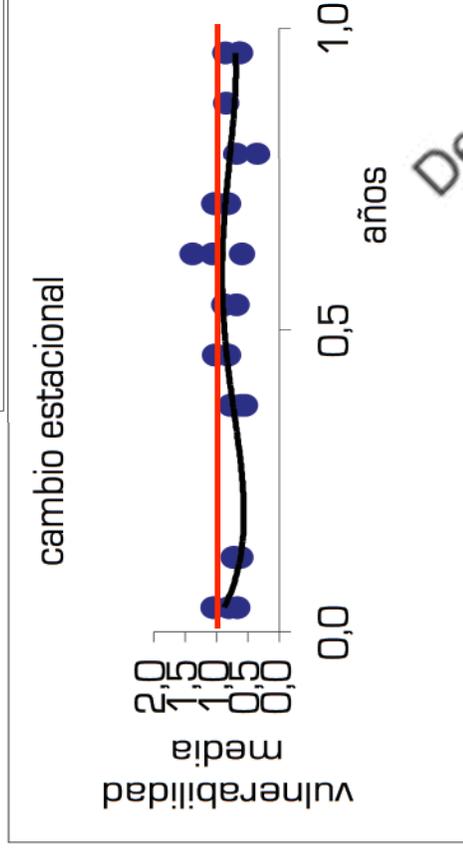
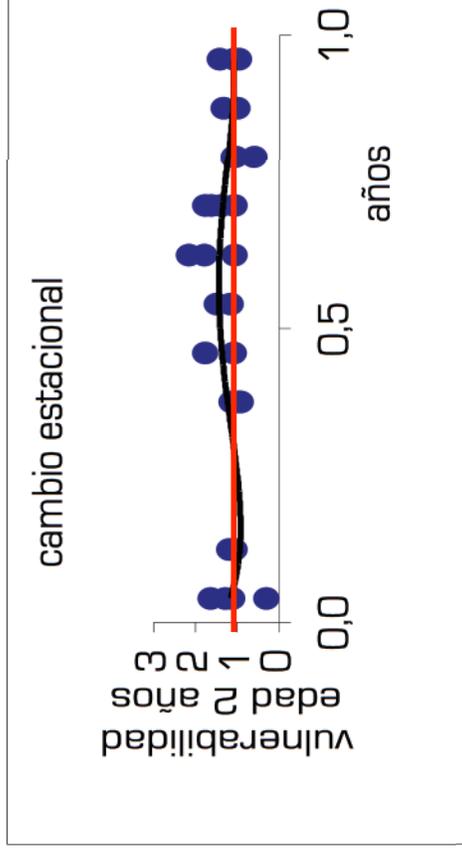


Figura 5d.- Patrón de variación estacional de vulnerabilidad para la edad de 2 años, promedio para toda la población, y por edad, para la presa “El Infiernillo” ..

resulta ser de 176 millones de peces, representando la captura incidental el 29% de la población.

## Conclusiones

Las evidencias de los análisis sugieren que la pesquería de tilapia no tiene acceso a todo el recurso de pez armado, y que este no es totalmente vulnerable a la pesca.

El tamaño de la captura anual de pez armado en la presa "El Infiernillo" se estimó en poco más de 50 millones de peces, mientras que el tamaño de la población en 176 millones de peces. La captura constituye un 29% del tamaño de la población, pero esta es en promedio vulnerable a la pesca en cerca de 50% a través de la pesquería de tilapia. Las edades del pez armado constituyen casi el 95% de las capturas, y la vulnerabilidad cambia a una tasa de 10% con la edad, siendo la edad de un año 100% vulnerable. Las diferencias en la vulnerabilidad son probablemente consecuencia de que las capturas son realmente pesca incidental de la pesquería de tilapia y no una especie objetivo donde a estrategia de pesca busca los mayores rendimientos.

## Literatura citada

Arreguín-Sánchez F. 1996. Catchability: a key parameter for fish stock assessment. *Rev. Fish Biol. Fisheries* 6: 221-242.

Bertalanffy, L. von (1938). A quantitative theory of organic growth (Inquires of growth laws II). *Human Biol.* 10(2): 181-213

Caddy J-F. 1975. Spatial models for an exploited shellfish population, and its application to Georges Bank scallop fishery. *J. Fish. Res. Board Can.* 32: 1305-1328

Castro R.G. y F. Arreguín-Sánchez. 1991. Evaluación de la pesquería de camarón café *Penaeus aztecus* del litoral Mexicano del Noroeste del Golfo de México. *Ciencias Marinas* 17(4):147-159

Gayanilo, F.C., P. Sparre y D. Pauly. 2005. *FAO ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT II)*. FAO, United Nations, Rome.  
<http://www.fao.org/fi/oldsite/STATIST/fisoft/fisat/index.htm>

Gulland, J.A. 1984. *Fish Stock Assessment: A manual of basic methods*. John Wiley and Sons, New York

Jensen, A.L. 1996. Beverton and Holt life history invariants results from optimal trade-off of reproduction and survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 820-822.

Martínez-Aguilar, S.; Morales-Bojórquez, E.; Arreguín-Sánchez, F.; de Anda-Montañez, J. A. 1999. Catchability: programa computarizado para estimar el coeficiente de capturabilidad en función de la longitud. Centro Regional de Investigación Pesquera de La Paz del INP, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. La Paz, Baja California Sur, México, 16 p.

Pauly, D. and David. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Comisión für Meeresforschung* 28(4):205-211

Pauly, D. and F. Arreguín-Sánchez. 1995. Improving Shepherd's length composition analysis (SLCA) method for growth parameter estimations. *NAGA ICLARM Q.* 18(4), 31-33

Pope J. G. and J. G. Shepherd. 1982. A simple method for the consistent interpretation of catch-at-age data. *ICES J. Mar. Sci.* 40(2):176-184

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DE  
PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE PEZ  
ARMADO *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber,  
1991) DEL EMBALSE “LIC. ADOLFO LÓPEZ  
MATEOS” MICHOACÁN –GUERRERO,  
MÉXICO**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**

**Responsable:**

Dr. Antonio Campos Mendoza

**Colaboradores:**

Dra. Rebeca Aneli Rueda Jasso

Estanislao Mata Cortés

Cesar Entzín Díaz

**EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DE PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE PEZ ARMADO *PTERYGOPLICHTHYS DISJUNCTIVUS* (WEBER, 1991) DEL EMBALSE “LIC. ADOLFO LÓPEZ MATEOS” MICHOACÁN –GUERRERO, MÉXICO.**

En este subproyecto se generó la información básica para la evaluación pesquera del pez armado, esto nos brinda la posibilidad de generar información adicional para describir el crecimiento y algunos parámetros reproductivos de la especie, esta información es de gran utilidad ya que nos permite entender cuando es la temporada reproductiva de la especie y la forma en que se están desarrollando los individuos en el embalse.

**Objetivos.**

Objetivos específicos.

Desarrollar la evaluación pesquera del pez armado en el embalse “Lic. Adolfo López Mateos” Michoacán –Guerrero, México.

Objetivos particulares.

Generar la información base para la evaluación pesquera del pez armado.

Describir el crecimiento de la especie en el embalse.

Determinar la temporada reproductiva del pez armado en el embalse.

**Materiales y métodos.**

En el presente trabajo se seleccionaron cuatro sitios de colecta en el embalse, Churumuco (La torre) y la Obra, en el Municipio de Churumuco, Nuevo Centro, Mpio de la Huacana y Pinzanadaran, Mpio de Arteaga (Figura XX). Los cuatro sitios son representativos de los diferentes escenarios que conforman el embalse, ya que se tiene una zona de influencia lítica, una parte de transición lotico-lentico y una parte lentic típica.

**A)****B)****C)****D)**

Figura XX. Sitios de muestreo, A) La Torre, B) La Obra, C) Nuevo Centro, D) Pinzndaran.

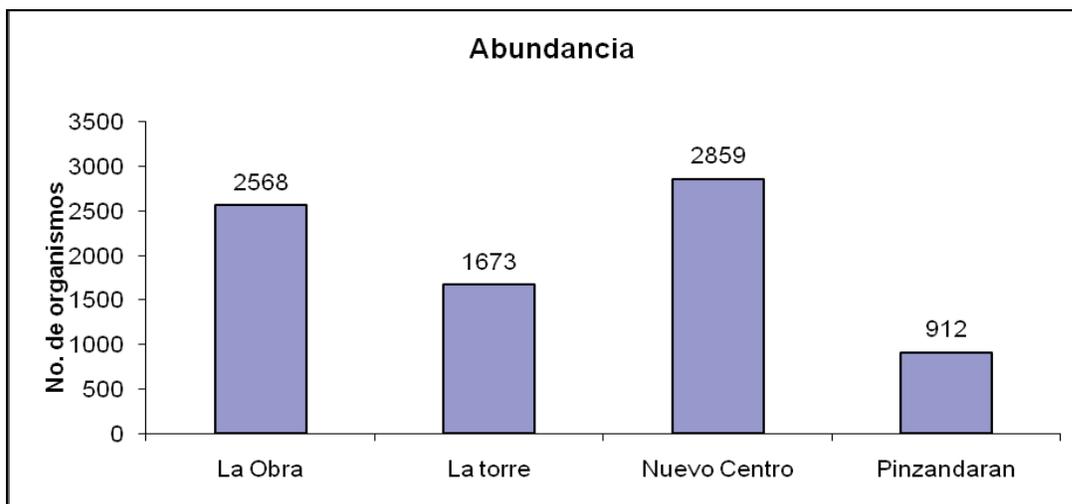
Se realizaron salidas de campo mensuales, hasta completar un ciclo anual, en los sitios de colecta, se obtuvo el material biológico a partir de la pesca que se desarrolla en el lugar, en cada sitio de muestreo se trabajó con cuatro pescadores, quienes entregaban la captura de pez armado y nos indicaban el volumen de captura de tilapia, se registro el número de redes y la abertura de malla de éstas.

Del material biológico se realizó la biometría, la cual consistió de la medición de la longitud total, longitud estándar, el peso, posteriormente una submuestra fue disectada para extraer la gónada, el hígado y una vértebra, éstos tejidos fueron pesados y fijados en formaldehido.

La información de las biometrías fue enviada al Dr. Francisco Arreguín Sánchez para que se llevara a cabo la evaluación pesquera.

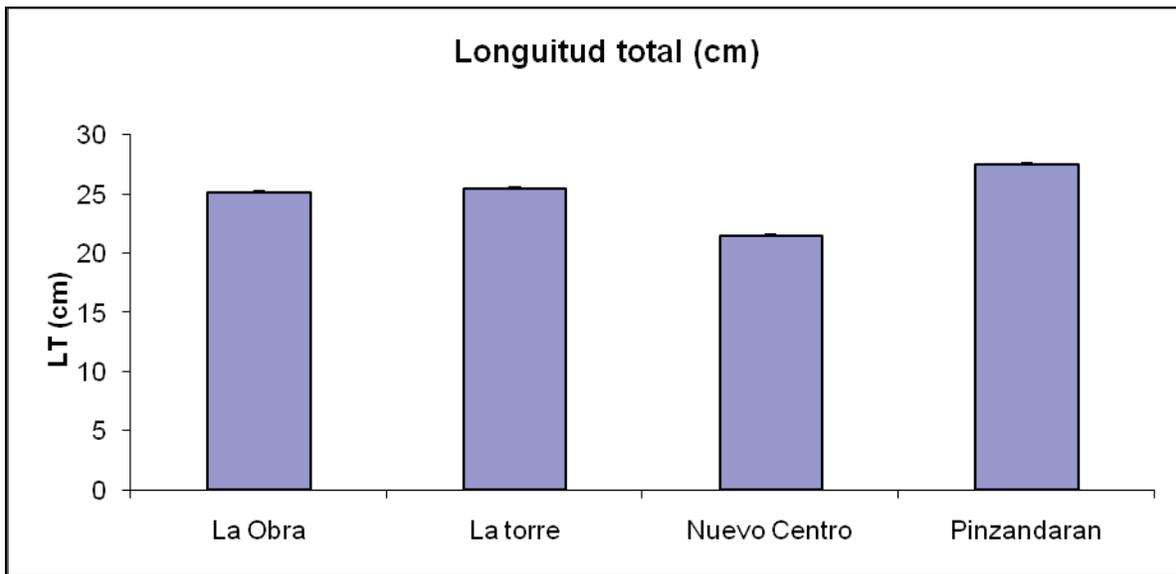
## Resultados.

Se evaluaron 7104 organismos, de los cuales el sitio de mayor abundancia fue Nuevo Centro con 2989 organismos y el sitio con menor abundancia fue Pinzandarán con tan solo 912 organismos, con respecto al promedio mensual de organismos, este patrón se repite y Nuevo Centro obtiene el valor máximo con 250 organismos por mes y Pinzandarán obtuvo el valor más bajo con tan solo 83 organismos en promedio (Figura XX).

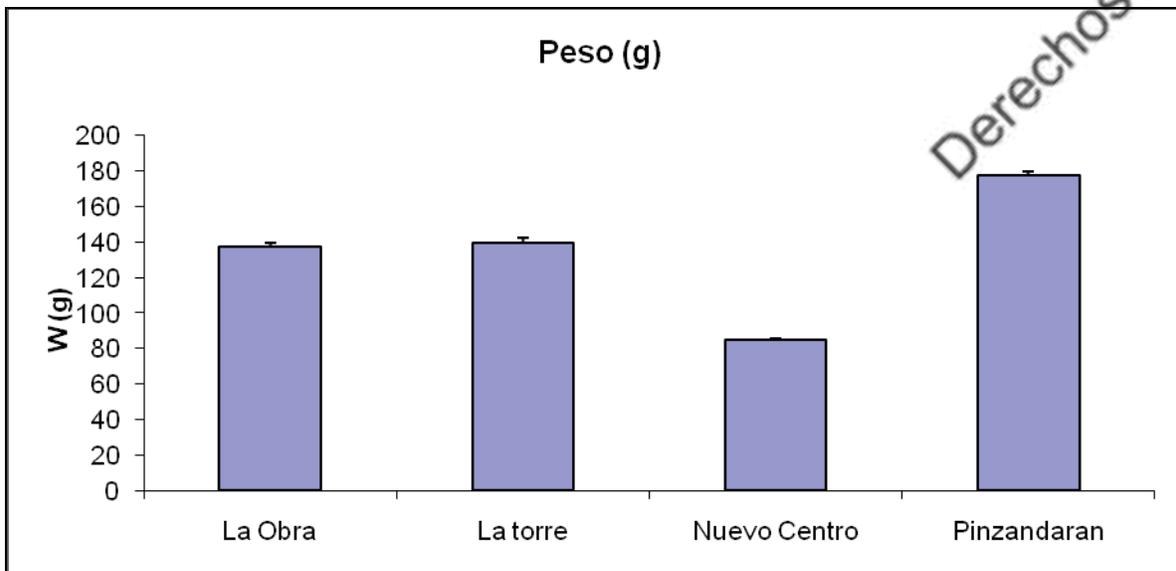


**Figura XX** Abundancia de pez armado en los sitios de muestreo.

Con respecto al tamaño de los organismos, en Pinzandarán se colectaron los animales de mayor tamaño, siendo este de 27.5 cm de longitud total y el valor más bajo se registro en Nuevo Centro con ejemplares de 21.5 cm de longitud total (Figura XX). Con respecto al peso, se registro un patrón similar, en donde en los animales más pesados tenían en promedio 177.4 gramos en Pinzandarán y los peces de menor peso fueron registrados en Nuevo Centro con tan solo 85.1 gramos (Figura XX). El individuo de mayor talla fue registrado en la zona de La Torre en Churumuco, aquí se registro un organismo de 55 cm de longitud total y 1,500 gr de peso.

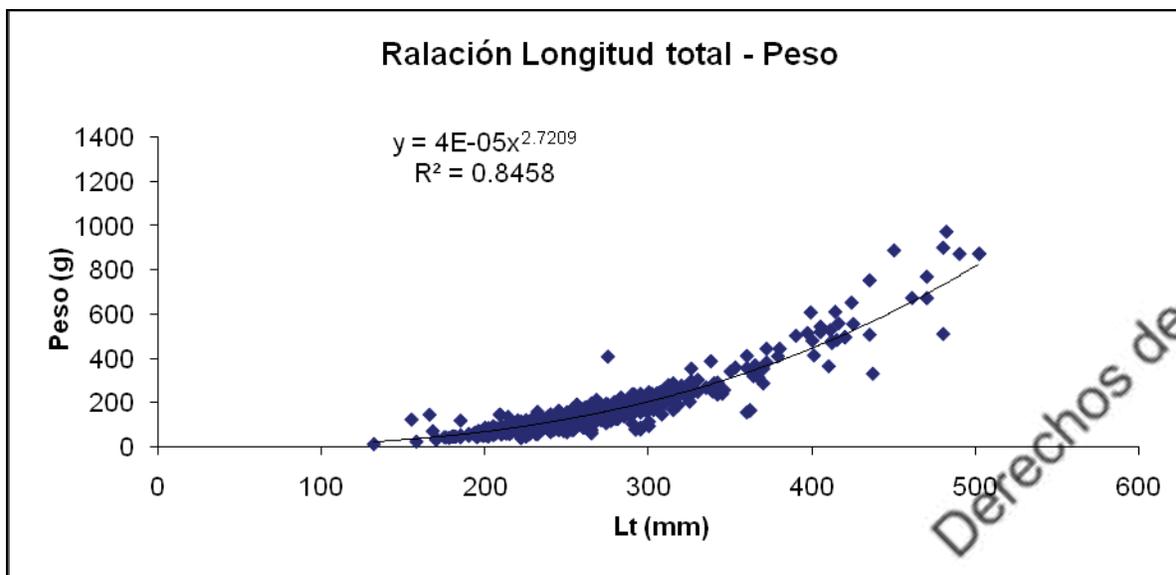


**Figura XX.** Longitud total de los organismos colectados de pez armado (Media  $\pm$  ESM)



**Figura XX.** Peso total de los organismos colectados de pez armado (Media  $\pm$  ESM)

Los peces armados están perfectamente adaptados al sistema y muestran un crecimiento de tipo alométrico negativo, esto nos indica que los existe un mayor incremento en talla que en peso, lo cual se ve expresado en la figura XX. Ya que se ha reportado que al realizar una regresión potencial para obtener la relación peso-longitud mediante la función  $W = a L^b$ , donde  $W$  es el peso en gramos.  $L$  es la longitud patrón en milímetros,  $a$  es una constante y el valor del exponente “ $b$ ” se interpreta como el índice de alometría, en el cual un valor de 2.95 a 3.05 indica isometría, un valor menor a 2.95 indica alometría negativa y un valor mayor a 3.05 indica alometría positiva.



**Figura XX.** Regresión de la Longitud total (mm) y el peso (g), en donde se expresa la ecuación de regresión con el valor de la pendiente ( $b$ ) de 2.72. y  $R^2$  de 0.84.

Con respecto a los parámetros reproductivos y en base al índice gonadosomático, podemos decir el pico reproductivo para el pez armado es durante los meses de agosto y septiembre, sin embargo la temporada reproductiva es bastante amplia y va desde junio a noviembre (seis meses) (Figura XX)

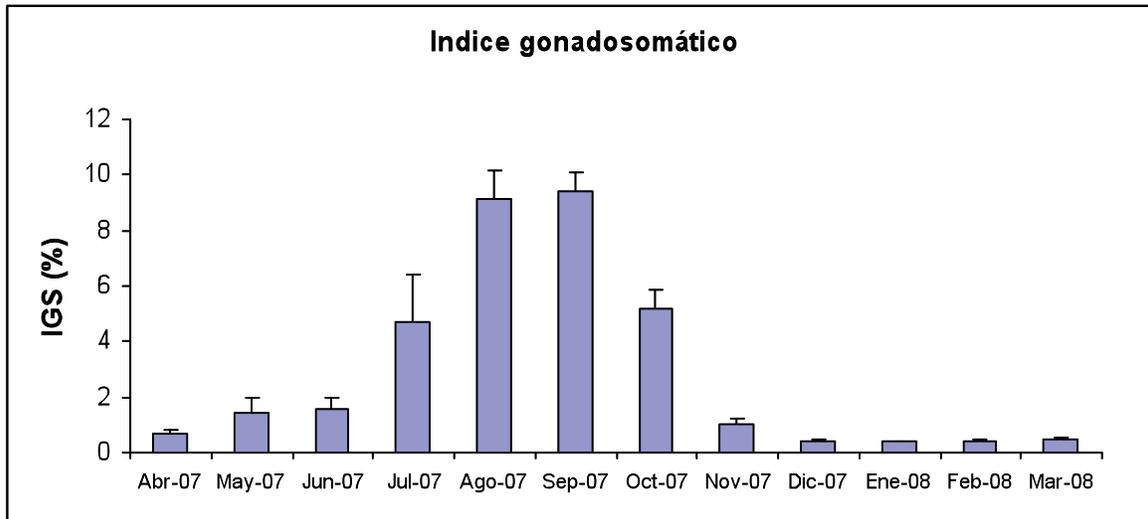
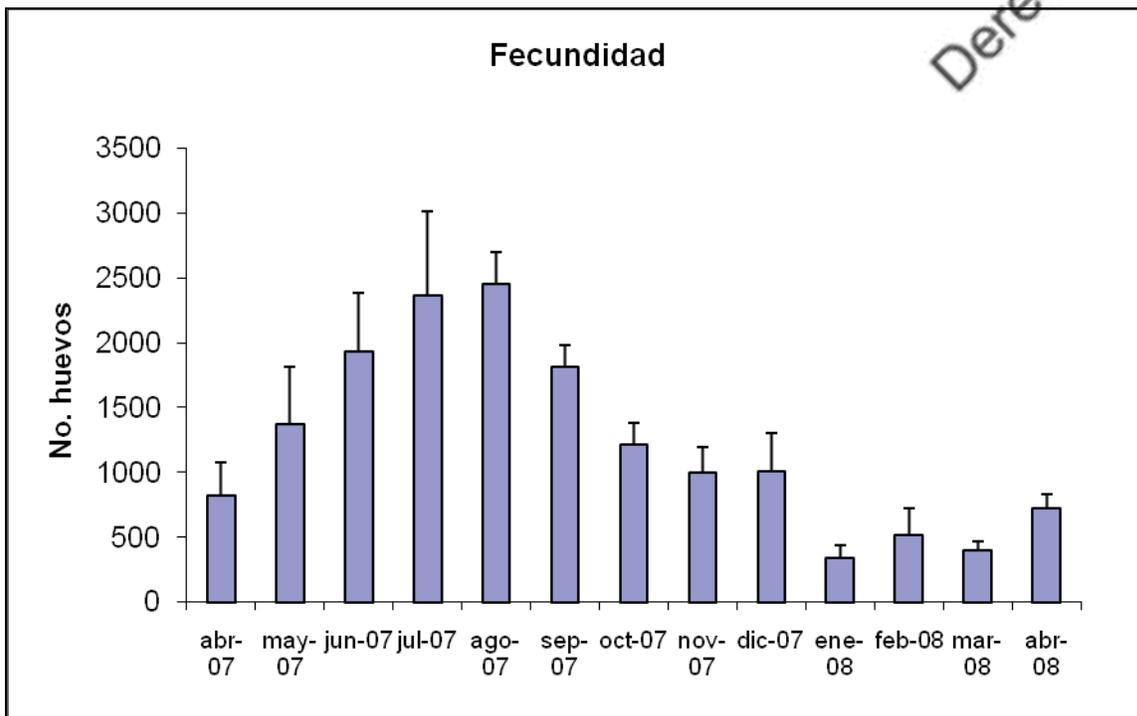
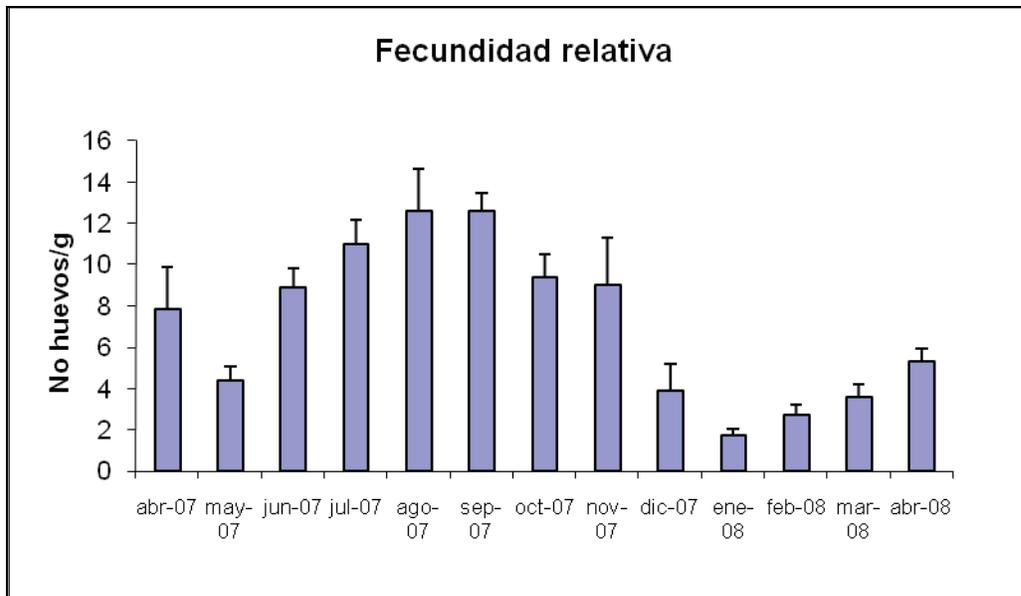


Figura XX. Indice gonadosomático del pez armado del embalse Lic. Adolfo López Mateos, “El Infiernillo”

La fecundidad total expresada como el número de huevos producidos por hembra, en promedio se registro de 2500 huevos, para los meses de julio y agosto (Figura XX), sin embargo éste parámetro está estrechamente correlacionado con la talla de los reproductores, y para el caso del Infiernillo la fecundidad máxima fue de 6686 huevos en una hembra de 27.8 cm de longitud total y 196 gramos de peso.



Con respecto a la fecundidad relativa, esta expresada en número de huevos por gramo de peso de la hembra, el valor promedio fue de 12.6 huevos para los meses de mayor actividad reproductiva (Julio a septiembre) éste es un valor muy similar al producido por las tilapias, sin embargo al considerar que esta especie cuenta con cuidado parental y que construye túneles como refugio para los nidos, esto ha favorecido que un elevado porcentaje de las crías de pez armado llegue a alcanzar la fase adulta.



## CONCLUSIÓN

A manera de conclusión se puede decir que el pez armado es una especie que ha llegado a un nicho en el cual se ha desarrollado de manera satisfactoria, al no contar con depredadores naturales y no contar con limitantes alimentarias, le ha permitido desarrollarse e incrementar su población en forma exponencial. Adicionalmente, al presentar cuidado parental, la ausencia de depredadores y una temporada reproductiva amplia, le permite generar un elevado número de descendencia fértil que incrementa de manera considerable el reclutamiento de organismos de esta especie.

Con respecto a la abundancia y distribución por tallas en los diferentes sitios de captura, es el Pinzandaran donde se presenta la menor abundancia, sin embargo es en este sitio donde se registran las tallas más grandes, de manera contraria ocurre en Nuevo Centro y la Obra en donde se tienen registrados los peces de menor talla, pero se registró la mayor abundancia. Esto también puede ser un indicador de las artes de pesca empleados por los pescadores, ya que en los sitios de colecta de los peces más pequeños se utilizan artes de pesca de menor abertura de malla. Vale la pena destacar que los ejemplares fueron

capturados a partir de la pesca incidental, ya que la especie objetivo en el embalse es la tilapia y para dicha especie de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 027 Pesca 2000 se especifica que la abertura mínima para las redes agalleras es de 3 ¼ de pulgada.

## **RECOMENDACIONES**

Es importante continuar con la evaluación poblacional y reproductiva de los peces armados, ya que para lograr caracterizar con mayor precisión la temporada reproductiva de la especie es necesario realizar dicha evaluación por lo menos en dos años y esto vendrá a fortalecer la evaluación pesquera que realizó el Dr. Francisco Arreguin Sánchez.

## **3.2 PRODUCTOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL CON PEZ DIABLO**

**PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN PEZ  
ARMADO (*Pterigoplichthys disjunctivus*)**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y  
FORESTALES. UMSNH**

**Responsable:** Dr. Jorge Fonseca Madrigal

**Colaborador:** M. C. Lidia Ambriz Cervantes

# Estudio de ácidos grasos en el pez armado

Dr. Jorge Fonseca Madrigal IIAF-UMSNH

## Resumen

La carne del pez armado cuenta con una excelente calidad para consumo humano. El filete de armado cuenta con 90% de proteína y 4% de grasa (peso seco). Sus propiedades nutricionales, medidas en términos de ácidos grasos, lo hacen un recurso de alta calidad. Contiene menos del 15% de grasas saturadas, 50% de monoinsaturadas y 34% de grasas poliinsaturadas de las cuales 16% son de la familia de los omega 3. Dentro de los ácidos grasos n-3 existen dos ácidos grasos con mayor importancia que los demás, el EPA y el DHA. Este último se encuentra normalmente en proporciones más bajas que el EPA. Debido a su escasez en productos cárnicos y a la importancia que el DHA tiene en el funcionamiento del cerebro y retina de los mamíferos y en múltiples vertebrados, la proporción DHA/EPA = 5 que tiene el pez armado, en tejidos comestibles como lo es el músculo y la hueva (9 en hígado), lo ubica como un recurso sumamente importante para la alimentación humana. Se concluye que la carne y la hueva del pez armado pueden ser utilizados para su consumo humano dado su contenido nutricional alto en términos de ácidos grasos n-3 y a su contenido intermedio de grasa (se investiga el descenso de la calidad del perfil de ácidos grasos por cocción). La extracción de aceites ricos en ácidos grasos n-3 del hígado del pez armado puede ser una alternativa de producción redituable que merece la pena evaluarse; sin embargo la extracción industrial de aceite requiere de maquinaria o métodos poco económicos.

## INTRODUCCIÓN

En el estado de Michoacán así como en todo el país, existen diversas zonas con condiciones económicas muy bajas y con altos índices de desnutrición. Resulta paradójico que una especie que en otros países se aprecia de considerablemente, sea desperdiciado por su aspecto poco familiar y la falta de conocimiento de su sabor y formas de prepararse en México.

La carne de pescado es la fuente más importante de ácidos grasos n-3 y de la cantidad y proporción de ellos depende la calidad nutricional de ésta. Los lípidos se componen de ácidos grasos, los cuales, son cadenas rectas de hidrocarburos que terminan en un grupo carboxilo en un extremo y en un grupo metilo en el otro (Castro, 2002); estos compuestos pueden ser saturados,

monoinsaturados y poliinsaturados (Mataix, 2004). Los ácidos grasos saturados no presentan dobles enlaces a lo largo de su cadena y son utilizados principalmente como depósitos de energía; los monoinsaturados tienen un doble enlace y pueden ser utilizados como combustible, además de su papel estructural, estos son almacenados en forma de triglicéridos y representan la principal fuente de energía metabólica; los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) compuestos por cadenas de 16, 18, 20 y 22 carbonos que presentan 2 o más dobles enlaces; son esenciales para peces marinos más no para peces de agua dulce, ya que los primeros no tienen la capacidad de sintetizarlos por ellos mismos mientras los de agua dulce sí.

Los ácidos grasos altamente insaturados (HUFA), son aquellos ácidos grasos PUFA de 20 y 22 carbonos con más de cuatro dobles enlaces y son importantes para el periodo de desarrollo embrionario y larvario de peces, ya que es requerido para una rápida proliferación de células y biomembranas, principalmente del cerebro y tejido nervioso (Tocher et al., 2003). También son un recurso de ácidos grasos esenciales, los cuales son fundamentales para la manutención e integridad de las membranas celulares y son precursores de hormonas prostaglandinas. Además, son utilizados en la construcción de las grasas o aceites (triglicéridos), que son almacenados por los peces para utilizarlos posteriormente como fuente de energía.

Los ácidos grasos HUFA n-3 (Omega 3) más destacados son el ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5 n-3) y el ácido docosahexanoico (DHA, C22:6 n-3). El interés nutricional de estos ácidos grasos n-3 se debe a los numerosos efectos beneficiosos para el organismo como son: modificación del perfil lipídico en sangre, inhibición de la agregación plaquetaria, contribuyendo a la prevención de trombosis, reducción de la presión arterial y viscosidad sanguínea (Calder 2004; Balk *et al.* 2004). Se ha demostrado su función en la prevención de distintas enfermedades como son: la muerte súbita de origen cardíaco (Albert *et al.* 1998); las enfermedades cardiovasculares, el cáncer de colon (Roynette *et al.* 2004), desórdenes neurológicos de diferente naturaleza como impulsividad, agresividad,

hostilidad (Buydens-Branch *et al.* 2003), trastorno bipolar (Noaghiul y Hibbeln 2003), de depresión (Higdon *et al.* 2001), suicidio (Tanskanen, *et al.* 2001) y varias formas de demencia incluida el Alzheimer. Además, los ácidos grasos n-3 intervienen durante la etapa embrionaria en el desarrollo y de las membranas fotorreceptoras (Herid y Lapillonne 2005).

Los ácidos grasos n-3 son componentes estructurales del cerebro y de la retina durante el desarrollo del feto. Se ha estimado que aproximadamente 600mg de los ácidos grasos esenciales son transferidos de la madre al feto durante una gestación a término, en una madre sana. La dieta de la madre antes de la concepción es de gran importancia, ya que determina en parte el tipo de grasas que se acumularán en los tejidos del feto. La placenta transporta selectivamente ácidos araquidónico (AA) y docosahexaenoico (DHA) de la madre al feto. Esto produce un enriquecimiento de estos ácidos grasos en los lípidos circulantes del feto, lo cual es vital durante el tercer trimestre de gestación, que es cuando el desarrollo del sistema nervioso es mayor. Se ha observado un incremento notable en el contenido de DHA en el tejido cerebral durante el tercer trimestre y después del nacimiento (Connor, 1996).

Algunos estudios sugieren que el consumo de pescado y el suplemento con aceite de pescado durante la gestación puede prolongarla, reduce la incidencia de partos prematuros e incrementa el peso de los niños al nacimiento. Como en los niños la capacidad para convertir ácidos grasos esenciales a PUFAS es muy limitada, se recomienda a las madres gestantes ingerir niveles adecuados de n-3 para transferirlos a sus crías (Connor *et al.*, 1996).

En niños amamantados o alimentados con fórmulas que contienen DHA se ha observado una mejor agudeza visual y una mejor capacidad para responder a la luz, lo cual está asociado con una mejor habilidad cognitiva para integrar información. También se ha observado en ellos un mejor coeficiente intelectual (Connor, 1996).

Los ácidos grasos n-3 son esenciales para un adecuado desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso. Se concentran en la retina y la corteza cerebral, y tienen la capacidad de corregir problemas visuales y cerebrales en pacientes con deficiencia demostrada. Muchos aspectos de ubicación, ansiedad, habilidad en el aprendizaje, memoria, función retinal se ven favorecidos con el consumo de los AG n-3 (Hoffman, 2000). Dos terceras partes de los ácidos grasos de las membranas de los fotorreceptores de la retina son n-3, principalmente DHA. Además, son precursores de compuestos hormonales como los prostanoïdes (prostaglandinas y tromboxanos) que facilitan la transmisión de mensajes en el sistema nervioso central (Simopoulos, 1999). También se ha reportado que los n-3 están relacionados con problemas de depresión y violencia. Se ha demostrado que el DHA dietario tiene efectos protectores contra un aumento en la hostilidad en estudiantes bajo condiciones de estrés (Hibbeln, 1997). Así mismo, bajas concentraciones de DHA son un indicador útil para predecir mayores problemas de conducta en niños a quienes se les ha diagnosticado el síndrome de déficit de atención con hiperactividad (TDAH). Esto puede ser un reflejo en parte de los problemas en la neurotransmisión serotoninérgica (Hibbeln y Salmen, 1995; Hibbeln, 1997).

Por todo lo anterior, es recomendable la ingesta de una mayor cantidad de ácidos grasos n-3 para reducir la proporción n-3/n-6 que el hombre occidental actualmente tiene. Debido a la importancia que el pez armado ha comenzado a tener como una opción en la alimentación humana, es elemental conocer la calidad nutricional del pez armado, en términos de ácidos grasos principalmente, pero también en cuanto a su composición proximal de proteínas, lípidos, humedad y ceniza.

Para esto, se colectaron organismos directamente de la presa del infiernillo, los cuales fueron transportados al laboratorio en cajas con hielo para su posterior análisis.

## MÉTODOS

### Análisis bromatológico

El análisis bromatológico consistió en la evaluación de proteínas, lípidos totales o grasa, humedad, cenizas (minerales) y extracto libre de nitrógeno (carbohidratos). Este se realizó por triplicado utilizando el método de análisis proximal a todas las muestras obtenidas antes y después de la cocción.

Ceniza: Es considerada como el contenido de minerales totales o material inorgánicos de la muestra. Su determinación se realizó mediante la calcinación de la muestra a 550°C en una mufla, por 12 horas (Olvera et al., 1993, A.O.A.C., 2000).

### Cálculos

$$\text{Contenido de Ceniza (\%)} = \{(A-B)/C\} * 100$$

Donde:

A= Peso del crisol con muestra

B= Peso del crisol con ceniza

C= Peso de la muestra

Proteína Cruda: Considerada como el contenido de proteína de la muestra, este análisis evalúa el contenido de nitrógeno total proteico en la muestra. Este se determinó a través de un auto analizador Nitrógeno/Proteína LECO FP528 por medio de la técnica de Dumas (conductividad de gases) utilizando helio como referencia y multiplicando el resultado por el factor 6.25 para conocer la concentración de proteína. (16% N).

Extracto Etéreo: Se refiere al contenido de lípidos en los ingredientes alimenticios y se determinó con el equipo Soxtec Avanti Tecator modelo 2050, utilizando éter de petróleo como solvente.

#### Cálculos

$$\text{Contenido de Lípidos (\%)} = \{(B-A)/C\} * 100$$

Donde:

A = Peso del crisol limpio y seco (g)

B = Peso del crisol con grasa (g)

C = Peso de la muestra (g)

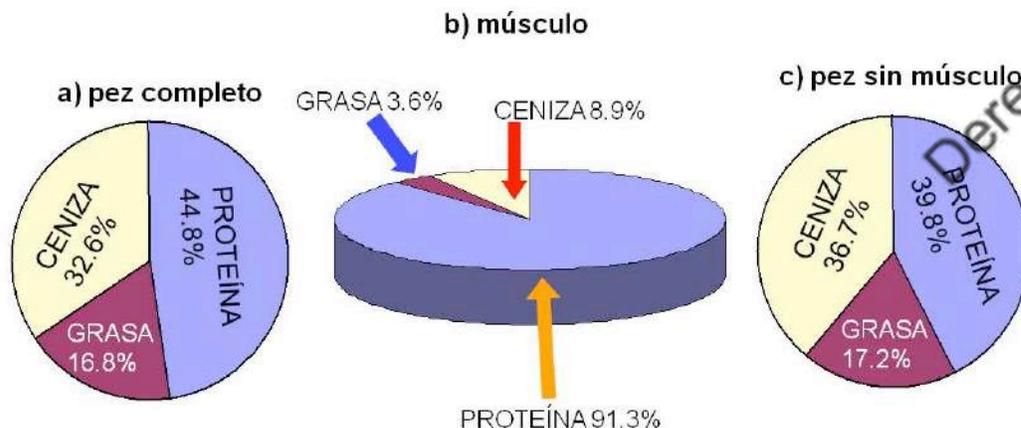
#### Análisis de ácidos grasos

El análisis de las muestras se inicio extrayendo los lípidos totales con una solución Folch (cloroformo: metanol, 2:1) y se procesaron utilizando la técnica de "Derivatización de lípidos totales (Palacios, E. et al., 2007). Los ácidos grasos (FAME) se analizaron por medio de un cromatógrafo de gases (Agilent modelo CG6850); se utilizó una columna capilar de sílice fundida de 30 m de longitud por 0.25  $\mu\text{m}$  (espesor de película) x 0.25 mm (diámetro interno), fase de poli-etilen-glicol con helio como gas acarreador a un flujo de 0.7 ml/min y una rampa de temperatura de 110-220  $^{\circ}\text{C}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

El pez armado cuenta con 91.3% de proteína en el músculo (base peso seco). Dentro de la clasificación que se les da a los pescados según la cantidad de grasa que estos tienen en su carne se encuentran los peces grasos, que tienen >10% de grasa en el músculo, como el arenque, la caballa y la sardina; los peces intermedios, como los salmónidos (trucha, salmón), que tienen 2.5 a 6% de grasa en músculo y tejido adiposo perivisceral; y los peces magros que tienen muy poca cantidad de grasa en su carne <2% como el bacalao. El pez armado registró 3.6% de grasa en músculo, lo que lo ubica dentro de los peces intermedios.

Los porcentajes tan elevados de cenizas tanto en el análisis realizado a el pez completo como a el pez sin músculo se deben a la gran cantidad de materia mineral con la que el este pez forma su piel dura acorazada o caparazón.



**Figura 1. Análisis bromatológico: proteínas, lípidos (grasa) y ceniza de a)pez armado completo, b) músculo de pez armado y c) pez armado sin el músculo.**

**Tabla 1. Composición de ácidos grasos (% de ácidos grasos totales por peso) en diferentes tejidos del pez armado.**

TL (1mg)	branquia	cerebro	tej adiposo	grasa mus	musculo	higado	huevo
14:0	6.25	6.63	6.87	7.34	0.94	1.41	2.48
15:0	2.65	0.00	1.94	2.74	0.00	0.47	0.72
16:0	26.01	24.89	21.36	21.32	13.89	22.64	24.56
18:0	11.23	9.45	8.24	7.78	0.00	11.42	13.24
<b>Total saturados</b>	<b>46.14</b>	<b>40.97</b>	<b>38.41</b>	<b>39.18</b>	<b>14.83</b>	<b>35.94</b>	<b>40.99</b>
16:1n-9	0.99	0.70	0.00	0.00	0.00	0.83	1.05
16:1n-7	11.19	9.84	14.50	14.25	2.36	3.69	5.47
18:1n-9	0.51	13.33	6.30	6.15	44.87	13.69	17.57
18:1n-7	6.76	4.37	8.52	8.41	3.75	3.09	4.53
20:1n-11	0.60	0.34	0.00	0.53	0.00	0.14	0.00
20:1n-9	0.43	0.46	0.00	0.27	0.28	1.16	0.96
20:1n-7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22:1	0.75	0.30	0.00	0.45	0.40	0.47	0.20
24:1n-9	0.07	0.64	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00
<b>Total monoinsaturados</b>	<b>21.30</b>	<b>29.97</b>	<b>29.31</b>	<b>30.06</b>	<b>51.65</b>	<b>23.32</b>	<b>29.79</b>
18:2n-6	4.37	2.41	3.92	3.88	2.15	2.88	3.50
18:3n-6	1.15	0.59	0.94	0.91	0.57	0.37	0.42
20:2n-6	1.12	0.40	1.26	1.23	0.83	0.82	0.96
20:3n-6	0.84	0.54	0.00	0.64	0.80	1.31	1.35
20:4n-6	6.93	3.15	5.30	4.77	7.59	6.24	4.22
22:4n-6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22:5n-6	0.02	1.53	3.37	2.89	5.62	3.33	3.24
<b>Total n-6 PUFA</b>	<b>14.42</b>	<b>8.62</b>	<b>14.78</b>	<b>14.31</b>	<b>17.56</b>	<b>14.96</b>	<b>13.69</b>
18:3n-3	4.76	4.48	4.26	4.24	1.17	2.37	2.25
18:4n-3	0.00	2.41	1.40	1.39	0.31	0.00	0.00
20:3n-3	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61
20:4n-3	0.89	0.76	0.79	0.76	0.42	0.51	0.44
20:5n-3	2.55	1.57	2.55	2.38	1.68	2.24	1.47
22:4n-3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22:5n-3	2.66	1.63	3.11	2.85	3.36	2.63	1.76
22:6n-3	7.27	9.26	5.40	4.83	9.04	18.03	9.01
<b>Total n-3 PUFA</b>	<b>18.13</b>	<b>20.45</b>	<b>17.50</b>	<b>16.45</b>	<b>15.96</b>	<b>25.78</b>	<b>15.53</b>
<b>Total PUFA</b>	<b>32.55</b>	<b>29.07</b>	<b>32.28</b>	<b>30.76</b>	<b>33.52</b>	<b>40.74</b>	<b>29.22</b>
<b>DHA/EPA</b>	<b>2.85</b>	<b>5.92</b>	<b>2.12</b>	<b>2.03</b>	<b>5.39</b>	<b>8.03</b>	<b>6.15</b>

PUFA= Ácidos grasos poliinsaturados. DHA= ácido docosahexanoico (22:6n-3). EPA=ácido eicosapentanoico (20:5n-3)

El perfil de ácidos grasos del pez armado en general es beneficioso cuando se toma en cuenta su explotación como alimento humano. El porcentaje de grasas

saturadas en músculo es de menos del 15%, mientras que las grasas poliinsaturadas en este mismo tejido es de 33.5%. Como se mencionó anteriormente, el DHA es un ácido graso muy importante para la salud humana. El pez armado cuenta con un porcentaje bastante considerable de DHA (y en general en ácidos grasos n-3) en todos los tejidos analizados, especialmente en hígado pero de forma deseable en el músculo del animal.

Comparado con otros peces o aceites de estos, de interés comercial por su importante contenido de ácidos grasos n-3, el pez armado se ubica como una muy buena opción para el consumo humano (Tabla 2).

**Tabla 2. Comparación entre la composición de los ácidos grasos EPA y DHA (% de ácidos grasos totales por peso) y su relación en diferentes peces.**

	EPA	DHA	DHA/EPA
<b>*Salmón de granja</b>	7.1	15.7	2.2
<b>*Atún</b>	6	22	3.7
<b>*Ac. de hígado de Bacalao</b>	8	11	1.4
<b>Pez blanco</b>	3	29.2	9.7
<b>Pez armado</b>	1.68	9.04	5.4

\*Tomados de Herald Breivik. 2007. Long chain omega-3 specialty oils.

DHA= ácido docosahexanoico (22:6n-3). EPA=ácido eicosapentanoico (20:5n-3)

Es importante considerar que debido a la escasez de DHA en el contenido de ácidos grasos de peces en general, ya que es muy común encontrar relaciones DHA/EPA de 3 hasta de 0.3, el pez armado resulta una fuente de DHA que debe tomarse en cuenta para la alimentación humana. Los peces marinos en general tienen un contenido mayor de EPA que de DHA, y en los peces dulceacuícolas existen pocas especies con proporciones de DHA/EPA de 5.

Debe tomarse en cuenta que el contenido de ácidos grasos que este pescado tiene puede sufrir modificaciones después de un proceso de cocción

(Candela y Astiasarán, 2000). El efecto de la fritura sobre los ácidos grasos puede afectar directamente la relación n-3 y n-6 (Agren y Hanninem 1993), ya que este proceso aumenta la degradación lipídica y principalmente la oxidación de los ácidos grasos; por el contrario, la composición lipídica tiene una pérdida menor en el proceso de cocción a través de vapor o hervido. Esto ha sido demostrado en algunos peces como lubina (Santaella et al. 2007) y salmón (Echarte et al, 2001) y son actividades que se sugiere que se realicen próximamente.

## **CONCLUSIONES**

Se concluye que la carne y la hueva del pez armado pueden ser utilizados para su consumo humano dado su contenido nutricional alto en términos de ácidos grasos n-3 y a su contenido intermedio de grasa (se investiga el descenso de la calidad del perfil de ácidos grasos por cocción)

La extracción de aceites ricos en ácidos grasos n-3 del hígado del pez armado puede ser una alternativa de producción redituable que merece la pena evaluarse; sin embargo la extracción industrial de aceite requiere de maquinaria o métodos poco económicos.

## REFERENCIAS

- Castro-Gonzalez M. I. 2002. Ácidos Grasos Omega 3: Beneficios y Fuentes. *Interciencia*, Marzo, vol. 27, numero 003, Caracas Venezuela, pp. 128-136.
- Mataix, J; Gil A. 2002 Libro blanco de los omega 3 “Los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y monoinsaturados tipo oleico y su papel en la salud”
- Instituto de nutrición y tecnología de alimentos. Universidad de granada. Editorial médica panamericana.
- Tocher, D. R. (2003). Metabolism and functions of lipids and fatty acids in teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11(2): 107-184.
- Calder PC. 2004. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. *Clin. Sci. (Londres)* 107:1-11.
- Balk E., Chung M., Lichtenstein A., Chew P., Kupelnick B., et al. 2004. Effects of omega-3 fatty acids on cardiovascular disease risk factors and intermediate markers of cardiovascular disease. *Evid. Rep. Technol. Assess.*
- Roynette C., Calder P., Dupertuis Y., Pichard, C. 2004. n-3 Polyunsaturated fatty acids and colon cancer prevention. *Clinical nutrition*.23:139-151.
- Buydens-Branch J., Branchey M., McMakin DL., Hibbeln JR. 2003. Polyunsaturated fatty acid status and aggression in cocaine addicts. *Drug Alcohol Depend.* 71:319-23
- Noaghiul S., Hibbeln J.R. 2003. Cross-national comparisons of seafood consumption and rates of bipolar disorders. *Am. J. Psychiatry* 160: 2222–27.
- Higdon JV., Du S.H., Lee Y.S., Wu T., Wander R.C. 2001. Supplementation of postmenopausal women with fish oil does not increase overall oxidation of LDL ex vivo compared to dietary oils rich in oleate and linoleate. *J. Lipid Res.* 42: 407-18.
- Herid W., Lapillonne A. 2005. The role of Essential Fatty Acids in development. *Annual Review of Nutrition.* 25:549-571.
- Connor WE (1996) Omega-3 essential fatty acids in infant neurological development *Backgrounder* 1: 1-6.
- Simopoulos AP (1999) Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 70: 560s-569s.
- Hibbeln JR, Salem N (1995) Dietary polyunsaturated fatty acids and depression: when cholesterol does not satisfy. *Am. J. Clin. Nutr.* 62: 1-9.

- Hibbeln JR (1997) Essential fatty acids predict biomarkers of aggression and depression. Pufa Newslett. 1: 2.
- Palacios-Metchenov E., Racotta S. I., Aparicio B., Arjona O., Martínez Palacios C.A. 2007. Lipid clases and fatty acids during embryogenesis of captive and wild silverside (*Christoma estor estor*) from Pátzcuaro Lake. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), 33:81-91.
- Santaella M., C. Martinez-Graciá, M.J.Periago 2007. Comparación entre lubina (*Dicentrarchus labrax*) salvaje y cultivado: composición química y variación del contenido en ácidos grasos en tras el cocinado. AN. VET.( Murcia) 23:105-119.

**USO DEL BAGRE ARMADO  
(*Pterigoplichthys disjunctivus*) EN  
ENSILADO ÁCIDO COMO FUENTE DE  
PROTEÍNA ALTERNA EN DIETAS PARA  
EL CULTIVO DE PEZ BLANCO DE  
PÁTZCUARO (*Menidia estor*)**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y  
FORESTALES. UMSNH**

**Responsable:** Dr. Carlos A. Martínez Palacios

**Colaborador:** Dra. María Gisela Ríos Duran  
Citlalic Pimentel Acosta

**USO DEL ENSILADO ÁCIDO DE PEZ DIABLO O ARMADO *Pterygoplichthys disjunctivus*, EN DIETAS PARA PEZ BLANCO DE PÁTZCUARO**

**INFORME FINAL DE ACTIVIDADES**

**Dra. María Gisela Ríos Durán<sup>1</sup>, Dr. Carlos Antonio Martínez Palacios<sup>1</sup> Citlalic  
Altagracia Pimentel Acosta<sup>2</sup>**

Derechos de Autor

<sup>1</sup> *Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

<sup>2</sup> *Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

**Marzo de 2009**

# USO DEL ENSILADO ÁCIDO DE PEZ DIABLO O ARMADO *Pterygoplichthys disjunctivus*, EN DIETAS PARA PEZ BLANCO DE PÁTZCUARO

## RESUMEN

Se llevó a cabo un experimento de alimentación en juveniles de pez blanco de Pátzcuaro utilizando las dietas a base de ensilado ácido de pez diablo, para observar su desempeño en cultivo, en términos de crecimiento, supervivencia y eficiencia alimenticia. Para tal fin se elaboraron cinco dietas al 50% proteína y 5% de lípidos, con diferentes porcentajes de inclusión (0, 10, 20, 40 y 60 %) de ensilado de pez diablo. El experimento constó de cinco tratamientos correspondientes a las cinco dietas experimentales, los cuales fueron evaluados por triplicado. Los juveniles de pez blanco ( $235.34 \pm 2.60$  mg peso inicial) se alimentaron a saciedad aparente con las diferentes dietas por 120 días, durante los cuales se evaluó la respuesta en crecimiento, supervivencia y eficiencia alimenticia. Los tratamientos sin inclusión de ensilado y con el 10% de sustitución ofrecieron los mejores resultados tanto en crecimiento como en supervivencia y eficiencia alimenticia. Por el contrario, los peces alimentados con la dieta con 60% de sustitución, presentaron el menor crecimiento y supervivencia. Se concluye que se puede utilizar un 10% de sustitución de ensilado de pez diablo en las dietas de pez blanco de Pátzcuaro, para obtener buenos resultados de crecimiento sin comprometer la supervivencia y minimizando los costos de producción del alimento.

## INTRODUCCIÓN

El ensilado ácido de pescado es un producto semi-líquido o pastoso, que aprovecha los residuos de desechos de la industria pesquera, pescado entero no utilizado para consumo humano o partes del mismo: cabeza, colas, huesos, piel, escamas o vísceras. Se elabora a partir de la mezcla del pescado o sus desperdicios con ácidos orgánicos y/o inorgánicos a temperatura ambiente. El principio es que el ácido disminuya el pH y evite la putrefacción bacteriológica del pescado, al evitar el desarrollo bacteriano, mientras que las enzimas presentes lo digieren. La adición de ácido baja el pH y con ello se mantiene el producto estable química y microbiológicamente, de forma tal que se puede almacenar a temperatura ambiente por un largo período sin descomponerse. Es de fácil elaboración y de bajo costo y puede ser componente de raciones alimenticias para animales. Se puede usar en la formulación de dietas para ganado porcino, vacuno, ovino, aves de corral, peces etc.

Es una buena alternativa como fuente proteica al contener altos niveles de proteína que se presenta en forma de polipéptidos o aminoácidos libres más disponibles para su absorción. Además el ensilado posee cualidades nutritivas, antimicrobianas y atrayentes con menores costos que la harina de pescado, ampliamente utilizada en la alimentación animal.

La digestibilidad de la proteína y aminoácidos de los ensilados de pescado es mayor que la del pescado del que procede, por lo tanto este producto puede ser una buena fuente de proteína de fácil digestión para animales por los aminoácidos libres que contiene.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Elaboración del ensilado*

Se utilizó pez diablo fresco completo y molido para la elaboración del ensilado. El pescado fue molido en un molino expresamente diseñado para tal fin, obteniendo una pasta homogénea. Se tomó una muestra del pescado así procesado para realizarle análisis proximales y así determinar su composición inicial de humedad, cenizas, extracto etéreo (grasas), proteínas y extracto libre de nitrógeno (Carbohidratos principalmente), mediante procedimientos estándar (AOAC, 2000) (Tablas 1 y 2).

El pescado molido se colocó en un recipiente de plástico con tapa, al cual se le adicionó ácido fórmico en un 2% y se homogenizó perfectamente para que todo el material quedara impregnado del ácido y se realizara la acción de hidrólisis. Se comprobó que el pH no fuera mayor a 4.5, lo cual es necesario para evitar la acción microbiana sobre el producto. Después de esto el ensilado se conservó en recipientes de plástico cerrados y diariamente se monitoreó la temperatura y el pH para asegurar que este no estuviera por arriba de 4.5, (cuando era mayor el pH se añadía más ácido fórmico) hasta que se estabilizó, lo cual se logró en 15 días. Al cabo de este tiempo, se llevaron a cabo análisis proximales del ensilado estabilizado (Tablas 1 y 2), de la misma manera que al pescado molido antes de añadir el ácido, para ver la composición nutricia general.

**Tabla 1.-** Composición proximal en base húmeda del pez diablo completo fresco y molido y del ensilado ácido de pez diablo estabilizado

<b>Material</b>	<b>Humedad (g/100g)</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>Extracto etéreo* (g/100g)</b>	<b>Cenizas (g/100g)</b>	<b>ELN** (g/100 g)</b>
Pez diablo completo molido	71.41	13.82	3.73	9.00	2.03
Ensilado ácido de Pez diablo	70.59	14.34	3.67	9.72	1.68

\* Extracto etéreo: grasas.

\*\*ELN: Extracto libre de nitrógeno.

**Tabla 2.-** Composición proximal en base seca del pez diablo completo fresco y molido y del ensilado ácido de pez diablo estabilizado

<b>Material</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>Extracto etéreo (g/100g)</b>	<b>Cenizas (g/100g)</b>	<b>ELN** (g/100 g)</b>
Pez diablo completo molido	48.34	13.05	31.48	7.10
Ensilado ácido de Pez diablo	48.76	12.49	33.05	5.71

\* Extracto etéreo: grasas.

\*\*ELN: Extracto libre de nitrógeno.

### **Elaboración de dietas con el ensilado de pez armado**

Se elaboraron dietas en hojuelas con ensilado ácido de pez diablo, para probarlas en el desempeño de juveniles de pez blanco de Pátzcuaro en cultivo. En total se obtuvieron cinco dietas isoenergéticas, al 50% proteína y 5% de lípidos, cuatro de ellas con diferentes porcentajes de inclusión (10, 20, 40 y 60 %) de ensilado de pez diablo y un control (sin inclusión de ensilado) utilizando filete de jurel (*Caranx* sp.), Calamar (*Loligo* sp.) y camarón (*Litopenaeus* sp.) como fuentes adicionales de proteína. Previo a la elaboración de las dietas se realizaron análisis bromatológicos (proximales) de estos ingredientes: humedad, extracto etéreo (lípidos), proteína, ceniza y extracto libre de nitrógeno (AOAC, 2000) (Tabla 3). Se utilizaron además como ingredientes, aceite de pescado, aceite de maíz, almidón crudo, vitaminas, minerales, alginato de sodio como aglutinante y BHT como antioxidante.

Con base en los resultados obtenidos de la composición proximal de los ingredientes, se realizaron las formulaciones de las dietas (Tabla 4), para determinar la cantidad requerida de cada uno de ellos.

**Tabla 3.-** Análisis proximal de las fuentes de proteína utilizadas para la elaboración de dietas experimentales. Los datos se expresan en base húmeda.

<b>Ingredientes</b>	<b>Humedad (g/100g)</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>Extracto etéreo (g/100g)</b>	<b>Cenizas (g/100g)</b>	<b>ELN* (g/100g)</b>
<b>Filete de Jurel</b>	74.97	22.04	0.87	1.55	0.56
<b>Calamar</b>	83.32	13.54	0.68	0.91	1.54
<b>Camarón</b>	75.03	19.54	0.20	3.23	1.99
<b>Ensilado de pez diablo</b>	70.59	14.34	3.67	9.72	1.68

\*ELN: Extracto libre de nitrógeno.

Inicialmente, para cada dieta se pesaron por separado tanto los ingredientes frescos como los secos. Los ingredientes frescos utilizados como fuente de proteína se trituraron en un molino de carne. Posteriormente se homogenizaron hasta obtener una pasta sin grumos ni fibras. Se preparó un gel añadiendo agua al alginato de sodio para luego obtener una emulsión añadiéndole los aceites de pescado y maíz, la lecitina de soya y el BHT. Las vitaminas y minerales se mezclaron por separado con almidón. Finalmente todos los ingredientes se mezclaron, hasta que se obtuvo una pasta homogénea, la cual se extendió en papel encerado con ayuda de una espátula y tiras de acrílico para después secar en un desecador de aire forzado durante 12 horas a 35° C.

Una vez transcurrido el tiempo de secado se obtuvo el alimento en forma de hojuelas, las cuales se quebraron de forma manual y se tamizaron en una batería de tamices, para obtener los tamaños de partícula adecuados para la alimentación de los peces (420, 800 y 1000 micras). El alimento se almacenó en frascos de plástico etiquetados a -20° C. De cada una de las dietas ya elaboradas se tomó una muestra por triplicado, para realizarle análisis bromatológicos (AOAC,2000) (Tabla 5).

**Tabla 4.-** Formulación de dietas experimentales con diferentes porcentajes de inclusión de ensilado ácido de Pez diablo. Los datos se expresan en g Kg<sup>-1</sup>

INGREDIENTE	E0	E10	E20	E40	E60
<b>Ensilado</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>
Filete de jurel	170.4	153.3	136.3	102.2	68.1
Camarón	319.4	287.5	255.5	191.6	127.8
Calamar	123.1	110.8	98.5	73.9	49.3
Aceite de pescado	16.5	17.3	18.2	19.9	21.6
Aceite de maíz	20.0	13.0	6.1	0	0
Almidón de maíz	224.2	191.16	159.0	93.8	28.6
BHT	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Premezcla de minerales1	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Premezcla de vitaminas1	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Alginato de sodio	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Colina	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitamina E	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitamina C2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Lecitina de soya	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0

1 Premezclas de vitaminas y minerales (DSM Nutritional Products).

2 Vitamina C estabilizada: L-Ascorbil-2-Polifosfato (AsPP), Rovimix® Stay-C® 35 (DSM Nutritional Products).

**Tabla 5.-** Análisis bromatológico de las dietas experimentales. Los datos se expresan en base húmeda.

Dieta	Humedad (g/100g)	Proteína (g/100g)	Extracto etéreo (g/100g)	Cenizas (g/100g)	ELN* (g/100g)
<b>E 0</b>	8.36	53.06	6.64	9.49	22.44
<b>E 10</b>	7.36	51.95	5.9	12.51	22.27
<b>E 20</b>	7.58	50.56	5.53	16.48	19.85
<b>E 40</b>	7.31	48.59	6.32	23.3	14.48
<b>E 60</b>	8.42	48.52	6.91	28.05	8.1

\*ELN: Extracto libre de nitrógeno

## ***Análisis Bromatológicos (AOAC, 2000)***

### *Humedad analítica*

El contenido de humedad se determina por desecamiento de las muestras en un horno a 105°C por 12 horas. La diferencia de los pesos entre la muestra antes y después de pasar por el horno nos indica el contenido de humedad (AOAC, 2000).

Cálculos:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = [(A-B) / A] * 100$$

Donde: A = Peso de la muestra húmeda (g)

B = Peso de la muestra seca (g)

### *Proteína cruda*

El análisis de proteína cruda evalúa el contenido de nitrógeno total proteico en la muestra. Este se determina por medio de un autoanalizador (LECO FP528) por medio de la técnica de conductividad de gases utilizando helio como referencia y multiplicando el resultado por el factor 6.25 (se asume que en 100 g de proteína existen 6.25 g de nitrógeno) (Ebling, 1968).

### *Extracto etéreo (lípidos)*

El contenido de los lípidos en los ingredientes alimenticios se determina mediante el método de Soxhlet, con el uso de un equipo Soxtec Avanti Tecator (modelo 2050) utilizando éter de petróleo como solvente (AOAC, 2000).

Cálculos:

$$\text{contenido de extracto etéreo (\%)} = [(B - A) / C] * 100$$

Donde: A = Peso del crisol limpio y seco (g)

B = Peso del crisol con grasa (g)

C = Peso de la muestra (g)

### *Ceniza*

La ceniza es considerada como el contenido de minerales totales o material inorgánico de la muestra. Su determinación se realiza mediante la calcinación total de la muestra a 550° C en una mufla durante 12 horas hasta peso constante (AOAC, 2000).

Cálculos:

$$\text{contenido de ceniza (\%)} = 100 - [(B - A) / C] * 100$$

Donde: A = Peso del crisol con muestra (g)

B = Peso del crisol con ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

### *Extracto libre de nitrógeno (ELN)*

Este se obtiene de sustraer a 100 la sumatoria de los valores porcentuales determinados para humedad, proteína, extracto etéreo y ceniza (AOAC, 2000).

Extracto libre de nitrógeno (%) = 100- (A+B+C+D).

Donde:

A = Contenido de humedad (%).

B = Contenido de proteína cruda (%).

C = Contenido de extracto etéreo (%).

D = Contenido de ceniza (%).

### ***Ensayo de alimentación con dietas elaboradas a base de ensilado de pez diablo, en juveniles de pez blanco de Pátzcuaro***

Se llevó a cabo un experimento de alimentación en juveniles de pez blanco utilizando las dietas a base de ensilado ácido de pez diablo, para observar su desempeño en cultivo, en términos de crecimiento, supervivencia y eficiencia alimenticia. El experimento consistió de cinco tratamientos correspondientes a cada una de las dietas elaboradas (4 dietas con diferentes niveles de inclusión de ensilado y una dieta control), las cuales se evaluaron por triplicado, teniendo un total de 15 unidades experimentales.

Se utilizó un sistema cerrado de recirculación con 15 tanques de fibra de vidrio de 90 litros de capacidad. Cada tanque se mantuvo con aireación constante, a una salinidad de 5 y temperatura de 25° C, ly con fotoperíodo controlado (12L:12O).

En cada una de los tanques se sembraron al azar 40 juveniles de *Menidia estor* de 3 meses de edad, los cuales se obtuvieron de la planta de cultivo de pez blanco del Laboratorio de Acuicultura y Nutrición del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF). Los peces se aclimataron al sistema experimental por 15 días, durante los cuales se alimentaron con *Artemia franciscana* y hojuela comercial. Al cabo de este tiempo se inicio la alimentación únicamente con las dietas experimentales.

Al inicio del experimento se sacrificó una muestra de peces de cada tanque, los cuales se secaron en una estufa de aire forzado a 105° C durante 12 horas, y se almacenaron a – 20° C, para posteriormente analizar la composición proximal (Humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y extracto libre de nitrógeno) de los peces al momento de iniciar el experimento (AOAC, 2000).

Diariamente las dietas preparadas se suministraron manualmente a saciedad, cuatro veces al día, con intervalos de hora y media por un período de 120 días. Se registró la cantidad de alimento que consumieron los peces diariamente al igual que la supervivencia. Los peces se pesaron los días 0, 20, 40, 60, 80, 100 y 120, para lo cual se anestesiaron con una solución de Benzocaína a 24 mg/L.

Al final del experimento se tomó una muestra de peces por cada tanque para evaluar su composición proximal (Humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y extracto libre de nitrógeno).

Diariamente antes de la primera alimentación se midió la temperatura y oxígeno disuelto, con un Oxímetro digital (Oxygen Metter Ysi model 51 B) y la salinidad con un refractómetro (modelo Atago –S/Mill-E). Semanalmente se evaluó el pH con un potenciómetro digital (Modelo AB15 Fisher Scientific), amonio total y nitritos con un

equipo Hach-Fish Farming Marine (Tabla 6). Diariamente los tanques se limpiaron después de suministrar la última alimentación del día mediante el uso de un sifón.

Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos medidos en el agua durante el experimento.

<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	
<b>Temperatura (°C)</b>	25±0.03
<b>Oxígeno disuelto</b>	5.94±0.02
<b>Amonio (mg/L)</b>	0.0±0.0
<b>Nitritos (mg/L)</b>	0.03±0.01
<b>pH</b>	8.02±0.04
<b>S%</b>	5.0±0.0

Con los datos registrados de peso y alimento consumido, se calculó la tasa específica de crecimiento (%/día), el peso ganado (%), ganancia de peso individual (mg/día), alimento consumido individual (mg/día) y la Tasa de conversión alimenticia.

Los datos obtenidos de crecimiento, supervivencia, consumo alimenticio y eficiencia alimenticia de los diferentes tratamientos, se compararon mediante un análisis de varianza ANOVA de una vía, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ ; también se realizó un análisis Pos-hoc de Tuckey, para contrastar las diferencias entre los tratamientos. Dichos análisis se realizaron con el Programa MINITAB (Release 13.32).

## RESULTADOS OBTENIDOS Y CONCLUSIONES

Los resultados del crecimiento de los peces y la eficiencia de las dietas suministradas durante el experimento se muestran en la tabla 7. Teniendo en cuenta el peso final y el peso ganado, el mejor crecimiento de los peces se obtuvo con la dieta sin inclusión de ensilado ácido, mostrando diferencias significativas con los demás tratamientos ( $p < 0.05$ ), aunque los tratamientos de 10 y 20% de inclusión también presentaron crecimientos favorables sin diferencias entre ellos. El tratamiento con el que se obtuvo menor crecimiento fue el de 60% (Figura 1). En cuanto a la tasa específica de crecimiento, los mejores resultados se presentaron con la dieta sin inclusión de ensilado y la de 10% de inclusión.

La mejor supervivencia se presentó con las dietas de 0, 10 y 20% de inclusión de ensilado, las cuales no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Con el tratamiento de 60% se presentaron las mayores mortalidades (Figura 2).

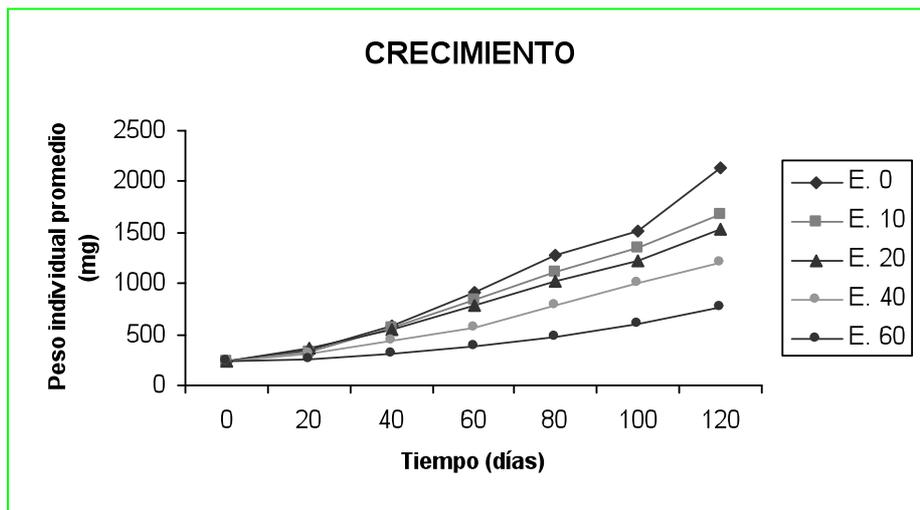


Figura 1. Crecimiento de los juveniles de pez blanco a lo largo del experimento. Índices diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

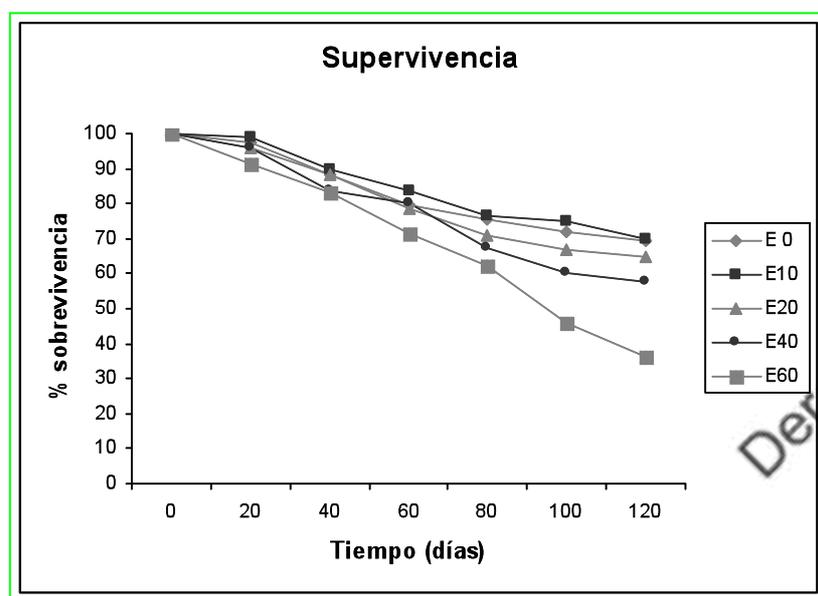


Figura 2. Supervivencia de los juveniles de *M. estor*, alimentados durante 120 días con los diferentes niveles de inclusión de ensilado ácido de pez diablo.

En la tabla 8 se exponen los resultados de los análisis proximales de los peces antes (iniciales) y después de alimentarlos con las dietas experimentales.

**EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE  
HIDROLIZADOS DE PEZ ARMADO COMO  
ALIMENTO PARA JUVENILES DE PEZ  
BLANCO *Menidia estor*.**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y  
FORESTALES. UMSNH**

**Responsable:** Dra. Mayra Elva Toledo Cuevas

**Colaborador:** Dr. Héctor Nolasco Soria

Ana Mauricia Ávalos Sánchez

Derechos

Derechos de Autor

## **INFORME DE ACTIVIDADES**

**“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE HIDROLIZADOS DE PEZ ARMADO  
COMO ALIMENTO PARA JUVENILES DE PEZ BLANCO *MENIDIA ESTOR*”**

**Responsables:**

**BIOL. ANA MAURICIA AVALOS SÁNCHEZ**

**DRA. E. MAYRA TOLEDO CUEVAS**

**DR. HÉCTOR NOLASCO SORIA**

Entre las alternativas de aprovechamiento del pez armado del balsas (*Pterygoplichthys disjunctivus* Weber 1991) se exploró su uso como alimento para la acuicultura mediante la elaboración de un producto industrial conocido como “hidrolizado”. Éste se obtiene por tratamiento enzimático con proteasas comerciales, para prehidrolizar la proteína, originando péptidos de menor tamaño y aminoácidos libres, con lo que estos productos aumentan su biodisponibilidad para las especies. Dichos hidrolizados serán incluidos en dietas artificiales. Uno de los métodos para evaluar la mayor biodisponibilidad de estos productos es a través de ensayos de digestibilidad in Vitro, lo cual se realizará en este proyecto con el pez blanco del lago de Pátzcuaro, *Menidia estor*, una especie de gran importancia económica y cultural para el estado de Michoacán. Sin embargo, esta estrategia solo valora el potencial digestivo de la especie sobre el alimento. Así que para valorar la potencial mejor digestión y absorción de dichos productos y su papel como atrayente, estas dietas también serán utilizadas para ensayos de crecimiento en juveniles de pez blanco.

Los avances logrados en la parte de Digestibilidad in Vitro son:

- Como uno de los parámetros para valorar la capacidad de los peces blancos para digerir los hidrolizados, se determinó el tiempo de tránsito intestinal en juveniles de seis meses de edad, resultando ser de 101 minutos (1 hora, cuarenta minutos). Este será el tiempo a usar en el ensayo de digestibilidad in Vitro, por que equivale al tiempo máximo que el alimento se encuentra disponible para los organismos antes de que éste ser desechado.
- Se elaboraron hidrolizados de tejido muscular de pez armado del balsas utilizando dos proteasas comerciales grado alimenticio: PROTAMEX y NEUTRASE (donadas por Novozymes Latinoamérica Ltda). Se ensayaron diferentes concentraciones [0.1, 0.2, 0.5%] de cada enzima a distintos tiempos. En los hidrolizados resultantes se cuantificó proteína por el método de Bradford y se analizaron los perfiles peptídicos mediante geles de poliacrilamida (SDS-PAGE) al 10%, usando como referencia hidrolizados comerciales de Soya y Pescado y una dieta comercial. Lo anterior debido a que en trabajos previos se observó un buen crecimiento en juveniles de pez blanco alimentados con una dieta conteniendo hidrolizado de Soya y con la dieta comercial, por encima de dietas que contenían hidrolizado de Pescado (Comn. Personal). Así que se consideró que la condición a seleccionar para elaborar el hidrolizado de pez armado en este trabajo (enzima, concentración y tiempo de digestión) sería aquella que generara un perfil peptídico semejante al hidrolizado de Soya y/o a la dieta comercial, en las que el grueso de los pesos moleculares de sus péptidos va desde los 24 a los 45kDa.
- Después de los análisis de perfiles peptídicos se eligió la enzima PROTAMEX a concentración 0.1% (concentración recomendada por los fabricantes) para elaborar los hidrolizados que posteriormente serán incluidos en la formulación de dietas completas.
- Se utilizarán hidrolizados producidos tras un periodo de digestión de 15 min, los cuales tienen péptidos de los tamaños del hidrolizado de soya (las proteínas de la

dieta comercial son mas grandes que las contenidas en el músculo del pez armado). Por otro lado, para valorar hidrolizados con péptidos de menores tamaños, sobre todo en los ensayos de crecimiento, también se utilizarán los producidos con un mayor tiempo de digestión (desde 1 hasta 16 hrs), seleccionando con base en: tamaño de péptidos, concentración de proteína soluble y nitrógeno proteínico.

- la digestibilidad in vitro de proteínas será ensayada sobre estas dietas, utilizando extractos enzimáticos digestivos de juveniles de pez blanco.

El ensayo de crecimiento será también evaluado con dichas dietas, utilizando juveniles de tres meses de edad.

PRODUCTOS ESPERADOS: Tesis de maestría (Biol. Ana Mauricia Avalos), publicación de un artículo científico y dietas para juveniles de pez blanco con mayor biodisponibilidad.

**USO DE ENSILAJE ÁCIDO DEL PEZ  
ARMADO (*Pterigoplichthys disjunctivus*)  
COMO INGREDIENTE EN DIETAS PARA  
LA TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLÓGICAS,  
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS DE LA UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA (UABC)**

**Responsable:** Dra. María Teresa Viana

**Colaboradores:** Aacini Huerta  
Servando Rueda  
Gabriel Correa Reyes  
Andrea Reyes

**“USO DE ENSILAJE ÁCIDO DEL PEZ ARMADO (*Pterigoplichthys disjunctivus*)  
COMO INGREDIENTE EN DIETAS PARA LA TILAPIA (*Oreochromis niloticuss*)”.**

**Responsable: María Teresa Viana <sup>a</sup>**

**Participantes: Aacini Huerta<sup>b</sup>; Servando Rueda<sup>\*b</sup>; Gabriel Correa-Reyes <sup>a</sup>, Andrea  
Reyes<sup>c</sup>.**

<sup>a</sup> Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California  
(UABC), PO Box 453, Ensenada BC 22860, México, <sup>b</sup> Facultad de Ciencias Marinas,  
UABC,

<sup>c</sup> Universidad de Guadalajara

## Introducción

El uso de subproductos en dietas para la acuicultura, si bien no es un tema nuevo, constituye un problema constante para dar uso al 30% de los restos de peces que no son utilizados en la industria del fileteado de pescado, así como de aquellas especies con una problemática, ya sea por un bajo o nulo valor comercial, exceso de producción o los subproductos generados de éstos. En este caso, el pez armado (*Pterigoplichthys disjunctivus*) es una especie exótica a México, introducido de Brasil y ahora, causa de un problema de sobrepoblación en la presa “El Infiernillo” en el estado de Michoacán. Como consecuencia, se observa un decremento en la pesca artesanal del lugar con una obvia repercusión económica. Por otro lado, el único valor comercial que se tiene registro para esta especie es en la Acuarofilia, sin embargo, está acotado a organismos menores a 10 cm, dejando una problemática latente con organismos de tallas mayores.

## Objetivo

Medir el efecto de la sustitución gradual de harina de pescado por ensilaje del Pez Armado en la formulación de dietas para Tilapia (*Oreochromis niloticuss*).

1. Medir el efecto de su incorporación hasta en un 15% en sustitución de la harina de pescado (4 niveles) (Primer experimento)
2. Medir el efecto de su incorporación hasta en un 30% en sustitución de la harina de pescado (4 niveles) (Segundo experimento)

## Materiales y Métodos

Para la realización del ensilaje de pescado se utilizaron desechos de Pez Armado (*Pterigoplichthys disjunctivus*) provenientes de la Presa “El Infiernillo” en Michoacán. Los desechos consistían en: peces pequeños y completos pero sin cabeza para el primer experimento, mientras que para el segundo se usaron solo las pieles y cabezas (sin músculo), en ambos casos los desechos fueron molidos y almacenados durante 3 semanas con un 2.6% de ácido cítrico más un 2.6% de ácido fosfórico (Viana *et al.*, 2003). En el primer experimento se formularon 4 dietas para tilapia, sustituyendo la harina de pescado por 4 niveles de ensilaje de pez armado (0, 10, 15 y 20% base seca) como se muestra en el cuadro 1, mientras que en el segundo experimento se formularon las cuatro dietas hasta el 30% (0, 10, 20 y 30%) equivalente a la sustitución total de la harina de pescado.

### Primer experimento:

### *Diseño Experimental:*

Un lote de 685 alevines de Tilapias los cuales fueron distribuidos al azar en 12 estanques de 500 L conectados a un sistema cerrado de recirculación de agua. Los peces fueron alimentados diariamente “*ad libitum*” a una razón del 6% de su peso diario dividido en 3 raciones por día. Cada quince días se realizó un muestreo al azar de 15 organismos en cada unidad experimental determinándose su peso y longitud promedio. Al inicio y al final del experimento se tomó una muestra de 3 tilapias por estanque con el fin de determinar, al igual que el alimento, su composición proximal. Se realizó un análisis de varianza de una vía ( $\alpha=0.05$ ), con el fin de determinar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

### *Resultados:*

La composición bioquímica de las dietas experimentales en general no mostró diferencias significativas entre ellas registrándose porcentajes de 33 a 38 % de Proteínas; 4.4 a 5.0 % de Lípidos; 7.5 a 10.0 % de Cenizas y de 2.0 a 2.8 % de Humedad (Cuadro 1). La talla y el peso promedio inicial para los alevines de tilapia fue de  $1.6\pm 0.8$  g y de  $4.2\pm 0.8$  mm. Después de 50 días de experimentación no se pudo determinar diferencias significativas entre el crecimiento en peso ( $11.35\pm 1.5$  g) y longitud ( $8.1\pm 1.4$  mm día<sup>-1</sup>), obteniéndose tasas de crecimiento por día muy similares entre las 4 diferentes dietas ensayadas (0.66 a 0.75 mm día<sup>-1</sup> y de 166 a 196 mg día<sup>-1</sup>, longitud y peso respectivamente) (Cuadro 2).

### *Discusión y Conclusiones:*

Debido a que no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento de los alevines de tilapia en 50 días de experimentación y que la composición bioquímica de las dietas no se vio afectada por la sustitución del ensilaje del pez armado, pudiéramos llegar a la conclusión de que los subproductos del organismo es una fuente de proteína alternativa de bajo costo, y que puede ser utilizada sin ningún efecto negativo en la elaboración de dietas para peces herbívoros como lo es la Tilapia. Por tal motivo podemos considerar que la inclusión de este sub-producto en la elaboración de alimentos balanceados para tilapia puede llegar a representar un ahorro del 93% del uso de la harina de pescado utilizada en la elaboración del alimento balanceado para estos organismos. Además, de que resuelve en cierta medida la problemática de uso para la biomasa de cosecha de este organismo.

### **Segundo experimento:**

Siguiendo la misma metodología que en el experimento 1, se hicieron dietas con 4 niveles de sustitución de harina de pescado (0, 10, 20 y 30%) hasta llegar a la sustitución total de la harina de pescado (Cuadro 3). Grupos de 65 organismos cada uno fueron distribuidos al azar en 12 estanques de 500 L conectados a un sistema cerrado de recirculación de agua. Los peces fueron alimentados diariamente “*ad libitum*” a una razón del 6% de su peso diario dividido en 3 raciones por día. Cada quince días se realizó un muestreo al azar de 15 organismos en cada unidad experimental determinándose su peso y longitud promedio. Al inicio y al final del experimento se tomó una muestra de 3 tilapias por estanque con el fin de determinar, al igual que el alimento, su composición proximal. Se realizó un análisis de

varianza de una vía ( $\alpha=0.05$ ), con el fin de determinar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

#### *Resultados:*

La composición bioquímica de las dietas mostró diferencias significativas con un máximo de proteína para la dieta compuesta por 100% de harina de pescado (49% de proteína), mientras que la dieta que contenía 100% con harina de ensilaje presentó un contenido de proteína del 30%. El crecimiento también mostró diferencias significativas con un máximo de crecimiento para el de 100% y 30% de sustitución con ensilaje de pez armado (10% de contenido), mientras que las dietas con 60 y 100% de sustitución presentaron el menor crecimiento.

#### *Discusión y Conclusiones:*

Las dietas se vieron influenciadas por la sustitución de ensilaje ácido de pez armado. En este experimento el ensilaje era de pez completo pero sin músculo, por lo que la calidad bajó significativamente en comparación al Experimento 1 en donde se incluyeron pescados completos sin cabeza. Esto se hizo con el propósito de llegar a la situación extrema del ensilaje ya que en el experimento anterior no se pudieron observar diferencias significativas. La razón por la cual se obtuvieron cantidades de proteína de 49.7 a 30% es difícil de explicar ya que de acuerdo a los ingredientes contenidos se esperaba obtener un máximo de 35% de proteína para la dieta con harina de pescado. Quizás se deba a una adulteración de la misma, sin embargo o una falla en el análisis proximal (aspecto que deberá corroborarse). Sin embargo, la dieta 3 conteniendo un 36% de proteína, considerado como óptimo, presentó un 25% en reducción de crecimiento total, lo cual nos indica que seguramente el contenido de nitrógeno total esté alterado o bien exista un error constante en la cuantificación de proteína. Aún así, la mortalidad no se vio afectada con máximo del 5% de mortalidad. Es indispensable hacer un estudio de costos para determinar el costo beneficio en la reducción del crecimiento utilizando una fuente de ensilaje ácido de pez armado con una sustitución total de harina de pescado.

Table 1. Ingredient ( $\text{g kg}^{-1}$  dry weight) and proximate composition (%) of four experimental diets at different levels of fish meal replaced by fish silage made from *Pterigoplichthys disjunctivus*.

Ingredients	TREATMENTS			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Fish meal <sup>a</sup>	250	200	150	100
Fish silage <sup>b</sup>	0	50	100	150
Soybean meal <sup>c</sup>	250	250	250	250
Wheat bran	150	150	150	150
Wheat flour	145	145	145	145
Cornstarch	88	88	88	88
Gelatin	50	50	50	50
Corn oil	30	30	30	30
Fish oil	20	20	20	20
Vitamin and mineral premix <sup>d</sup>	15	15	15	15
Stay C	2	2	2	2

Proximate composition				
Crude protein (%)	37.63±0.00 a	33.25±2.32 a	33.54±1.82 a	32.96±2.53 a
Total lipids (%)	4.43±0.19 a	4.65±0.29 a	4.92±0.95 a	5.07±0.11 a
Ash (%)	7.56±0.05 d	8.43±0.20 c	9.36±0.15 b	10.13±0.15 a
NFE <sup>e</sup>	47.79	50.87	50.10	49.79

<sup>a</sup> From Concentrados California (Ensenada, Mexico) 68% crude protein.

<sup>b</sup> Made from *Pterigoplichthys multiradiatus* (Hancock) according to Viana *et al.*, 1993

<sup>c</sup> From (42% CP).

<sup>d</sup> Vitamin mixture (1.3 %), Stay-C (0.4 %) and minerals mixture (3.3%), kindly donated by DSM, Guadalajara, Mexico.

<sup>e</sup> NFE = 100 - (% Crude protein + % Total lipids + % Ash).

Table 2. Biological indices obtained for juvenile of Tilapia (*Oreochromis niloticuss*, L.), feed four levels diets of fish silage replacement for fish meal.

INDICES	TREATMENTS			
	T1	T2	T3	T4
Initial Length (cm)	4.3±0.7	4.2±0.8	4.2±0.8	4.3±1.0
Final Length (cm)	8.1±1.4	8.1±1.5	8.1±1.3	8.1±1.5
Length growth rate (mm/day)	0.71±0.04	0.75±0.02	0.71±0.05	0.66±0.03
Length gain (cm)				
Initial Weight (gr)	1.5±0.7	1.4±0.7	1.8±1.6	1.5±0.7
Final weight (gr)	11.4±1.5	11.3±1.3	11.3±1.5	11.4±1.4
Growth rate (mg day <sup>-1</sup> )	186.40±14.20	196.94±19.8	178.93±3.5	166.70±10.3
Weight gain (gr)				
Mortality (%)	0.59±1.03	1.75±1.75	3.67±4.91	1.75±1.75

Standard errors are given.

Values in the same row with different superscripts are statistically different  $p < 0.05$ .

Table 3. Ingredient ( $\text{g kg}^{-1}$  dry weight) and proximate composition (%) of four experimental diets at different levels of fish meal replaced by fish silage made from *Pterigoplichthys disjunctivus*.

Ingredients	TREATMENTS			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Fish meal <sup>b</sup>	30.0	20.0	10.0	0.0
Fish silage <sup>b</sup>	0.0	10 (26.8 comh)	20.0 (53.5comh)	30.0 (80.25comh)
Soybean meal <sup>c</sup>	18.0	19.0	20.0	21.0
Wheat flour	15.0	15.0	15.0	15.0
Alfalfa meal	6.0	6.0	6.0	6.0
Cornstarch	12.8	12.8	12.8	12.8
Gelatin	5.0	5.0	5.0	5.0
Corn meal (maseca)	10.0	9.0	8.0	7.0
Vitamin and mineral premix <sup>d</sup>	3.0	3.0	3.0	3.0
Stay C	0.20	0.20	0.20	0.20
<b>Proximate composition</b>				
Dry matter (%)				
Crude protein (%)	49.76±1.82	46.87±0.88	36.03±1.02	30.41±2.08
Total lipids (%)	7.26±0.31	8.17±0.24	8.33±0.19	11.02±0.27
Ash (%)	8.80±0.08	10.71±0.16	13.27±0.07	14.90±0.21
NFE <sup>e</sup>	34.18	34.25	42.37	43.67
Energy (Kcal g <sup>-1</sup> )	5.22	5.22	5.09	5.15
P:E	95.31	89.38	70.78	59.04

<sup>a</sup> From Concentrados California (Ensenada, Mexico) 68% crude protein.

<sup>b</sup> Made from *Pterigoplichthys multiradiatus* (Hancock) according to Viana *et al.*, 1993

<sup>c</sup> From (42% CP).

<sup>d</sup> Vitamin mixture (1.3 %), Stay-C (0.4 %) and minerals mixture (3.3%), kindly donated by DSM, Guadalajara, Mexico.

<sup>e</sup> NFE = 100 - (% Crude protein + % Total lipids + % Ash).

Cuadro 4. Biological indices obtained for juvenile of Tilapia (*Oreochromis niloticuss*, L.), feed four levels diets of fish silage replacement for fish meal.

INDICES	TREATMENTS			
	T1	T2	T3	T4
Initial Length (mm)	<b>19.12±2.71</b>	<b>19.12±2.71</b>	<b>19.12±2.71</b>	<b>19.12±2.71</b>
Final Length (cm)	<b>52.31±8.39</b>	<b>49.71±6.58</b>	<b>49.00±7.66</b>	<b>47.17±6.28</b>
Length growth rate (mm/day)	<b>0.55</b>	<b>0.50</b>	<b>0.49</b>	<b>0.46</b>
Initial Weight (gr)	<b>0.17±0.02</b>	<b>0.17±0.02</b>	<b>0.17±0.02</b>	<b>0.17±0.02</b>
Final weight (gr)	<b>2.45±1.40</b>	<b>2.04±0.89</b>	<b>1.93±1.05</b>	<b>1.60±0.70</b>
Growth rate (mg day <sup>-1</sup> )	<b>0.038</b>	<b>0.031</b>	<b>0.029</b>	<b>0.023</b>
Total weight gain (%)	<b>657.7</b>	<b>508.59</b>	<b>492.12</b>	<b>394.45</b>
Survival (%)	<b>96.92</b>	<b>91.79</b>	<b>95.38</b>	<b>94.35</b>

Standard errors are given.

Values in the same row with different superscripts are statistically different  $p < 0.05$ .

# UTILIZACIÓN DEL ENSILAJE ÁCIDO DE PEZ ARMADO (*Pterigoplichthys disjunctivus*) EN NUTRICIÓN DE CERDOS Y BOVINOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO- FESC.  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y  
FORESTALES. UMSNH

**Responsable:** Dr. Armando Shimada Miyasaka  
Dr. Guillermo Salas Razo

Derechos de Autor

**PROYECTO:**

***DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO E  
INDUSRIALIZACIÓN DEL PEZ DIABLO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS EN  
MICHOACÁN***

**Utilización del Ensilaje Ácido de Pez Armado en la Nutrición Animal**

**INFORME FINAL**

**DR. GUILLERMO SALAS RAZO (IIAF UMSNH)**

**DR. ARMANDO SHIMADA MIYASAKA**

**(FESC-UNAM)**

## ÍNDICE

### **1. Introducción**

### **2. Antecedentes**

2.1 Crisis Agroalimentaria

2.2 Importancia de la Actividad Ganadera

2.3 El uso del Pescado en la Alimentación Animal

2.5 Disponibilidad de los Recursos

2.6 Ensilaje

### **3. Planteamiento del Problema**

### **4. Objetivo**

### **5. Hipótesis**

**6. Utilización del ensilaje ácido de pez armado en la nutrición de cerdos**

**7. Utilización del ensilaje ácido de pez armado en la nutrición de bovinos**

### **7. Bibliografía**

## **1. INTRODUCCION**

Debido a la problemática que enfrenta la comunidad internacional ante la incertidumbre sobre la seguridad alimentaria, surge la necesidad de encontrar nuevas formas de alimentación para el ganado, que sean de bajo costo, fáciles de adoptar y que preserven el medio ambiente. Bajo esta problemática, el presente proyecto de investigación pretende aprovechar de manera útil al pez armado (pez diablo) para la alimentación animal, el cual se encuentra en gran población en la presa “El Infiernillo” y sus alrededores. Este pez es capturado y tirado a cielo abierto ya que no es consumido por el hombre, siendo por lo tanto una fuente importante de contaminación. De ahí, que se planteó la posibilidad de aprovechar este recurso como alimento para los animales como complemento o suplemento alimenticio, a través de un proceso de ensilaje ácido, pues es una fuente rica en proteína que pudiera ser utilizada en aquellos lugares donde los insumos son relativamente costosos o difíciles de conseguir.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 Crisis Agroalimentaria**

Los modelos predicen que es posible que los precios de los alimentos en los mercados mundiales reviertan la tendencia a la baja que registran desde hace tiempo, lo que provoca una creciente incertidumbre acerca de la seguridad alimentaria mundial. El cambio climático, la degradación y contaminación ambiental, la creciente competencia por tierra y agua, los elevados precios de la energía y las dudas respecto a los niveles en que adoptarán las nuevas tecnologías, son factores que presentan enormes desafíos y riesgos que dificultan los pronósticos (Banco Mundial, 2008).

A fin de satisfacer la demanda proyectada para el 2030, deberá incrementarse casi en un 50% la producción de cereales, mientras que la producción de carne deberá hacerlo en un 85%, con respecto a los valores del 2000 (Banco Mundial, 2008). Con relación a la agricultura mexicana, la FAO sostiene que esta actividad no es competitiva; señala que presenta bajos niveles de producción y productividad, debido a los rezagos acumulados en infraestructura, tecnología e inversiones en este sector (FAO, 2000).

### **2.2 Importancia de la Actividad Ganadera**

A este respecto, el banco mundial considera que la ganadería seguirá siendo un componente importante de la agricultura mundial que permitirá afrontar la inminente crisis alimentaria; sobre todo, si se considera que la ganadería no sólo se limita a la producción directa de alimentos, sino que es generadora de empleos directos e indirectos, pues comprende también la estructura social y el bienestar de muchas sociedades rurales (FAO, 1997).

No obstante, en muchas regiones del país la ganadería tiene problemas para subsistir, específicamente en aquellas más pobres en donde la falta de infraestructura y recursos dificulta la producción de alimentos. Bajo esta situación, resulta inminente encontrar nuevos diseños y técnicas de alimentación para los animales, como puede ser la utilización de alimentos no convencionales que no compitan con los alimentos propios del humano, además de que sean económicas, fáciles de adoptar y que ayuden a conservar el medio ambiente. Tal es el caso del pez armado el cual se encuentra en gran población en la presa el Infiernillo y que por el momento esta siendo desaprovechado, por lo que resulta alentador darle un uso a éste recurso, como incorporarlo a la nutrición animal para transformarlo en producción de carne, leche o huevo.

### **2.3 El uso del Pescado en la Alimentación Animal**

Las harinas y aceites de pescado son productos de origen natural obtenidos tanto de desperdicios de la pesca como de especies que se capturan únicamente para estos fines; productos que son utilizados por su alto contenido proteico en la formulación de alimentos balanceados para aves, rumiantes y cerdos (Zaldívar, 2000).

Otra forma de utilizar al pescado en la alimentación animal sería en forma de ensilaje, destinado principalmente a la formulación de dietas para engorda de animales de granja. El ensilaje de pescado es un producto más o menos pastoso y fundamentalmente de tipo proteico. En Noruega el ensilado de pescado posee un buen mercado en la elaboración de “pellets” que con mezcla de cereales, se utiliza para la elaboración de alimento seco para cerdos. Si bien es cierto que el tema perdió interés sobre tecnología de productos pesqueros; en Brasil y Cuba el tema es de actualidad (Manca E. 2006).

### **2.4 Disponibilidad de los Recursos**

En Michoacán se localiza La presa Infiernillo; en la que se encuentra una gran población del Pez Armado, y que por desgracia es desaprovechado; éste se ha expandido a sus alrededores; por lo que es necesario encontrar un uso a este recurso, como el de incorporarlo a la alimentación animal.

### **2.5 Ensilaje**

La importancia del ensilado radica en que es de bajo costo y alto valor nutricional (Ceryantes, 1979; Domínguez, 1994; Lessi, 1994; Figueroa, 1996; Tibbets et al., 1981). La técnica de ensilaje puede ser mediante la adición de ácidos orgánicos, inorgánicos, sal, mezclas de ellos (Windsor & Barlow, 1982). Otra forma es la de usar un fermento biológico en base a vegetales ricos en bacterias lácticas que fermentan los azúcares y producen ácido láctico. Sin embargo, trabajos previos han planteado que la utilización del ensilaje ácido podría ser problemática, de tal manera que se tendría que utilizar bicarbonato o algún otro buffer para estabilizarlo antes de ofrecerse a los animales.

## **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La inminente problemática alimentaria que enfrenta el mundo, obliga al desarrollo de nuevas y diferentes estrategias para la producción de alimentos; por lo que la utilización del ensilaje ácido del pez Armado podría ser utilizada en la producción animal; sobre todo en aquellas zonas o regiones donde la ganadería enfrenta la gran dificultad para subsistir y se hace difícil la obtención de insumos ya sea por los precios altos o por la carencia de los mismos. Por ello con la implementación de esta técnica se pueden tener animales sanos, con una eficiente conversión alimenticia y con producción de carne, leche y huevo de buena calidad.

De ahí que el ensilaje ácido de pez Armado represente una estrategia de suplementación o complementación alimenticia: simple, económica, de alto valor proteico, que requiere equipamiento y mano de obra de bajo costo, además de que puede adaptarse tanto a la producción industrial como a la artesanal.

#### **4. OBJETIVO**

Evaluar la utilización ensilaje ácido del pez Armado en la nutrición animal como suplemento o complemento proteico.

#### **5. HIPOTESIS**

El ensilaje ácido de pez Armado es una fuente de proteína que puede ser utilizada directamente como complemento alimenticio en la dieta de los animales, sin detrimento en la calidad de la carne, leche o huevo.

#### **6. UTILIZACIÓN DEL ENSILAJE ÁCIDO DE PEZ ARMADO EN LA NUTRICIÓN DE CERDOS**

##### **Experimento I**

Este experimento se diseñó para dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Se lo comen?

¿Sirve?

¿A qué concentración?

¿Representa una alternativa?

¿La carne tiene sabor residual?

##### **MATERIALES Y METODOS**

Se utilizaron 16 lechones destetados de una craza comercial, con un peso promedio inicial de 25.1 kg, distribuidos en cuatro tratamientos totalmente al azar con dos repeticiones por tratamiento, quedando dos cerdos por repetición, independientemente si eran hembras o machos; los machos fueron castrados al día de nacidos.

Todos los animales de cada repetición fueron pesados cada 14 días, hasta el peso de venta de 84.2 kg en promedio, además se pesó el alimento ofrecido y el sobrante para calcular el consumo.

Se obtuvieron curvas de crecimiento y de consumo de alimento para determinar la conversión alimenticia.

Las dietas se diseñaron para alimentar en dos etapas: crecimiento (de los 20 a los 50 kg); finalización (de los 50 a los 90 kg), y las formulas se describen en el cuadro 1 y cuadro 2

Cuadro 1. Formula de crecimiento

<i>Ingredientes</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
Ensilaje de pescado	45	30	15	0
Harina de pescado + agua	0	15	30	45
Grano molido	55	55	55	55
Suplemento vitamínico	+	+	+	+

La harina de pescado se mezcló con agua de tal forma que tuviera la misma humedad que el silo de pescado.

Cuadro 2. Formula de finalización

<i>Ingredientes</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>
Ensilaje de pescado	42	28	14	0
Harina de pescado + agua	0	14	28	42
Grano molido	58	58	58	58
Suplemento vitamínico	+	+	+	+

El suplemento vitamínico se inyectó a cada animal (las liposolubles una sola vez, las hidrosolubles cada mes).

Los animales fueron sacrificados y se realizaron algunas mediciones para evaluar el rendimiento y calidad de la canal.

## RESULTADOS

Hubo diferencias significativas en cuanto a:

Peso de la canal ( $P=0.047$   $t1 \neq t2$ ; consumo de alimento de los 14 a los 28 días ( $P=0.015$   $t1 \neq t2$ ,  $t2 \neq t4$ ; ganancia de peso total ( $P=0.014$   $t1 \neq t2$   $t1 \neq t4$ ); conversión alimenticia ( $P=0.044$   $t1 \neq t2 \neq t3 \neq t4$ ); perímetro del jamón ( $P=0.046$   $t1 \neq t2 \neq t3$ ); grasa 1 ( $t1 \neq t2 \neq t3$ ;  $t2 \neq t3 \neq t4$ ); y grasa 10 ( $t1 \neq t2 \neq t4$ ;  $t2 \neq t3$ ;  $P=0.42$  y  $0.46$ , respectivamente).

Como puede verse en la figura 1, los cerdos que consumieron las más altas concentraciones de silo ( $t1$ ) tuvieron un crecimiento similar que el resto de los tratamientos, hasta las 6 semanas de experimentación; posteriormente su ganancia de peso comenzó a declinar por lo que obtuvieron un peso final menor que el resto ( $P>0.05$ ). En contraste, los animales tratados con 30% de silo de pescado ( $t2$ ) lograron un peso final similar al de los animales que sólo recibieron harina de pescado, aunque las diferencias entre los cuatro tratamientos no fueron significativas.

El consumo de alimento durante el experimento fue superior ( $P=0.10$ ) en los animales alimentados con 30–28 % de ensilaje de pescado ( $T2$ ) en su y más bajo en los que recibieron 45–42% ( $T1$ ).

Figura 1. Curva de crecimiento de cerdos suplementados con diferentes concentraciones de ensilaje de pescado ( $t1=45\%$ ;  $t2=30\%$ ;  $t3=15\%$ ;  $t4=0\%$ ), Las figuras indican los promedios y

las líneas, las desviaciones estándar; los valores promedio están desplazados a fin de poder observar las desviaciones estándar en cada medición.

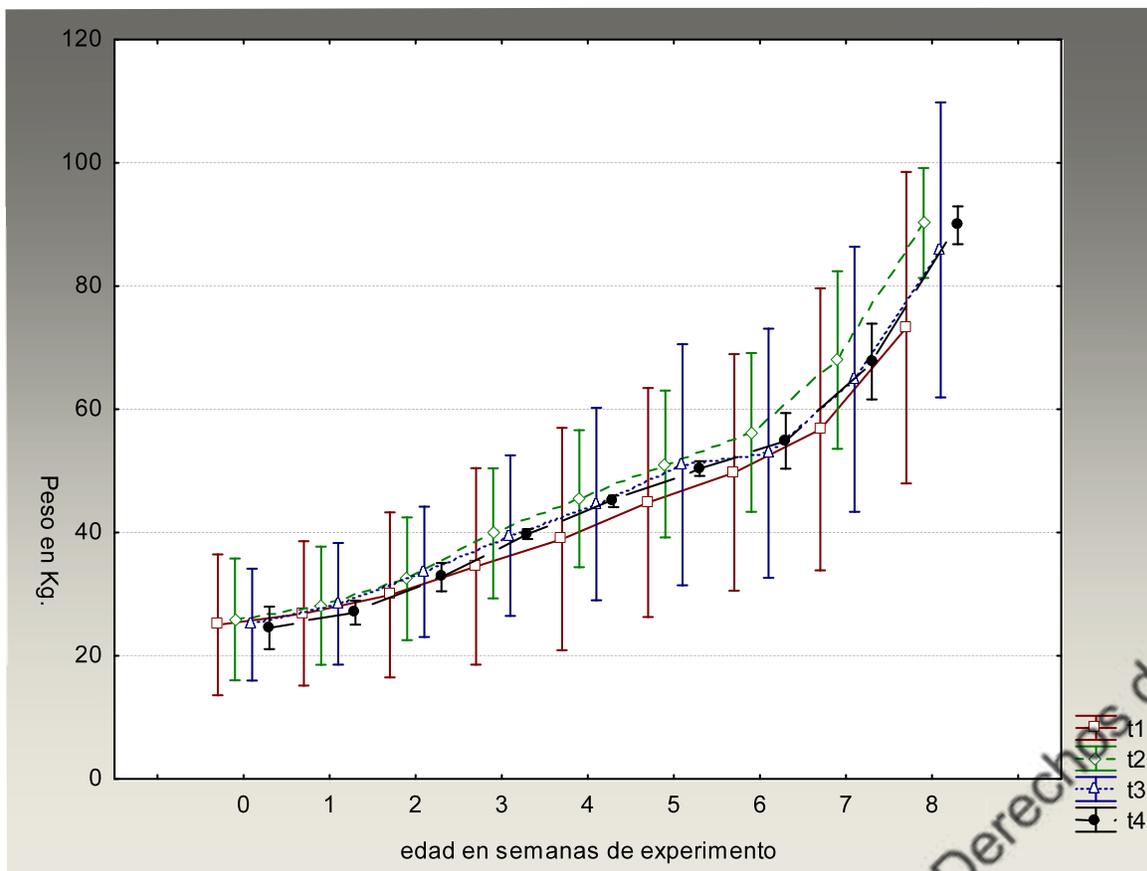


Figura 2. Promedios de consumo de alimento durante el experimento, los círculos indican los promedios y las líneas, las desviaciones estándar. Los círculos indican los promedios y las líneas, el intervalo de confianza del 95%.

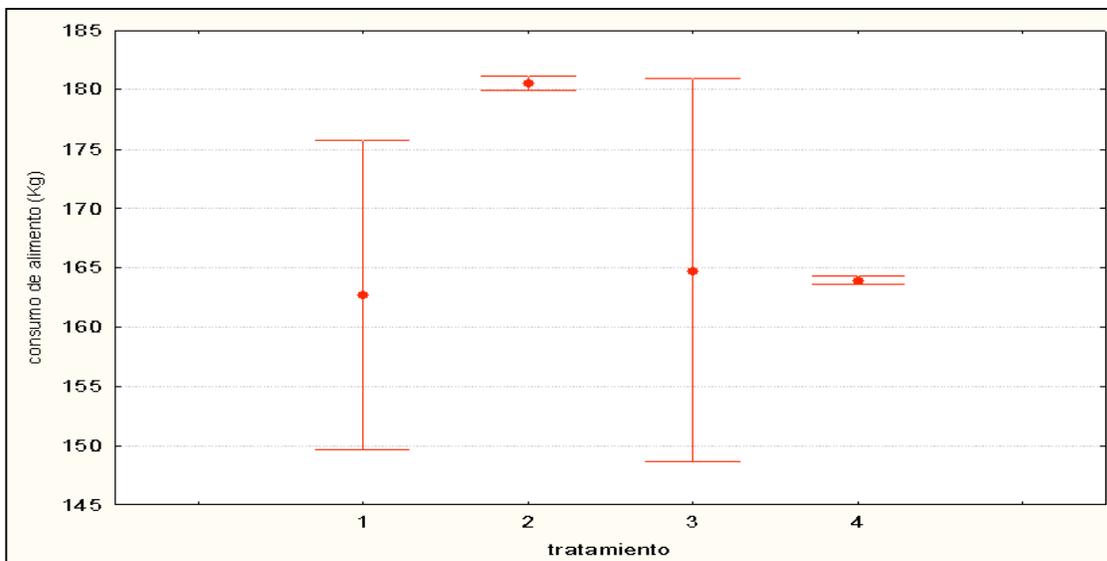
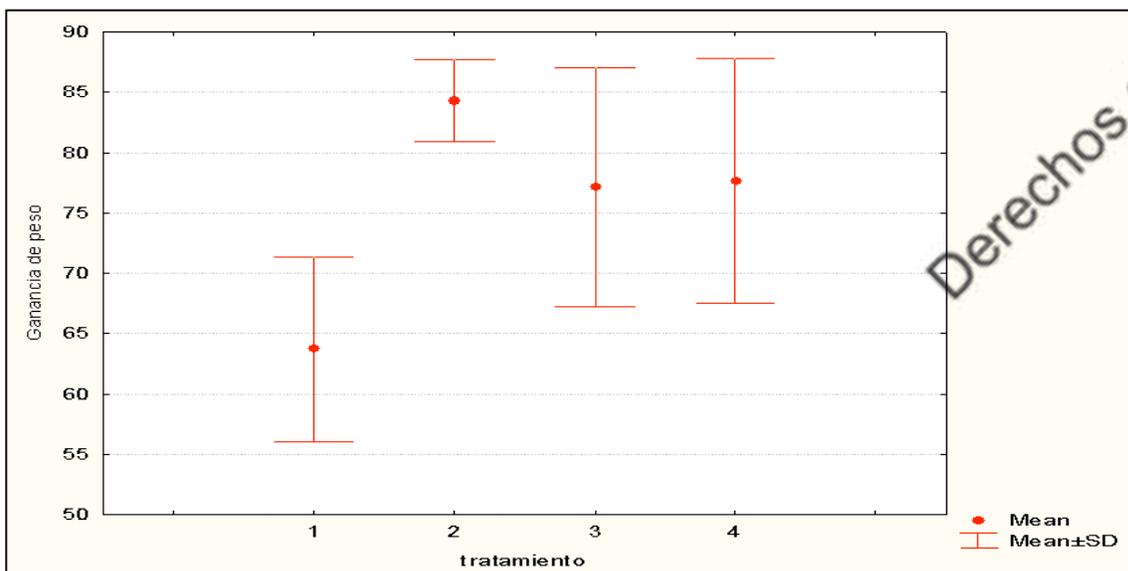
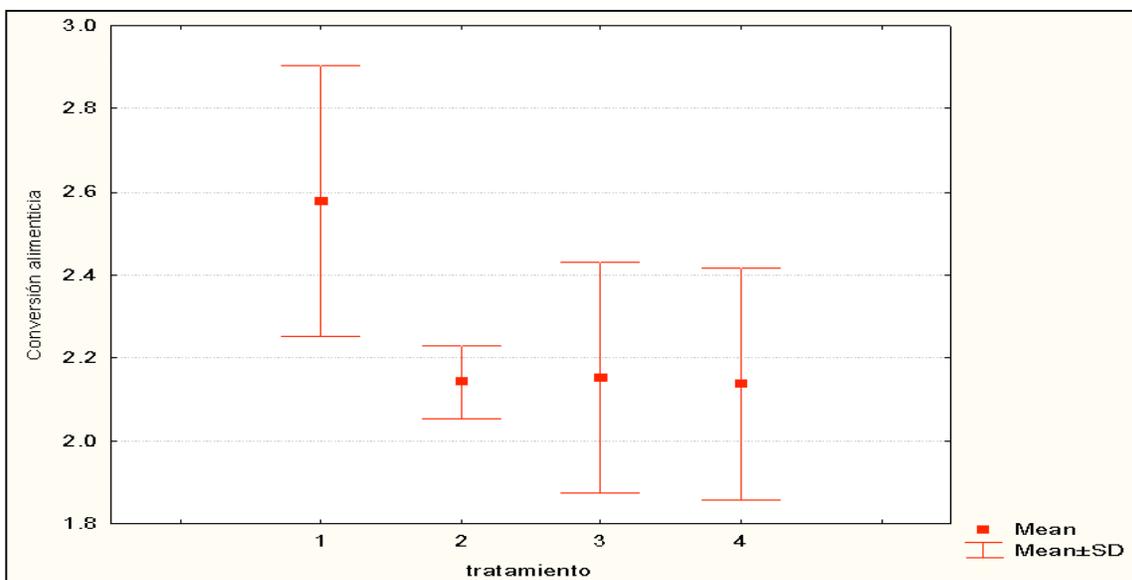


Figura 3. Ganancias de peso de cerdos suplementados con diferentes concentraciones de ensilaje de pescado.



La ganancia de peso en los animales que recibieron 30-28 % de ensilaje de pescado (t2) fue la mayor y en los de 15-14 % (t3) fue comparable con los que recibieron exclusivamente harina de pescado como fuente de proteína (t4).

Figura 4. Conversión alimenticia de cerdos suplementados con diferentes concentraciones de ensilaje de pescado.



La conversión alimenticia en los animales que recibieron 30-28 % (t2) y 15-14 % (t3) de ensilaje de pescado fue comparable con los que recibieron exclusivamente harina de pescado como fuente de proteína (t4).

Cuadro 3. Promedios de rendimiento y características de la canal de cerdos suplementados con diferentes concentraciones de ensilaje de pescado (t1= 45%, t2= 30%, t3=15%, t4 = 0 %).

VARIABLE	T1	T2	T3	T4
PESO DEL CERDO (kg)	88.75	110.25	102.25	106.33
PESO DE LA CANAL (kg) (45 min, post mortem)	67.00a	89.50b	79.25b	83.67b
PESO DE LA CABEZA (kg)	6.45	6.81	6.66	6.45
pH	6.65	7.40	6.88	6.60
LONGITUD DE LA CANAL (cm)	78.63	63.18	84.88	79.67
LONGITUD DE LA MANO (cm)	24.50	21.50	22.13	25.00
LONGITUD DE LA PATA (cm)	26.13	26.38	28.25	27.83
LONGITUD DEL JAMÓN (cm)	34.00	34.63	33.25	31.83
PERIMETRO DEL JAMÓN (cm)	65.75a	80.63b	75.88b	74.50b
PERIMETRO DE LA CAÑA (cm)	17.00	17.63	17.63	17.33
GRASA EN PRIMERA COSTILLA (cm)	2.00a	3.43b	3.71b	3.85b
GRASA EN ÚLTIMA COSTILLA (cm)	0.90a	2.19b	1.15b	2.07b
GRASA EN EXTREMO CRANEAL DEL MUSCULO GLÚTEO MEDIO (cm)	1.58	2.15	3.19	2.08
GRASA EN GLÚTEO MEDIO (cm)	1.25	1.39	1.76	1.62

Solamente hubo diferencias significativas en cuanto a peso de la canal, perímetro del jamón y grasa en la primera y última costilla ( $P < 0.05$ ).

## Experimento II

Este experimento se diseñó para dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cómo se comporta frente a un sistema de alimentación comercial ?

¿Cuál es el mejor nivel de inclusión en la dieta de los cerdos?

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 28 lechones destetados de una craza comercial, con un peso promedio inicial de 30.9 kg, distribuidos totalmente al azar en cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) con dos repeticiones por tratamiento, quedando tres cerdos por repetición independientemente si eran hembras o machos, los machos fueron castrados al día de nacidos, en el lote con la fórmula del productor quedaron seis en el denominado T4, I y cuatro en el denominado T4, II.

Todos los animales de cada repetición fueron pesados al inicio del tratamiento y a los 14 días y llevados hasta el peso de 78.4 kg. A partir de este peso todos los cerdos se finalizaron con la fórmula del productor. Se pesó el alimento ofrecido y el sobrante para obtener el consumo.

Las dietas se diseñaron para alimentar en dos etapas: de los 30 a los 60kg y de los 60 a los 80Kg, las formulas se describen en los cuadros 1,2,3 y 4.

Cuadro 4. Dieta: Tratamiento 1

<i>Ingredientes</i>	<i>30 – 60 kg</i>	<i>60 – 80 kg.</i>
Ensilaje húmedo	27	27
Porquina	19	9
Galleta	54	64
Minerales	+++	+

Cuadro 5. Dieta: Tratamiento 2

<i>Ingredientes</i>	<i>30 – 60 kg</i>	<i>60 – 80 kg</i>
Ensilaje húmedo	27	19
Porquina	19	13
Galleta	54	68
Minerales	+++	+

Cuadro 6. Dieta: Tratamiento 3

<i>Ingredientes</i>	<i>30 – 60 kg</i>	<i>60 – 80 kg</i>
Ensilaje húmedo	27	27
Galleta	73	73
Minerales	+++	+

Cuadro 7. Dieta: Tratamiento 4

Grupo control, dieta utilizada por el productor

<i>Ingredientes</i>	<i>30 – 60 kg</i>	<i>60 – 80 kg</i>
Porquina	34	22
Galleta	66	78
Minerales	+++	-

**RESULTADOS**

Figura 5. Consumos diarios de alimento de cerdos suplementados con diferentes concentraciones de ensilaje de pescado, en la fase de crecimiento (30 a 60 kg) y finalización (60 a 100 kg) *vs.* la dieta utilizada por el productor; (t1= c27% y f27%; t2= c27% y f19%; t3= c27% y f27%; t4 = 0 %).

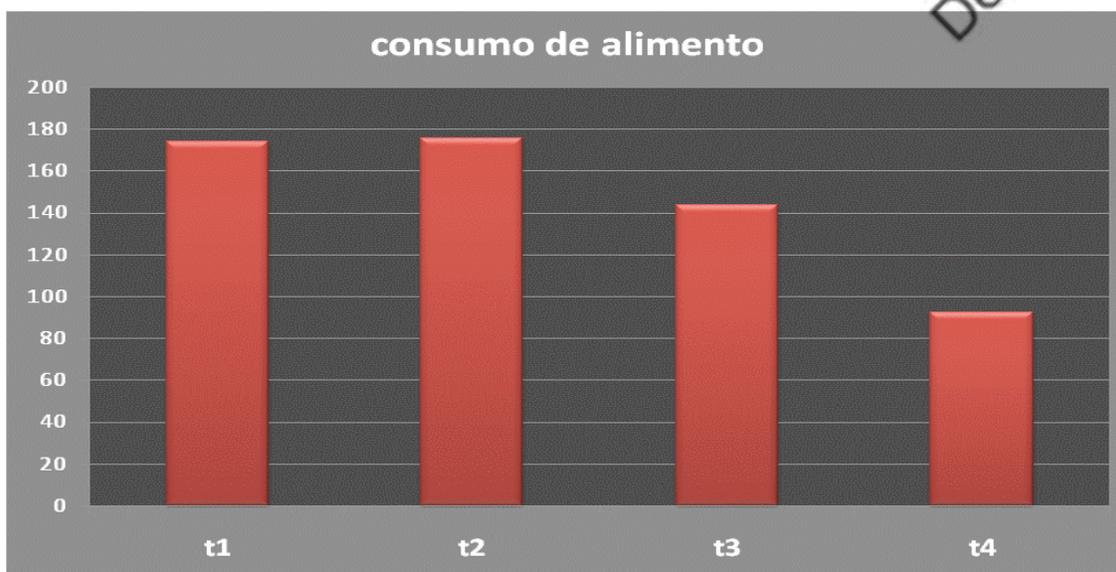
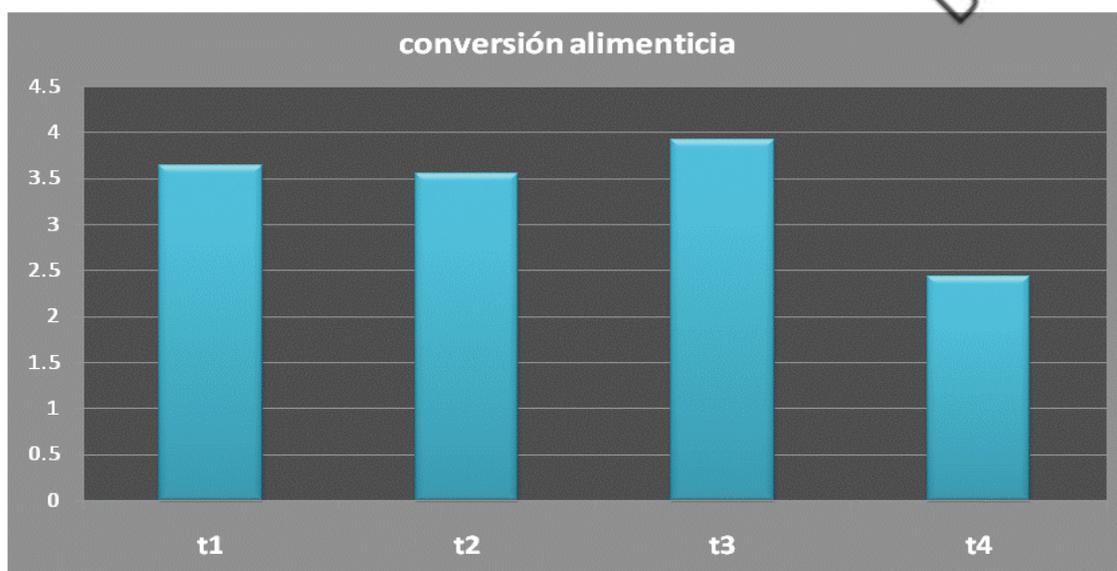


Figura 6. Ganancia diaria de peso de cerdos suplementados con diferentes concentraciones de ensilaje de pescado, en la fase de crecimiento (30 a 60 kg) y finalización (60 a 100 kg) vs. la dieta utilizada por el productor; (t1= c27% y f27%; t2= c27% y f19%; t3= c27% y f27%; t4 = 0 %).



Figura 7. Conversión alimenticia de cerdos suplementados con diferentes concentraciones de ensilaje de pescado, en la fase de crecimiento (30 a 60 kg) y finalización (60 a 100 kg) vs. la dieta utilizada por el productor; (t1= c27% y f27%; t2= c27% y f19%; t3= c27% y f27%; t4 = 0 %).



## 7. Utilización del Ensilaje Ácido de Pez Armado en la Nutrición de Bovinos

### MATERIALES Y METODOS

**Animales:** Se utilizarán 18 becerros de una misma raza y sexo con peso inicial similar; se vacunarán, desparasitarán y se implantará un supresor de la actividad reproductiva, así como también se les aplicará una mezcla comercial de vitaminas ADE para posteriormente ser sometidos a engorda hasta que alcancen el peso de 200-250kg, peso en el que se comercializan en la región. Los animales se pesarán al inicio del experimento y posteriormente cada 28 días, con un previo ayuno de 24 horas.

### Alimento

Proceso de elaboración del Ensilaje Ácido a base de Pescado:

Primeramente se molerá el pescado, posteriormente se adicionará *ácido fosfórico* hasta que la mezcla alcance un pH de 4; finalmente se mantendrá monitoreado durante 15 días observando que el dicho pH se mantenga constante.

Cuadro 8. Dietas experimentales para la engorda de becerros con diferentes niveles de inclusión de ensilaje de pescado Armado.

<i>Ingredientes</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>
Ensilaje de pescado (Base seca)	-	7.5	15.0
Pollinaza	35.0	17.5	-
Grano molido	40.0	49.5	59.0
Rastrojo molido	25.0	25.0	25.0
Bicarbonato de Sodio	-	0.5	1.0
Rumensin	+	+	+

El alimento se ofrecerá a libertad; se pesará diariamente tanto la cantidad que se suministra como la cantidad que se rechaza, y se determinará el consumo diario. Tendrán además libre acceso a un bloque mineralizado que contenga sal y minerales traza, pero sin calcio y fósforo.

Las dietas experimentales se ofrecerán en forma paulatina y creciente, durante la primera semana recibirán 7.5 kg diarios de rastrojo molido y 5.0 kg de la dieta experimental; para la segunda semana serán 5.0 kg de rastrojo y 7.5 kg de la dieta experimental; para la tercera semana 2.5 kg de rastrojo y 10 kg de la dieta experimental y finalmente para la cuarta semana consumirán solo la dieta experimental. El diseño experimental consistirá en una aplicación completamente al azar de los sistemas de alimentación con tres tratamientos y tres repeticiones.

Al final se sacrificará 1 animal y se tomarán los siguientes datos: peso en pie, rendimiento en canal, grasa de cobertura, área del ojo de la chuleta, color de la grasa, color de carne y marmoleo, así como las características organolépticas de la carne.

#### **Análisis estadístico:**

La información recabada será procesada mediante técnicas de estadística descriptiva y análisis de varianzas de una sola vía, de acuerdo a los lineamientos delimitados por Steel y Torrie (1983) para el modelo general lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  representa el valor observado de una de las variables,

$\mu$ , representa el efecto común general a todas las observaciones,

$T_i$ , representa el efecto del  $i$ ésimo tratamiento,

$\varepsilon_{ij}$ , representa el efecto aleatorio asociado a cada observación.

En caso de encontrar diferencias significativas entre tratamientos se hará una comparación de medias mediante la prueba de Turkey.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1.-**Figuroa Vilda. 1996.** Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. Publicado por Fundación CIPAV, Cali, Colombia. p.32-66.

2.-**Green S, Wiseman J & Cole D J A. 1983.** Fish silage in pig diets. Pig News Info. 3:356.

3.-**Khieu Borin. 1997.** Ensilaje de pescado como fuente de proteína para monogástricos. Departamento de Producción Animal y Salud. Ministerio de Agricultura Forestal y Pesca, Malasia. Misión de Cooperación Técnica convenio FAO-Ministerio de Agricultura Forestal y Pesca-Universidad de los Llanos, Meta, Colombia.

4.-**Lessi E. 1994.** Ensilajes de pescado en Brasil para la alimentación animal. En: Taller "Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería. FAO - Instituto de Investigaciones La Habana, Cuba. p 49-50.

5.-**Tibbetts G, Seerley R W, McCampell H C & Verzey S A. 1981.** An evaluation of an ensiled waste fish product in swine diets. Journal of Animal Science. 52:93-100.

6.-**Windsor M & Barlow S. 1982.** Introduction fo fishery by products. Fishing News Book Ltda. p 84-100.

7.-Banco Mundial. Washinton, D.C. Informe sobre el Desarrollo Mundial 2008. Agricultura para el Desarrollo. Dirección Electrónica. Fecha de Consulta 15 de Sep. De 2008.

[http://siteresources.worldbank.org/INTIDM2008INSPA/Resources/FINAL\\_WDR-OV-Spanish-text\\_9.26.07.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTIDM2008INSPA/Resources/FINAL_WDR-OV-Spanish-text_9.26.07.pdf)

8.- **Carlos H.** La Cuestión Agraria: Coordinador del Programa de Maestría en Derecho Rural, Derecho Ambiental y Derechos de los Pueblos Indios, Universidad Autónoma Metropolitana “Azcapotzalco” , México. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-03542003000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542003000100004&lng=en&nrm=iso) Fecha de consulta 4 de Nov. De 2008.

9.- **Zaldívar FJ.** Las Harinas y Aceites de Pescado en la Alimentación Acuícola. Asesor de la compañía Pesquería Pacific Star Ltda. Ruta V-815 Km. 5.2 Puerto Montt, Chile 18-D Puerto Montt. Santiago de Chile. Dirección Electrónica <http://w3.dsi.uanl.mx/publicaciones/maricultura/vi/pdf/A32.pdf>

Fecha de consulta 01 de Dic. 2008.

10.-Comité de Agricultura. Ordenación de los Recursos Pecuarios. Fomento de la Ganadería y su Contexto. Roma, febrero de 1997. Dirección Electrónica. Fecha de consulta 23 de Sep. De 2008.

<http://www.fao.org/docrep/meeting/W4301s.htm>

11.-Enciclopedia de los Municipios de México Michoacán. Tzitzio. Dirección electrónica. Fecha de consulta 15 de Oct. De 2008.

[http://www.emexico.gob.mx/work/EMM\\_1/Michoacan/Mpios/16101a.htm](http://www.emexico.gob.mx/work/EMM_1/Michoacan/Mpios/16101a.htm)

12.-**Candanosa E, Mendoza G & Salcedo R.** Efecto de bicarbonato de sodio y glucosa sobre la fermentación ruminal, equilibrio ácido-base y química sanguínea en borregos. [citado 25 Noviembre 2008], p.41-48. Fecha de consulta 6 de Nov. De 2008.

[http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?pid=S0798-22592005002000007&script=sci\\_arttext](http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?pid=S0798-22592005002000007&script=sci_arttext)

13.-**Cruz F A.** Monografías.com. Agricultura y Ganadería. Efecto del Uso de Ionóforos en Rumiantes. Dirección Electrónica. Fecha de Consulta 9 de Nov. De 2008.

<http://www.monografias.com/trabajos36/ionoforos/ionoforos.shtml>

14.-Manca E. Elaboración de ensilados de origen biológico. Posibilidades de desarrollo en la Argentina. INIDEP. Dirección electrónica.

<http://www.adeformosa.org.ar/templates/media/pdf/Elaboracion%20de%20ensilados%20de%20origen%20biologico.pdf>. Fecha de consulta 24 de Oct. De 2008.

Derechos de Autor

# **EVALUACIÓN NUTRIMENTAL DE UN ENSILADO DE PEZ DIABLO (*Pterygoplichtys multiradiatus*) PARA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDA**

**FACULTAD DE QUÍMICA Y FAC. DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**Responsable:** Dra. Angela Sotelo †

Dr. Ernesto Ávila

Quim. Argelia Sánchez Chinchillas

**Colaboradores:** Eimy Ruiz Medina

Karla Nayelli Angeles Melgoza

Jeanete Aguilar

Derechos de Autor

**PARTICIPACIÓN DE LA FACULTAD DE QUÍMICA, UNAM EN EL PROYECTO  
DE FONDO MIXTO DE CONACYT 37147**

**“Evaluación nutrimental de un ensilado de pez diablo (*Pterygoplichtys  
multiradiatus*) para alimentación de pollos de engorda”**

Derechos de Autor

Investigador Responsable: M. en C. Angela Sotelo López †  
Quim. Argelia Sánchez Chinchillas

### Metas y objetivos alcanzados

Dentro de la participación del grupo de la Facultad de Química de la UNAM, se establecieron como objetivos la elaboración de un ensilado de pez armado entero y su evaluación nutrimental para su potencial uso en animales monogástricos.

Para lo cual se realizó la caracterización bromatológica del pez armado y la determinación de la actividad proteolítica de las vísceras con el fin de aprovechar el pescado completo en la elaboración del ensilado. Una vez caracterizada la materia prima, se establecieron las condiciones óptimas para la elaboración del ensilado.

En una segunda parte del estudio, se evaluó por métodos químicos y biológicos la calidad proteínica del producto obtenido con respecto a la harina de pescado.

Finalmente, se realizó un estudio en animales monogástricos con el fin de evaluar su posible inclusión como ingrediente en dietas destinadas a pollos de engorda, observándose una conversión alimenticia efectiva con 20% de inclusión.

### 3.3 Productos de la investigación

- Tesis de licenciatura: 2
- Producto dirigido a mantenimiento de pollos: Nutrisilo-A.

### Formación de recursos humanos

Estudiantes participantes en el proyecto que obtuvieron el título de Química de Alimentos:

Nombre	Título de la tesis	Fecha de examen
Eimy Ruíz Medina	Elaboración y evaluación nutrimental de un ensilado de pescado diablo	27/06/2007
Karla Nallely Angeles Melgoza	Evaluación nutrimental de un ensilado de pez diablo ( <i>Pterygoplichtys multiradiatus</i> ) para alimentación de pollos de engorda	30/09/2008

## Colaboración interinstitucional y multidisciplinaria

Contribución del grupo:

- ✓ Caracterización bromatológica del pez armado entero
- ✓ Desarrollo del proceso de obtención del ensilado a nivel laboratorio
- ✓ Evaluación de la calidad proteínica del ensilado por métodos químicos y biológicos
- ✓ Diseño de una dieta para mantenimiento de aves con una inclusión del 20% de ensilado de pez armado entero

## Desarrollo de la investigación

a) Recepción de la materia prima y acondicionamiento.

Un primer lote de 10 kg de pez armado completo se recibió a mediados del 2006 y un segundo lote de 20kg a principios de 2007. Tras su recepción fueron homogeneizados en una licuadora industrial marca Momat L-10.

De cada lote se realizó el análisis proximal (AOAC, 1990) con el fin de comprobar que la composición era semejante a los diferentes tiempos en que se muestrearon los peces. El promedio del total de las determinaciones se encuentran en la tabla 1.

Igualmente, se determinó la actividad proteolítica (0.013 U/mg de proteína) con el fin de utilizar el pescado completo para la elaboración del ensilado.

b) Selección de las condiciones óptimas para la preparación de ensilado.

Se prepararon cuatro ensilados de 200g de pescado homogeneizado empleando diferentes condiciones: 1) ácido fórmico; 2) ácido fórmico y BHT; 3) ácido fórmico y ácido sulfúrico, 4) ácido fórmico y ácido sulfúrico con BHT. Lo anterior para conocer la efectividad de un ácido orgánico y la mezcla con inorgánico en la conservación del ensilado, y determinar la eficacia del antioxidante butil-hidroxi-tolueno (BHT) en el control de la oxidación de las grasas.

Durante el proceso de ensilaje se realizó el monitoreo de los siguientes parámetros para determinar la calidad del producto: pH, nitrógeno total (NT), nitrógeno no proteínico (NNP), sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS).

La adición del BHT en el ensilado como antioxidante auxilia a disminuir la rancidez de lípidos. Con respecto a la proteólisis, se logró un 92% a los nueve días con la mezcla de ácido fórmico y ácido sulfúrico con BHT, por lo que fueron las condiciones seleccionadas. Además que el empleo de esta mezcla disminuye los costos de producción, ya que en general los ácidos orgánicos son más caros que los inorgánicos.

c) Obtención del ensilado para su evaluación nutrimental.

A partir de los resultados anteriores, se seleccionaron las siguientes condiciones: ácido fórmico:ácido sulfúrico (1:3) y BHT al 0.02%, temperatura de incubación de 37°C y agitación ocasional.

Tabla 1. Análisis composicional de la materia prima y ensilado (g/100g)

Muestra	Humedad	Base seca			
		Proteína	Extracto etéreo	Cenizas	Hidratos de carbono
Homogeneizado	65.10 ± 0.53	46.13 ± 0.77	13.49 ± 0.16	24.87 ± 0.22	-
Harina	4.08 ± 0.37	47.52 ± 1.36	16.54 ± 0.54	23.68 ± 0.30	12.26
Ensilado	65.80 ± 2.91	45.88 ± 0.57	12.92 ± 0.19	23.83 ± 0.31	-

Promedio de triplicado ± desviación estándar; C.V. ≤ 5%

Actividad proteolítica específica 0.013 U/mg de proteína

Para evaluar la calidad de la proteína se determinó el perfil de aminoácidos tanto de la materia prima como del ensilado obtenido. Debido al proceso de ensilaje se disminuyó un 25% el contenido de triptofano con respecto al homogeneizado, debido a la inestabilidad de dicho aminoácido en medio ácido. Por lo que es recomendable suplementar con un cereal alto en triptofano para compensar dicha pérdida en los ensayos biológicos.

Tabla 2. Perfil de aminoácidos (g aminoácido/100g de proteína)<sup>1</sup>

Aminoácido	Homogeneizado	Ensilado
Aspártico	5.05	4.84
Serina	4.36	4.58
Glutámico	11.51	9.83
Glicina	16.15	15.03
Histidina	4.20	4.25
Arginina	8.42	9.40
Treonina	4.02	3.66
Alanina	6.30	6.05
Prolina	7.73	7.36
Cistina	1.48	1.34
Tirosina	4.59	4.71
Valina	4.61	4.44
Metionina	2.56	1.44
Lisina	4.03	3.58
Isoleucina	3.30	3.82
Leucina	5.47	5.73
Fenilalanina	5.74	6.43
Triptofano	0.89	0.67

<sup>1</sup>Promedio de dos determinaciones.

d) Evaluación biológica de la calidad proteínica del ensilado.

Para evaluar la calidad proteínica del ensilado obtenido se realizó el método de Relación de Eficiencia Proteínica (REP), empleando ratas Wistar machos recién destetadas de 30-35g. A su vez se determinó la digestibilidad “in vivo”, la cual se refiere a la biodisponibilidad de los aminoácidos constituyentes de la proteína para ser absorbidos por el organismo.

Se probaron cuatro dietas en dicho ensayo: 1) control de caseína, 2) harina de pescado, 3) ensilado, 4) ensilado:sorgo, alimentándose a los animales por 21 días.

Tabla 3. Resultados de la prueba biológica con ratas.

Dieta	REPa <sup>1</sup>	Conversión alimenticia <sup>2</sup>	Digestibilidad (%)
Caseína	2.50	3.18 ± 0.45	93.17 ± 0.34
Harina	1.92	4.63 ± 0.65	78.42 ± 0.84
Ensilado	1.27	6.61 ± 1.03	73.35 ± 1.30
Ensilado:sorgo	1.98	4.05 ± 0.74	75.25 ± 3.40

<sup>1</sup> se toma como referencia el valor de 2.5 para la dieta de caseína

<sup>2</sup> se calcula como alimento ingerido acumulado/peso ganado acumulado

De acuerdo a los valores de REP ajustado se demuestra que la harina de pez diablo y el ensilado de pescado con sorgo contienen proteínas de regular calidad. Esto podría explicarse debido a que se utilizó el pescado diablo entero, lo que significa que se incluyó colágeno, resistente a enzimas digestivas. Además, está relacionado con la alta solubilización proteínica ya que una elevada cantidad de aminoácidos libres ha sido relacionada como la responsable de un decremento del valor nutricional en experimentos con ratas.

Aunque la digestibilidad es un indicador de la calidad, no constituye un medio definitivo para la determinación de la calidad nutricia de una proteína, ya que puede presentarse una alta digestibilidad sin que se alcance un nivel de crecimiento aceptable, debido al perfil de aminoácidos indispensables y a su cantidad en la proteína. Es por ello que aunque la digestibilidad de la dieta de ensilado con sorgo no presenta diferencias significativas con la dieta de ensilado, no se tiene la misma calidad nutrimental, como lo demuestran los otros parámetros biológicos determinados.

e) Evaluación del ensilado en dietas para pollos de engorda.

Una vez evaluada la calidad de la proteína del ensilado por métodos químicos y biológicos se realizó un ensayo por 21 días en pollos de engorda en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrícola (CEIEPAV) de la FMVZ, UNAM. Las dietas utilizadas fueron las siguientes: a) testigo (sorgo:soya) y b) harina (sorgo:soya:harina) y c) pescado (sorgo:soya:ensilado), en esta última el porcentaje de inclusión de ensilado fue del 13%, correspondiente al 28% de la proteína de la dieta. En

esta prueba, la dieta con ensilado obtuvo un mejor resultado de conversión alimenticia, lo cual indica que el proceso de ensilaje facilita la digestibilidad de las proteínas.

Tabla 4. Conversión alimenticia en el ensayo con pollos de engorda.

Dieta	Conversión alimenticia <sup>1</sup>
Testigo	1.46 ± 0.05
Harina	1.52 ± 0.03
Ensilado	1.33 ± 0.03

<sup>1</sup> se calcula como alimento ingerido acumulado/peso ganado acumulado

#### Conclusiones de la investigación experimental.

- ❖ La composición proximal y perfil de aminoácidos son adecuados para utilizar este pez en la elaboración de ensilados.
- ❖ Se establecieron las condiciones óptima de elaboración del ensilado de pez armado completo, obteniéndose un porcentaje de proteólisis alto en nueve días.
- ❖ La selección de mezcla de ácido orgánico:inorgánico y uso de BHT como antioxidante, disminuye costos de producción y auxilia en la conservación del ensilado de pez armado, respectivamente.
- ❖ Con el proceso de ensilaje se disminuyó un 25% el contenido de triptofano con respecto al homogeneizado. Sin embargo, la suplementación con sorgo compensa dicha pérdida, lo cual se comprueba con el ensayo biológico en ratas.
- ❖ El utilizar ensilado de pez diablo como ingrediente en dietas para alimentación de pollos de engorda producirá una baja ingesta de alimento con un crecimiento apreciable, lo cual es importante en la reducción de costos en alimentación y producción avícola.

# 4. MUESTRAS DE PRODUCTOS DEL PEZ DIABLO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y  
FORESTALES. UMSNH  
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MARINGA, BRASIL

**Responsable:** Biol. Maria del Carmen Aguilar Váldez

**Colaborador:** Dra. Maria Luiza Rodrigues de Souza

Derechos

Derechos de Autor

Derechos

# **MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE ENSILADO DE PEZ ARMADO**

Derechos de Autor

# **3. MANEJO Y PROCESAMIENTO DEL PEZ DIABLO**

# 3.1 PRODUCTOS PARA ALIMENTACIÓN HUMANA CON PEZ DIABLO

LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y CALIDAD DE PRODUCTOS  
PESQUEROS DEL CIAD A. C.  
UNIDAD HERMOSILLO

**Responsable:**

Dr. Ramón Pacheco Aguilar

**Colaboradores:**

Dr. Juan Carlos Ramírez Suárez

M. C. María Elena Lugo

Dr. Enrique Márquez Ríos

Ing. Germán Cumplido Barbeitia

Derechos de Autor

Derechos de Autor

**RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE  
LA INVESTIGACIÓN DEL CIAD A. C.  
HERMOSILLO**

Derechos de Autor

Derechos de Autor

**F O M I X**  
**FONDOS MIXTOS**

**INFORME DE AVANCE TÉCNICO FINAL CIAD A.C.**

Fondo Mixto FONDO MIXTO CONACYT-Gobierno del Estado de Michoacán.

Clave de Registro FOMIX 37147 SEP 2006-FEB 2009

Título del proyecto Desarrollo Tecnológico para el Aprovechamiento en Industrialización del Pez Diablo en la Región del Bajo Balsas en Michoacán.

Informe Etapa \_\_\_DOS\_\_\_ y final \_\_\_\_\_ Periodo Feb 2008-feb 2009

Responsable del proyecto o Coordinador General \_\_\_Dr. Carlos A. Martínez Palacios

Sujeto de Apoyo (Institución o Empresa) Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**AVANCES DEL PROYECTO EN LA ETAPA 2 y final.**

Se continuó con lo programado para la segunda etapa que fue ~~terminar~~ la parte de bioquímica postmortem y con ello titular un estudiante de licenciatura así como generar información para publicar un artículo en una revista indizada. De igual manera concluir los estudios sobre la obtención de un concentrado proteico por disolución ácida, precipitación isoelectrica y evaluación de sus propiedades funcionales. Caracterizar parcialmente proteasas de las vísceras, así como caracterización parcial de la hueva y preliminar de prototipo caviar.

El objetivo general de la participación del CIAD en el proyecto consistió principalmente en plantear una propuesta tecnológica para convertir al pez armado en recurso alimenticio y biotecnológico de los subproductos. Los objetivos particulares estuvieron en base a establecer las metodologías para la elaboración de: muestra de concentrado proteico funcional obtenido por disolución acida y precipitación alcalina y a partir de este poder plantear posibilidades de muestra de prototipo emulsionado-gelificado (embutido) obtenido a partir del mismo, muestra del concentrado enzimática producido a partir de las vísceras del pez diablo, y muestra de producto prototipo elaborado a partir de hueva del mismo (caviar). En los antecedentes cuando una especie es estudiada por vez primera desde el punto de vista funcional se hace necesario establecer la línea base de comportamiento bioquímico posmortem y de almacenamiento básico del mismo ya sea en refrigeración o congelación; así que las actividades o estudios del CIAD para cumplir los objetivos anteriormente expuesto fueron en obtener los estudios básicos para proponer las tecnologías del pez armado.

Como resultado plantearon 5 estudios en el pez armado, a) bioquímica posmortem del almacenamiento en hielo del filete con piel por un periodo de 20 días (evaluación de índices de deterioro (Bases Volátiles Totales-N, Trimetilamina), frescura (Índice K<sub>v</sub>), fisicoquímicos (pH, color, textura como esfuerzo al corte) y funcionales (gelificación de musculo por análisis de perfil de textura y capacidad de retención de agua, calorimetría diferencial de barrido) y microbiológicos de mesofilos, psicofilos, coliformes, salmonella, S aureus), b) Obtención y evaluación de un concentrado proteico por diferentes tecnologías de precipitación, a partir de filete congelado del pez armado (fisicoquímicos como pH, color; evaluación de su funcionalidad por análisis de perfil de textura) evaluación del concentrado enzimático como posible uso como extracto crudo para evaluación de hidrolizados funcionales (efectos de pH, temperatura, inhibidores c) Caracterización enzimática de la vísceras del pez armado para su posible utilización como herramienta biotecnológica (Evaluación de cinéticas de actividad de enzimas tipo Tripsinas y quimotripsina) y d) Caracterización de la hueva del pez armado (composición proximal, perfil de ac. grasos totales, MUFAS y PUFAS, por cromatografía de gases) y elaboración preliminar de prototipo caviar (definición de la concentración adecuada de sal, aditivo ac

ascórbico, evaluación color, análisis de perfil de textura). Los resultados generales para las investigaciones anteriores muestran que el filete almacenado en hielo no tuvo cambios significativos de color, pH, textura, BVT-N, dureza ni microbiológicos a través de todo el periodo de almacenamiento lo que lo hace factible para su comercialización en fresco por al menos durante 15 días, el concentrado proteico mostro excelentes propiedades funcionales tanto en el musculo control congelado como en los tratamientos aplicados, esto deriva en que el filete puede ser comercializado en congelación o ser usado como materia prima para elaborar productos tipos emulsificados a partir de sus concentrados proteicos. Los resultados preliminares para el extracto crudo enzimático de las vísceras, así como la presencia de enzimas proteolíticas muestran la posibilidad de usar esta como herramienta biotecnológica, y finalmente el uso del ácido ascórbico en la elaboración de prototipo caviar de la hueva del pez armado muestra interesantes cambios en la textura de la misma y además esta hueva posee importantes ácidos grasos tipo  $\omega$ -3, los cuales son precursores de ácidos grasos eicosapentanoico (EPA C20:5n-3) y docosahexanoico (DHA C22:6n-3). En conclusión general los resultados muestran la factibilidad de una utilización integral del pez diablo para su uso tecnológico, más que representar una amenaza, representa una especie alternativa potencialmente explotable con un alto impacto productivo, económico y social para las regiones que habita.

#### RECOMENDACIONES importantes:

En cuanto filete o el uso de la hueva de pez diablo para elaborar caviar donde ambos sean destinados para consumo humano, se hace necesario e imperativo verificar la inocuidad y seguridad alimentaria, siendo esta última en base a la toxicidad por metales que la especie pudiera presentar tanto el músculo como el las gónadas, esta recomendación se sustenta principalmente en las características del hábitat y las formas de alimentarse del pez que es en las profundidades de la presa y los desemboques de los ríos a la misma.

## LOGRO DE OBJETIVOS Y METAS

Los objetivos y metas de todo el proyecto y adaptaciones al protocolo original se citan a continuación, en cuanto a la participación de CIAD A.C.:

<b>Productos o compromisos</b>	<b>Responsable</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>Publicacion</b>
Muestra de prototipo emulsionado-gelificado (embutido) obtenido a partir del concentrado proteico funcional	Dr Ramón Pacheco Aguilar	1 Maestría: utilización de músculo de pez diablo y de un concentrado proteico en la elaboración y evaluación de productos alimentarios de valor agregado para el consumo humano Adecuación previa: Evaluación de la funcionalidad de del concentrado proteico a partir de músculo congelado (adecuaciones de al proyecto)	Pacheco-Aguilar y col, 200X: Development and evaluation of gel-type products made of pez diablo muscle
Muestra del concentrado enzimática producido a partir de las vísceras del pez diablo	Dr. Ramón Pacheco Aguilar	1 Doctorado: Aislamiento, purificación y caracterización bioquímica y cinética de proteasas de vísceras de Pez diablo	Pacheco-Aguilar y col, 200X: Purification and characterization of proteases in viscera of pez diablo
	Dr. Enrique Márquez Ríos	1 maestría: Elaboración, caracterización bioquímica y cinética de un concentrado enzimática a partir de vísceras de pez diablo Compromiso que procedería una vez caracterizado las enzimas de las vísceras	Marquez-Rios, E.y col 200X: Production and technological evaluation of an enzyme concentrate from pez diablo viscera
Muestra de concentrado proteico funcional obtenido por disolución acida y precipitación alcalina	Dr Juan Carlos Ramírez	1 maestría: Elaboración de concentrado proteico funcional obtenido por disolución acida y precipitación alcalina	Ramirez-Suarez, JC y col 200X: A functional protein concentrate obtained by acidic dissolution and isoelectric precipitation from pez diablo
Muestra de producto prototipo elaborado a partir de huevo de pez diablo (caviar)	M en C María Elena Lugo	1 maestría: caracterización composicional y lipídica de la huevo de pez diablo. Cuantificación e identificación de su contenido de compuestos bioactivos	Lugo-Sanchez ME, y col 200X: Chemical composition and lipidic profiles of eggs from pez diablo

En resumen se logró cumplir con un 75% del proyecto de acuerdo a los compromisos citados anteriormente. Debido principalmente a los tiempos de incursión y participación de los temas de tesis doctoral y de maestría involucrados en el proyecto, la tesis de licenciatura de Gálvez Rongel esta en su fase final de escritura del documento con fecha de titulación tentativa para abril y la de Puente Cons esta prevista para junio respectivamente.

## PRODUCTOS OBTENIDOS EN LA ETAPA

En forma separada se resumen los resultados para en los anexos que acompañan al presente reporte y etiquetados como:

- 1) BIOQUIMICA POSMORTEM ALMACENAMIENTO EN HIELO DEL TRONCHO DE MUSCULO CON PIEL DEL PEZ CASCUDO.
- 2) ELABORACION Y EVALUACIÓN DE CONCENTRADOS PROTEICOS A PARTIR DE MÚSCULO DE PEZ DIABLO (Pez armado o cascudo).
- 3) RESULTADOS DE AVANCES DE TESIS DOCTORAL “Purificación y caracterización bioquímica y cinética de enzimas proteasas de vísceras de pez diablo (*Pterygoplichthys disjunctivus*). Ana Gloria Villalba Villalba.
- 4) AVANCES TESIS DE MAESTRIA “Elaboración de caviar de pez diablo (*Pterygoplichthys disjunctivus*) y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas”. Elva Janette Guillen Sánchez.
- 5) Tesis Licenciatura. “ESTUDIOS PRELIMINARES PARA LA OBTENCIÓN DE UN CONCENTRADO ENZIMÁTICO A PARTIR DE VISCERAS DE PEZ DIABLO (*Pterygoplichthys disjunctivus*)”. Estudiante: Alvaro Gálvez Rongel.
- 6) Tesis Licenciatura. Título tentativo “Cambios bioquímicos postmortem en músculo de pez diablo durante su almacenamiento en hielo”. Estudiante: Isabel Gómez Puente Cons.

## DESVIACIONES Y/O MODIFICACIONES EN LA ETAPA

Debido a la continuidad de las tesis de posgrado involucradas el trabajo reflejado por las mismas el CIAD A.C., se siente comprometido a informar a Fomix el seguimiento de las mismas hasta su finalización.

Pendientes de las actividades de las tesis:

Doctoral:

Determinación de la cinéticas bioquímicas de las enzimas puras involucradas de las vísceras de pez cascudo y las pruebas de su uso para la elaboración de hidrolizados funcionales alimenticios como una herramienta biotecnológica.

### Maestría:

Se tienen resultados preliminares sobre el perfil de ácidos grasos presentes en la hueva de pez diablo, así como su composición proximal, además de la estandarización del proceso de elaboración del caviar y el perfil de textura que muestra el huevo en cada tratamiento estudiado.

Es necesario terminar de evaluar el perfil de ácidos grasos así como el perfil de proteínas presentes en la hueva del pez diablo, conocer la clase de lípidos presentes en ella y la estabilidad de estos. Evaluar la presencia de metales pesados y el contenido de aminoácidos. Por último ver si existe un efecto en la composición de la hueva debido al proceso de elaboración de caviar mediante la repetición de los estudios antes mencionados.

### Licenciatura

Los avances de las tesis de licenciatura intitulada “ESTUDIOS PRELIMINARES PARA LA OBTENCIÓN DE UN CONCENTRADO ENZIMÁTICO A PARTIR DE VISCERAS DE PEZ DIABLO (*Pterygoplichthys disjunctivus*)”. Estudiante: Alvaro Gálvez Rongel, está al 95%, se ha desarrollado toda la fase experimental y la redacción del borrador de la tesis, se espera su titulación para finales del mes de abril de 2009.

En tesis Licenciatura. Título tentativo “Cambios bioquímicos postmortem en músculo de pez diablo durante su almacenamiento en hielo”. Estudiante: Isabel Gómez Puente Cons, actualmente la estudiante lleva un avance del 50%. Se contempla como fecha tentativa de titulación el 25 de junio del año en curso.

### **GRUPO DE TRABAJO**

Esta es una investigación cuyo sujeto de apoyo es la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con el Dr. Carlos A. Martínez Palacios como responsable. El laboratorio Bioquímica y Calidad de Productos Pesqueros del CIAD, AC es colaborador del proyecto y responsable de una parte de la investigación. Con el Dr. Ramón Pacheco Aguilar como responsable de la parte asignada al CIAD. Colaboradores en CIAD son El Dr. Juan Carlos Ramírez Suárez, la M en C María Elena Lugo y el Dr. Enrique Márquez Ríos como participante de postdoctorado, el cual es responsable de coordinar la logística de muestreos así como la parte experimental correspondiente al CIAD y Ing Germán Cumplido Barbeitia

como apoyo técnico tecnológico. Los estudiantes que se integraron al proyecto fueron: Doctorado: Ana Gloria Villalba Villalba quien esta actualmente cursando el 3/6 semestre del programa de doctorado del CIAD A.C., y esta realizando un trabajo de tesis intitulado “Purificación y caracterización bioquímica y cinética de enzimas proteasas de vísceras de pez diablo (*Pterygoplichthys disjunctivus*).” Bajo la responsabilidad del Dr Ramón Pacheco Aguilar. Con un avance de la misma de 50%. Maestría: Elva Janette Guillen Sánchez, quien cursa el semestre 4/4 del programa de posgrado del CIAD A.C., y esta realizando la tesis relacionada a la hueva de Pez cascudo intitulado “Elaboración de caviar de pez diablo (*Pterygoplichthys disjunctivus*) y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas”. Bajo la responsabilidad del Dr Juan Carlos Ramírez Suárez y la codirección M en C Ma Elena Lugo. Con un avance de la misma del 80%. Licenciatura: Álvaro Rongel Gálvez, inscrito como estudiante asociado al proyecto con la tesis intitulado “Estudios Preliminares para la Obtención de un Concentrado Enzimático a Partir de Vísceras de Pez Diablo”. Bajo la responsabilidad del Dr Enrique Márquez Ríos y M en C María Elena Lugo Sánchez. Avances 95%, se encuentra en su fase de escritura e Isabel Gómez Puente Cons, actualmente estudiante del Dr Enrique Marquez y Co-tutoria de la M en C María Elena Lugo Sánchez, lleva un avance, se contempla como fecha tentativa de titulación el 25 de junio del año en curso.

**COMPROMISOS PARA LA ETAPA SIGUIENTE** (quedaran pendientes del presente proyecto)

Los pendientes finales de parte del grupo de CIAD A.C, y que requieren de seguir determinándose por los compromisos adquiridos con los y las estudiantes involucradas y citadas con anterioridad, a si como los artículos indizados derivados de lo mismo. La fecha de titulación estimada del estudiante de licenciatura está programada para abril 2009 (No becario del proyecto) y de la estudiante Puente Cons.

Entrega de documentos finales del informe de actividades del postdoctorado participante.

Derechos de Autor

**BIOQUIMICA POSMORTEM,  
ALMACENAMIENTO EN HIELO DEL  
TRONCHO DE BAGRE ARMADO**

Derechos de Autor

## **BIOQUIMICA POSMORTEM DEL ALMACENAMIENTO EN HIELO DEL TRONCHO DE MUSCULO CON PIEL DEL PEZ ARMADO O CASCUDO (*Pterygoplichthys disjunctivus*).**

### RESUMEN

Se evaluaron varios índices de frescura, funcionalidad y deterioro bacteriano del filete del pez armado para caracterizar la línea base del almacenamiento posmortem del mismo por un periodo de 20 días en hielo. El filete del pez armado mostró comportamiento normal a las especies de climas cálidos, los rendimientos de fileteado del músculo fueron de  $16.6 \pm 1.5$ , el pH posmortem se mantuvo sin cambio significativo ( $p \geq 0.05$ ) por los 20 días con valor inicial de  $6.99 \pm 0.09$  y final de  $8.17 \pm 0.47$ . Las BVT fueron altas (23.46 mg N/100 g muestra) desde el inicio del estudio sin llegar a rebasar los límites permitidos de 30 mg de N/100 g músculo, los cambios en textura fueron mínimos ( $p \geq 0.05$ ) y las propiedades funcionales de textura del músculo (dureza, cohesividad y gomosidad) fueron excelentes haciendo que éste pueda ser comercializado en fresco o pueda ser usado como materia prima para elaboración de productos donde las capacidades de gelificación proteica sean aprovechadas.

### Toma de muestra:

Los especímenes del pez armado para este estudio fueron obtenidos en la presa del infiernillo en Michoacán. Los pescados fueron fileteados separando el troncho con piel del resto del cuerpo del pescado. Los tronchos fueron inmediatamente puestos en bolsas de plástico y colocados en hielo en hieleras térmicas y trasladados a los laboratorios del CIAD, A.C vía avión, siempre dentro de las primeras 24 h poscaptura.

El estudio de bioquímica posmortem fue efectuado por un período de 20 días de almacenamiento en hielo en capas alternas de hielo-tronchos-hielo. Los días de submuestreo para el estudio fueron: 1, 3, 5, 8, 11, 15 y 20 días de almacenamiento.

El rendimiento del músculo se hizo con 20 especímenes, a los que se separaron la porción del músculo y fue cuantificada por la diferencias de pesos entre el animal completo y la porción separación comestible (solo filetes sin piel ni huesos en la porción del troncho).

Para cada día de muestreo se analizaron 5 tronchos, evaluándose los análisis en fresco de composición proximal, color, esfuerzo al corte como medida de pérdida de textura, capacidad de retención de agua (CRA) y fraccionación de proteínas (sarcoplásmicas, miofibrilares, alcalinas y estromales, así como el nitrógeno no proteico: NNP), calorimetría y evaluación de la actividad proteolítica durante el almacenamiento.

Se separaron muestras suficientes para los estudios que pudieran llevarse a posteriori, almacenando estas porciones a  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta su uso en los análisis de pH, bases volátiles totales (BVT-N) y el resto del músculo fresco se utilizó para llevar a cabo la elaboración de geles y la evaluación de análisis de perfil de textura de los mismos (APT).

El estudio de microbiología consistió en mesófilos, psicrófilos, coliformes totales y fecales, así como de salmonella, *vibrio chloreae* y estafilococos.

Las metodologías que se usaron para las diferentes determinaciones fueron:

- Análisis proximal del músculo día 1: AOAC, 2002.
- BVT (Bases Volátiles Totales) y pH siguiendo el protocolo de Woyewoda y col. 1986.
- Fraccionación de proteínas por el método de Hashimoto y col. (1979).
- Medición de: color en músculo, soles y geles: Según las instrucciones del equipo y fabricante de Minolta, L, a, b, ángulo de matiz y cromaticidad. Para esta evaluación se definió medir el color del filete en tres áreas definidas como externa oscura, externa clara e interna.
- Capacidad de retención de agua (CRA) por el método de Cheng y col. (1979) que consiste en centrifugar muestra a  $28000 \times g/30 \text{ min}/2 \text{ } ^\circ\text{C}$ , complementándose con determinar la concentración de proteína en la muestra para expresar resultados en: gramos de agua retenidos por gramo de proteína del sistema.
- Estudios de calorimetría diferencial de barrido en Calorímetro DSC Diamond a dos temperaturas de transición de 60 y 90  $^\circ\text{C}$ .

El análisis de perfil de textura se realiza para la evaluación objetiva de la calidad del gel proteico elaborado a partir del músculo. Este análisis se realizó en un texturómetro del tipo Texture Lab Pro (Food Technology Corporation – Sterling VA) o Stable Micro Systems (Textura Technologies Corp., N.Y). Los geles fueron cortados en porciones cilíndricas (1 cm X 1 cm), las cuales se sometieron a una doble compresión (75% y al 90%) con relación a la altura de la muestra.

- Para determinar la calidad microbiológica del filete en el almacenamiento en hielo por 21 días se utilizaron las técnicas descritas en: Bacteriological Analytical Manual, 8va. Ed., 1998, AOAC, Cap. 1 NOM-092-SSA1-1994/ en agar para cuenta estándar Bacteriological Analytical Manual, 8va. Ed., 1995, Cap. 4, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, Bacteriological Analytical Manual, 8va. Ed., 1995, AOAC, Cap. 9, NOM-027-SSA1-1993, para los siguientes microorganismos Cuenta total de mesófilos aerobios, Cuenta de coliformes fecales, *Salmonella spp* , *S. aureus* (Coagulasa positiva), *Vibrio cholerae* respectivamente.

- Análisis Estadístico: Para observar las posibles diferencias en los días almacenamiento en hielo, los datos obtenidos fueron evaluados por un ANOVA de una vía ( $p < 0.05$ ), realizándose comparaciones múltiples de media por el método de tukey donde fuera necesario.





Fotografías que muestran la toma y manejo del pez armado y el traslado a los lab del CIAD

## RESULTADOS:

Los resultados de la bioquímica posmortem del músculo con piel almacenado en hielo se muestran a continuación:

Talla, peso y rendimiento muscular:

Los organismos utilizados para los resultados se muestran en la tabla 1. A pesar de que los pescados presentaron cierta variación en los parámetros medidos el rendimiento del músculo fue muy constante, teniéndose un promedio de músculo/pescado de 16.6 %.

Tabla 1. Talla, peso y rendimiento de músculo de pez armado.

No. de organismos	Longitud total	Peso (g)	Rendimiento muscular (%)
20	20.1±3.1	157.3±64.1	16.6±1.5

Composición proximal:

La composición química del músculo de pez armado fue la siguiente: Humedad, 81.76±0.19; proteína, 17.26±0.55; grasa, 0.93±0.18; y cenizas de 1.88±0.36. La composición química del pez armado resulto ser muy semejante a la de otras especies de pescado tanto de agua salada como de agua dulce. Observando los valores de la porción grasa del músculo de este pez, es que puede ser considerado del tipo magro no importando la gran porción de músculo oscuro que presenta.

pH

Los resultados del cambio de pH durante el almacenamiento del músculo con piel de pez armado (pez diablo) se muestran en el figura 1. El pH del músculo mostró un valor inicial de 6.99±0.09 y final de 8.17±0.47; No obstante, estas diferencias fueron no significativas ( $p>0.05$ ).

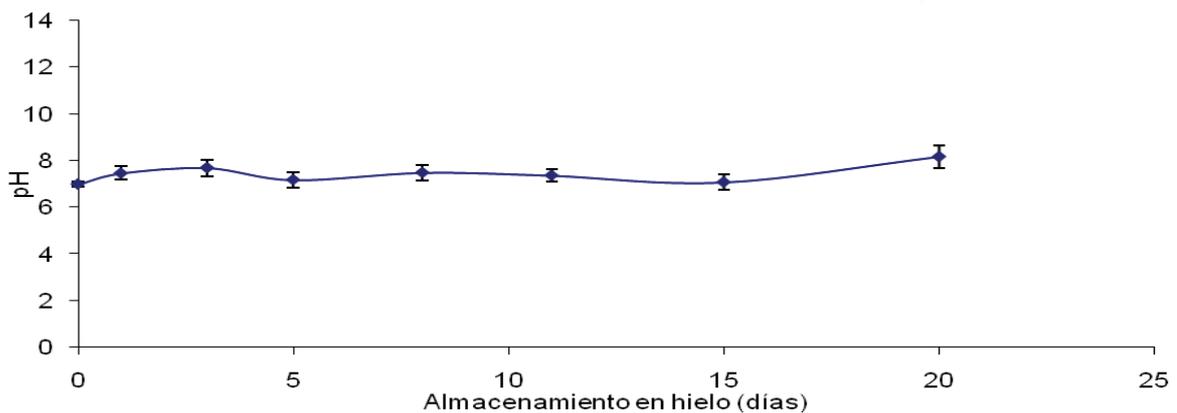


Figura 1. Cambios de pH posmortem en músculo de pez armado almacenado en hielo.

Bases Volátiles Totales (BVT-N):

El comportamiento de las bases volátiles totales (BVT-N) durante el almacenamiento en hielo del músculo de pez armado se muestra en la figura 2. El músculo presentó desde el

inicio del estudio valores altos de BVT-N (23.46 mg N/100 g muestra) sin llegar a rebasar los valores 30 mg N/ 100 g músculo establecidos por la SSA durante los 20 días de almacenamiento. Aunque se presentó un incremento de este parámetro durante el estudio, éste fue mínimo ( $p>0.05$ ).

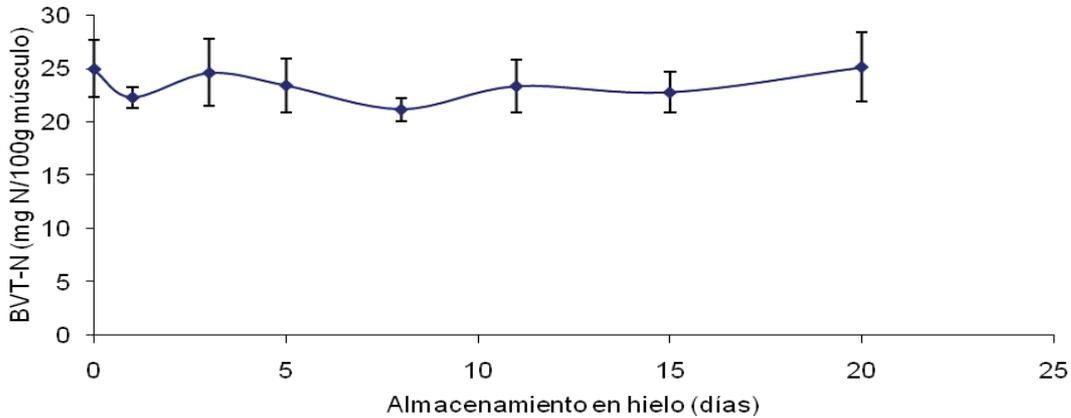


Figura 2. Cambios de BVT-N posmortem en músculo de pez armado almacenado en hielo.

Fraccionación de proteínas:

Respecto al comportamiento de la recuperación de las diferentes fracciones proteicas durante el almacenamiento en hielo del músculo de pez armado, se presentaron valores promedio de  $31.53\pm 2.7$ ;  $65.92\pm 3.37$ ;  $2.55\pm 0.37$ ;  $0.012\pm 0.004$ ; para sarcoplasmicas ( $p<0.05$ , a los días 8 y 20), miofibrilares ( $p<0.05$ , a los días 8 y 20), alcalinas ( $p>0.05$ ) y NNP ( $p<0.05$  entre el día 1 y 8) respectivamente.

El resto de los días para las fracciones citadas no hubo diferencias significativas ( $p>0.05$ ). Los resultados se muestran en la figura 3.

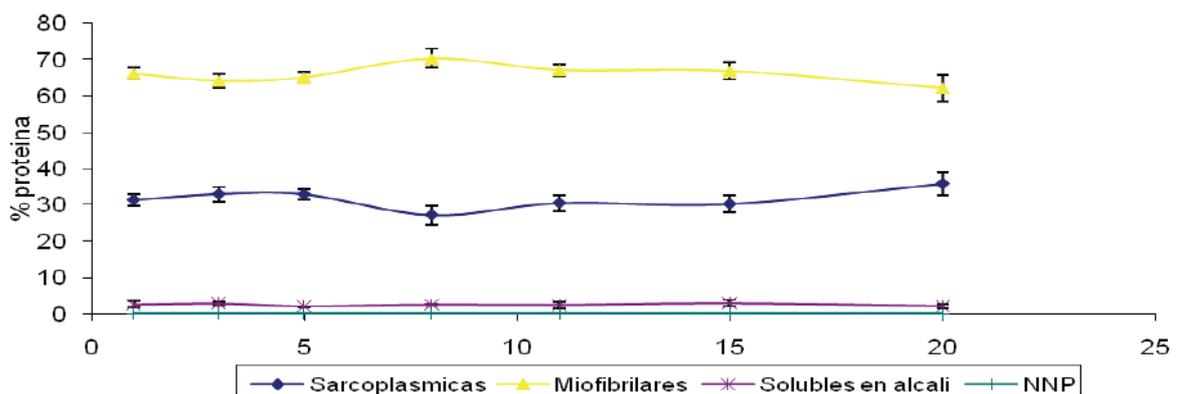


Figura 3. Comportamientos de las diferentes fracciones de proteínas y el NNP en músculo de pez armado durante el almacenamiento en hielo.

**Actividad Proteolítica:**

Los resultados de esta medición se muestran en la figura 4. Se muestra que para el filete de pez armado la actividad proteolítica resultó baja hasta el día 11 ( $p > 0.05$ ) incrementándose de manera significativamente ( $p < 0.05$ ) hasta el final del estudio. Esto podría provocar que en el músculo se inicien cambios en la textura.

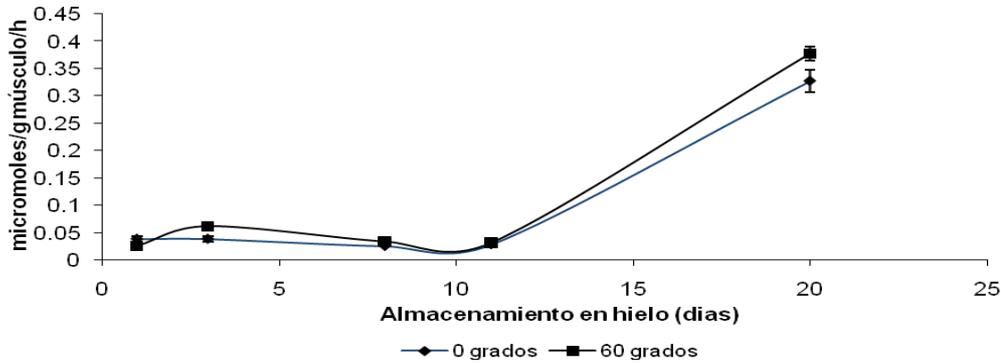


Figura 4. Comportamiento de la actividad proteolítica del músculo de pez armado durante el almacenamiento en hielo

**Esfuerzo al corte y capacidad de retención de agua del Filete:**

Los resultados de esfuerzo al corte y de CRA se muestran en las figuras 5 y 6 respectivamente. Los cambios en textura durante el almacenamiento en hielo del filete por 20 días no fueron significativos ( $p > 0.05$ ). Lo anterior concuerda con que el músculo mantuviera su buena capacidad de retención de agua. A pesar de que el músculo presentó una disminución ( $p < 0.05$ ) en este parámetro al día 8, la pérdida de agua en los días siguientes no fue significativa mostrando una CRA aun alta (89.62%) al final del estudio, lo que hace que funcionalmente el músculo permanezca firme.

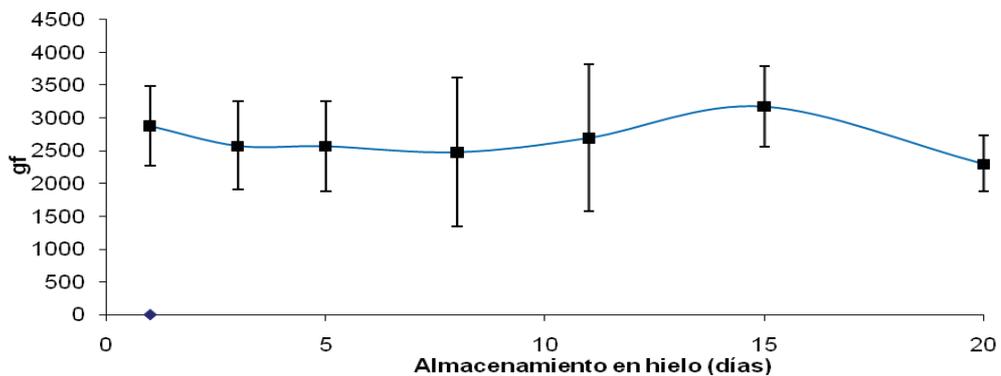


Figura 5. Cambios de textura por esfuerzo al corte del músculo de filete de pez armado durante el almacenamiento en hielo.

Libre de Autor

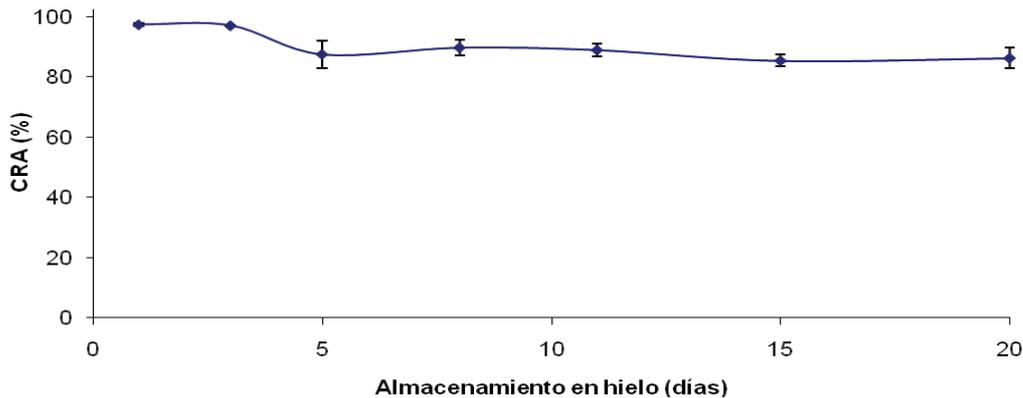


Figura 6. Capacidad de retención de agua en músculo de pez armado durante el almacenamiento en hielo

Análisis de Perfil de textura y pruebas de doblado de geles del músculo de pez armado:

Los resultados de la formación del gel de músculo de pez armado durante el almacenamiento y de la medición del análisis de perfil de textura se muestran en la tabla 2. Los resultados muestran que la dureza de los geles del músculo resultó ser alta si se compara con proteínas que requirieron ser sometidas a un proceso de lavado y que presentaron valores cercanos a los 1900 gf en catfish (Wiles y col. 2004). Estos resultados fueron corroborados con las pruebas de doblado de las mismas, las cuales resultaron en geles de calidad AA (datos no mostrados). No obstante las disminuciones en el APT hacia el final del estudio, el músculo mostró buenos valores de textura durante todo su almacenamiento.

Tabla 2. APT durante el almacenamiento en hielo por los geles obtenidos de músculo de pez armado.

Día	Dureza	Cohesividad	Gomosidad
1	1501.5 ± 447.77 <sup>a</sup>	0.87 ± 0.02 <sup>bc</sup>	1318.90 ± 389.98 <sup>a</sup>
3	1224.75 ± 230.45 <sup>ab</sup>	0.86 ± 0.01 <sup>c</sup>	1060.81 ± 189.91 <sup>ab</sup>
5	1117.5 ± 208.05 <sup>ab</sup>	0.85 ± 0.03 <sup>c</sup>	954.01 ± 153.59 <sup>ab</sup>
8	1149.25 ± 160.85 <sup>ab</sup>	0.88 ± 0.02 <sup>abc</sup>	1018.76 ± 121.30 <sup>ab</sup>
11	979.75 ± 146.09 <sup>ab</sup>	0.88 ± 0.02 <sup>abc</sup>	869.84 ± 127.49 <sup>b</sup>
15	839.5 ± 133.72 <sup>b</sup>	0.92 ± 0.02 <sup>a</sup>	773.88 ± 111.23 <sup>b</sup>
20	865.5 ± 119.50 <sup>b</sup>	0.92 ± 0.01 <sup>ab</sup>	798.22 ± 101.54 <sup>b</sup>

Los superíndices indican diferencias ( $p < 0.05$ ) entre los días de almacenamiento.



Fotografías músculo para esfuerzo al corte para medición de textura y de los geles para APT del almacenamiento en hielo.

Calidad Microbiológica del filete durante su almacenamiento

#### MESÓFILOS Y PSICRÓFILOS

Los resultados microbiológicos para el filete del pez armado, que se muestran en las figuras 7 y 8, muestran que el conteo de mesófilos (Fig. 7) no superó los límites máximos permisibles establecidos Norma Oficial Mexicana (NOM-029-SSA1-1993; Bienes y Servicios. Productos de la Pesca. Crustáceos Frescos-Refrigerados y Congelados. Especificaciones Sanitarias) aun al día 15 de almacenamiento en el cual se registraron valores al día 1 de  $1.60E+04$  y  $9.00E+02$  unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g Muestra). Este hecho es altamente significativo, tomando en cuenta que durante el proceso del almacenamiento se tenía el troncho con piel y además por ser un músculo oscuro presencia de hemoglobina o “sangre”, es decir la muestra desde su origen no contaba con carga microbiana alta y que el adecuado almacenamiento en hielo, hace que el filete de Pez armado cumpla con los valores de inocuidad requeridos muy bien.

El conteo de psicrófilos en el filete del pez armado (Figura 8) no varió ni se incrementó significativamente ( $p > 0.05$ ) del día 1 al día 15 del tiempo de almacenamiento, alcanzando valores los primeros 3 días y de  $1.20E+03$  a  $4.80E+04$  hasta el día 11, los valores para psicrófilos se elevaron a partir del día 15 para alcanzar niveles ya no permitidos. A pesar que desde el punto de vista de inocuidad no revisten de vital importancia, los posibles cambios de estos afectan las características sensoriales en el producto, lo cual pudiera afectar directamente al consumidor, que rechazarán producto con olor y sabor desagradable. Los bajos valores de carga microbiana para el filete del pez armado viene a reafirmar las buenas características sensoriales que presentó como materia prima para poderse consumir en fresco o para ser utilizado como materia prima

siempre y cuando se mantengan las buenas prácticas de manufactura efectuadas durante el almacenamiento o procesado.

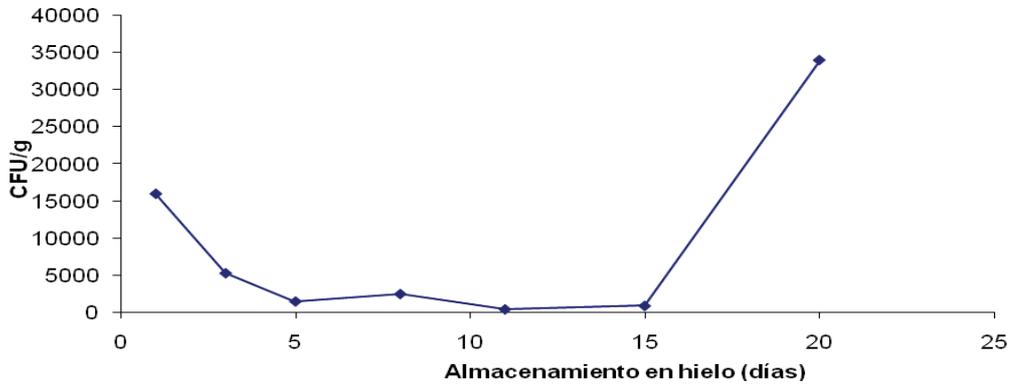


Figura 7. Comportamiento de mesófilos en el almacenamiento en hielo de filete de pez armado

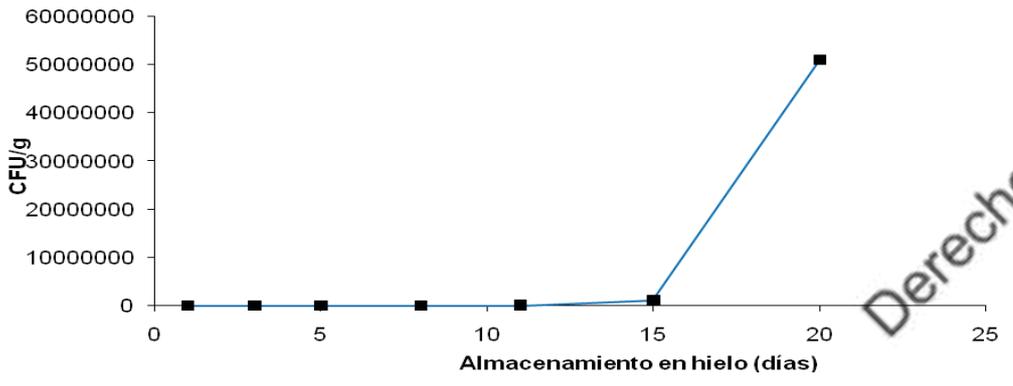


Figura 8. Comportamiento de psicrófilos en el almacenamiento en hielo de filete de pez armado

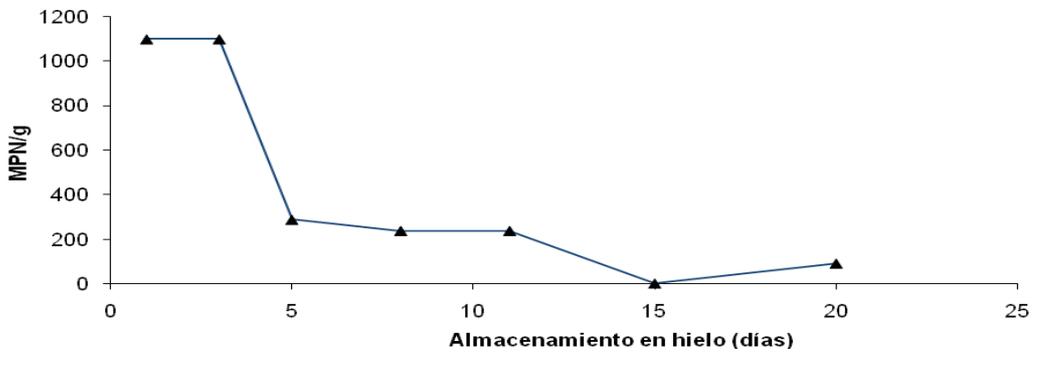


Figura 9. Comportamiento de coliformes en el almacenamiento en hielo de filete de pez armado

## MICROORGANISMOS PATÓGENOS

Los microorganismos patógenos del almacenamiento en hielo del filete de pez armado se muestran en la tabla 3, se detectaron valores  $<3$  NMP/g muestra de coliformes fecales los cual no supera los limites permisible de la NOM-029-SSA1-1993; Bienes y Servicios. Productos de la Pesca. Crustáceos Frescos-Refrigerados y Congelados. Especificaciones Sanitarias) no se detectó presencia de *salmonella*, *Staphilococos aureus* ni *Vibrio cholerae*, lo que hace al filete seguro para su consumo de acuerdo a la NOM previamente citada.

Tabla 3. Resultados de microbiología de patógenos en filete de pez armado durante el almacenamiento en hielo.

Días	Coliformes fecales NMP/g	Salmonella	S. aureus	Vibrio
1	$<3.0$	Ausente en 25g	0 UFC/g en muestras de dilución 1:10	Ausente
3	$<3.0$			
5	$<3.0$			
8	$<3.0$			
11	$<3.0$	Ausente en 25g	0 UFC/g en muestras de dilución 1:10	Ausente
15	$<3.0$			
20	$<3.0$	Ausente en 25g	0 UFC/g en muestras de dilución 1:10	Ausente

### Cambios en color en filete.

Los cambios de color durante el almacenamiento en hielo del filete se muestran en la figura 10, donde se presentan los datos de L, a, y b para tres diferentes zonas del filete. Lo anterior se decidió en base a la presentación de colores oscuros en la parte pegada a la piel, de aquí se rescata debido a que las variaciones en las mediciones en una de las zonas no fueron tan variables ( $p>0.05$ ) como lo fue la zona interna para las 3 variables de L a b. Los valores de mínimos y máximos fueron de 44 a 46 para el valor "L", de de 8.7 a 9 para "a" y de de 6.5 a 7.0 para le parámetro "b". Para ubicar el color del filete en la esfera de color (figura 11) se calculó el ángulo de matiz y la cromaticidad. Si tomamos los valores mínimos de L, a, y b, el ángulo de matiz muestra un valor de 64.4 y una cromaticidad de 43.6. Al representar estos dos datos en el gráfico de la esfera de color (Figura 11), muse muestra que el filete de pez armado caen dentro de una coloración rojo brillante.

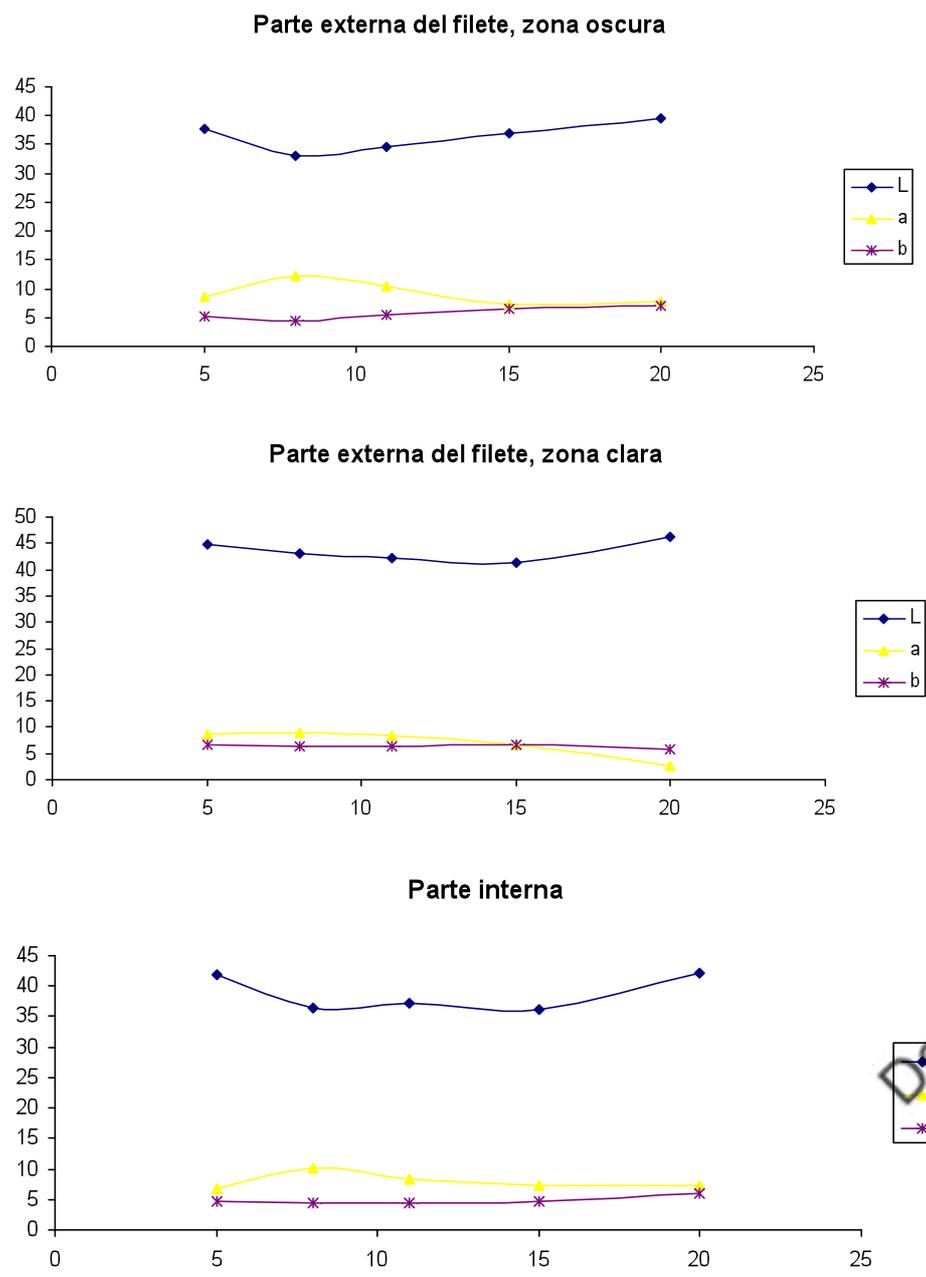


Figura 10. Cambios en color en el filete de pez armado durante el almacenamiento en hielo por 20 días.

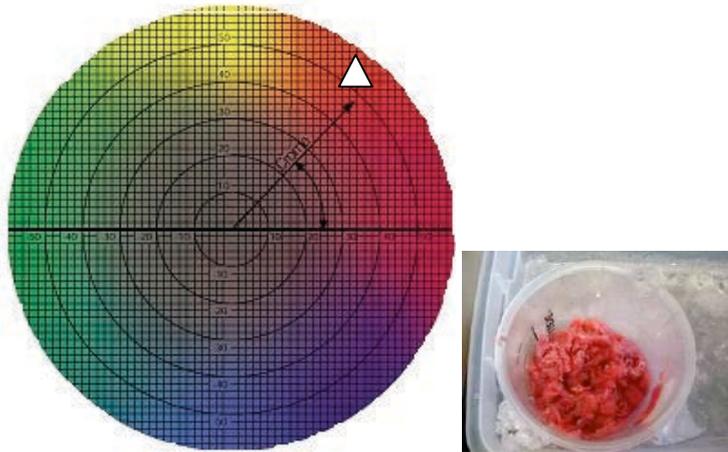


Figura 11. Esquema representativo de la esfera del color en colorimetría de triestímulo. El  $\triangle$  indica los valores del Cromaticidad: 43.6 y de Hue: 64.4, esto muestra un color rojo brillante en el filete del pez armado.

Estos resultados de color se esperan cambiantes si el músculo se almacena en hielo sin piel o a temperaturas de congelación para su comercialización, derivándose en la necesidad de implementar estudios en este esquema que confirmen estas suposiciones y que no se contemplaron inicialmente en el diseño del presente proyecto, debido principalmente a que en el conocimiento de una especie nueva acerca de su comportamiento posmortem debe de ser en su línea base de comercialización que es acorde a los resultados reflejados en el estudio.

#### ANÁLISIS CALORIMÉTRICO DE LAS PROTEÍNAS DEL MÚSCULO DURANTE ALMACENAMIENTO EN HIELO

La pérdida de funcionalidad del músculo de pescado durante su almacenamiento es principalmente resultado de la desnaturalización de la miosina. Esta estabilidad puede ser evaluada mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), la cual permite el estudio de la estabilidad térmica de las proteínas de pescado bajo diversas condiciones de procesamiento. La actina y la miosina son dos proteínas que contribuyen de forma importante con sus propiedades funcionales y el método de DSC ofrece una forma directa para el estudio de las transiciones térmicas de las proteínas del músculo de pescado.

Los resultados para la calorimetría diferencial de barrido del filete del pez armado se muestran en la tabla 4, los resultados de la temperatura de transición fueron mayores a los reportados para reineta (*Brama australis*) (Abugoch y col., 2006) que mostró valores de  $39,2 \pm 0,5$  y  $44,8 \pm 0,8$  °C y entre  $1,12 \pm 0,3$  y  $0,52 \pm 0,2$  para la entropía. Esto muestra que la proteína del pez armado es más estable a los cambios de temperatura. Sin embargo se requiere de estudios más profundos acerca de estos cambios durante ciclos de congelación-descongelación para ver y establecer la estabilidad de la miosina del pez armado.

Tabla 4. Calorimetría diferencia de barrido en músculo durante el almacenamiento en hielo

Día	Temperatura de transición	Entropía
1	54.01±0.89 <sup>a</sup>	1.14±0.15 <sup>a</sup>
3	52.32±0.32 <sup>bc</sup>	0.56±0.04 <sup>a</sup>
5	50.95±0.34 <sup>c</sup>	0.27±0.04 <sup>c</sup>
8	52.21±0.28 <sup>bc</sup>	0.31±0.03 <sup>c</sup>
11	52.13±0.31 <sup>bc</sup>	0.42±0.03 <sup>bc</sup>
15	53.10±0.33 <sup>ab</sup>	0.70±0.12 <sup>ab</sup>
20	52.88±0.25 <sup>ab</sup>	0.31±0.67 <sup>c</sup>

Los datos con diferentes superíndices son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ )

## Referencias Bibliográficas:

ABUGOCH, Lilian, QUITRAL, Vilma, LARRAIN, Ma. Angélica *et al.* Estudio de las modificaciones en proteínas de reineta (*Brama australis*), sometidas a congelación y almacenamiento a -18°C y -30°C. *ALAN*, dic. 2006, vol.56, no.4, p.350-355. ISSN 0004-0622.

AOAC, 2002.

Bacteriological Analytical Manual, 8va. Ed., 1998, AOAC, Cap. 1 NOM-092-SSA1-1994/ en agar para cuenta estándar

Bacteriological Analytical Manual, 8va. Ed., 1995, Cap. 4, NOM-114-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994,

Bacteriological Analytical Manual, 8va. Ed., 1995, AOAC, Cap. 9, NOM-027-SSA1-1993

Cheng, C. S., Hammann, D. D., Webb, N. B. y Sidewell, V. 1979. Effects of species and storage time on minced fish gel texture. *J. Food Sci.* Vol 44: 1087-109  
Hashimoto et al. (1979).

Hashimoto, K., Watabe, S., Kono, M y Shiro, K. 1979. Muscle protein composition of sardine and mackerel. *Bull. Japa. Soc. Sci. Fish.* 45 (11): 1435-1441.

WILES L., B.W. GREEN, R. BRYANT. 2004. TEXTURE PROFILE ANALYSIS AND COMPOSITION OF A MINCED CATFISH PRODUCT. *Journal of Texture Studies*, Volume 35 Issue 3, Pages 325–337.

Woyewoda, A. D., Shaw, S. J., Ke, P. J., & Burns, B. G. (1986). *Recommended Laboratory Methods for Assessment of Fish Quality*. Halifax, NS. Canada: Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 1448. Minister of Supply and Services Canada.

**PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN  
BIOQUÍMICA Y CINÉTICA DE ENZIMAS  
PROTEASAS DE VISCERAS DE PEZ  
DIABLO (*Pterygoplichthys disjunctivus*)**

**Avance de Tesis de Doctorado  
Ana Gloria Villalba Villalba**

Derechos de Autor

**RESULTADOS DE AVANCES DE TESIS DOCTORAL “Purificación y caracterización bioquímica y cinética de enzimas proteasas de vísceras de pez diablo (*Pterygoplichthys disjunctivus*). Ana Gloria Villalba Villalba**

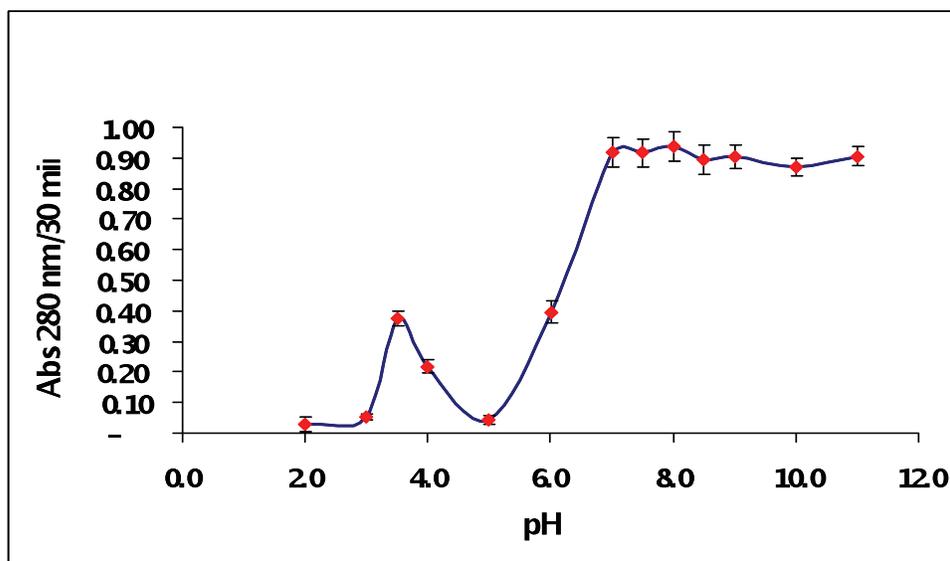


Fig 1. Actividad proteolítica total de vísceras de pez diablo ( $\Delta$ Abs 280 nm/30 min). Hemoglobina 2 % en pH ácidos (2-6) y caseína 2% en pH neutros y alcalinos (7-12)

De la evaluación de la actividad proteolítica total de las vísceras de pez armado o cascudo (extracto obtenido del homogenizado de estómagos e intestinos). Se observan dos picos máximos de Actividad, a pH 3.5, siendo esta la actividad correspondiente a las proteasas ácidas (pepsina, quimosina); y a pH 7.5, en el cual las proteasas alcalinas (tripsina, quimotripsina) muestran su máxima actividad.

Claramente se observa que son las proteasas alcalinas las que muestran mayor actividad proteolítica. Esto se puede relacionar con los hábitos alimenticios del pez, el cual es predominantemente detritívoro-hervívoro, por lo que es en su intestino donde predomina la digestión de lo que ingiere.

Cabe destacar el hecho de que el pico máximo de actividad de las proteasas alcalinas se mantiene desde el pH 7.5 hasta pH 9.5, esta característica sumada al hecho de que el 10% del peso corporal total de pez está representado por el tracto digestivo (en la mayoría de los peces solo es 5% del peso del pez es representado por el tracto digestivo), esto sugiere un potencial biotecnológico importante para el uso las vísceras del pez diablo.

Tabla 1. Resumen de purificación de tripsina y quimotripsina

Fracción	Proteína Total(mg)	Proteína (mg/mL)	Actividad Total (U)		Actividad Específica (U/mg)		Rendimiento(%)		Veces de Purificac.	
			T	Q	T	Q	T	Q	T	Q
EC	869.4	3.2	217.4	643.4	0.25	0.74	100	100	1	1
SA	102.9	2.9	66.9	286.1	0.65	2.78	30.8	44.46	2.6	3.8
FG	26	0.7	66.0	151.8	2.54	5.84	30.4	23.60	3.9	7.9

U= micromoles de nitroanilina/min

T= Tripsina

EC= extracto crudo

Q= Quimotripsina

SA= sulfato de amonio

FG= filtración en gel

En esta tabla se muestra en resumen los avances de la purificación de las proteasas alcalinas más importantes (tripsina y quimotripsina) de las vísceras del pez diablo.

Como se observa se ha logrado disminuir la concentración de proteína y al mismo tiempo aumentar la actividad específica de las enzimas, esto demuestra que se está logrando purificar las enzimas de interés. Es necesario tener las enzimas puras para evaluar cuales son sus propiedades bioquímicas y cinéticas, las cuales indicarán si dichas enzimas pueden ser utilizadas como herramientas de interés biotecnológico. Se sabe que las tripsinas de peces presentan una eficiencia catalítica de 3 a 6 veces mayor que las tripsinas de bovinos. Lo mismo ocurre con las pepsinas de peces, ya que han mostrado ser más activas que las pepsinas de mamíferos.

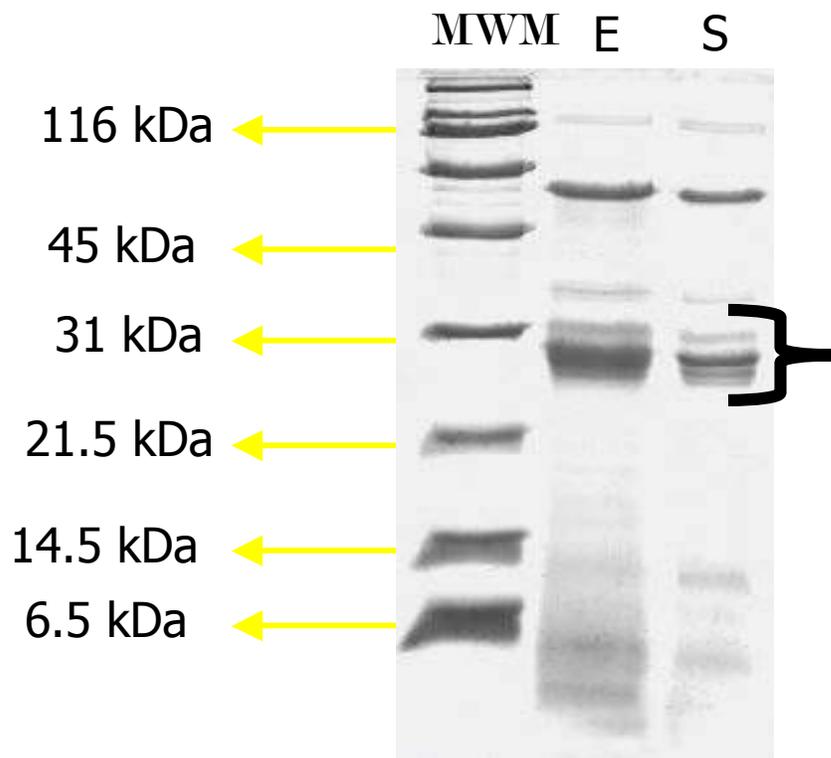


Fig 2. SDS-PAGE, 14%. Línea 1 MWM; Línea 2 Extracto crudo (EC); Línea 3 Sulfato de amonio (SA).

En la presente figura se muestra el patrón electroforético de las proteínas presentes en el extracto crudo obtenido a partir de intestinos del pez diablo. Se observan una serie de bandas en el rango de peso molecular entre 21.5 y 31 kDa, correspondientes a los pesos moleculares de proteínas reportadas como tripsina y quimotripsina, esto para otras especies de peces, así como de bovino.

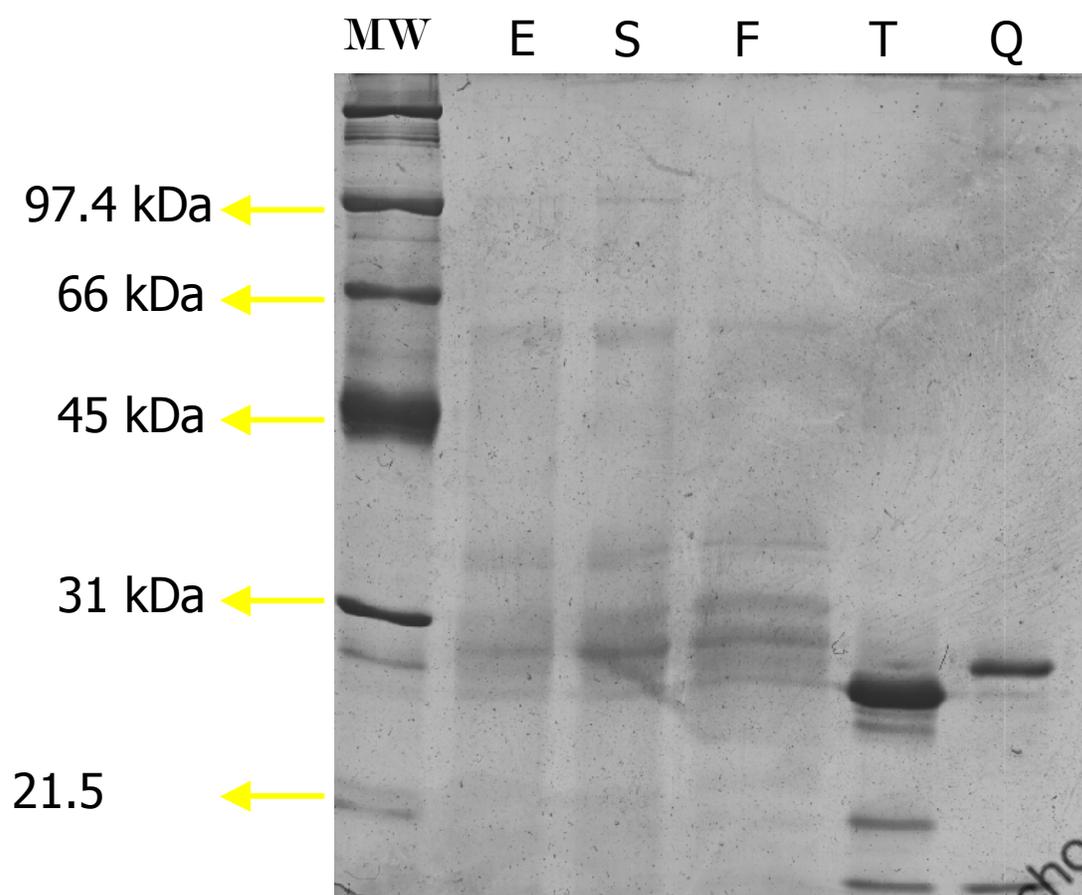


Fig 3. SDS-PAGE 12 %. Nitrato de plata. Línea 1 MWM; Línea 2 EC; Línea 3 SA; Línea 4 Filtración en gel ; Línea 5 Tripsina Bovina; Línea 6 Quimotripsina Bovina.

En esta figura se observan los patrones electroforéticos de las diferentes fracciones del proceso de purificación de tripsina y quimotripsina, así como también de tripsina y quimotripsina de bovino. En el rango de pesos moleculares entre 21.5 y 31 kDa se encuentran una serie de bandas que corresponden a las enzimas de interés, las cuales concuerdan con los pesos moleculares previamente reportados para dichas enzimas. Estos resultados refuerzan los de actividad específica para dichas enzimas de interés.

Tabla 2 : Efecto de inhibidores sobre la actividad de tripsina y quimotripsina

Inhibidores	Concentración	Actividad Residual (%)	
		T	Q
PMSF	1.4 mg/mL	58	46
TPCK	1.0 mg/mL	87	14
Bezamidina	2.0 mg/mL	12	82
EDTA	0.5 mg/mL	92	89
SBTI	1.0 mg/mL	15	35
Pepstatin A	0.01 mM	94	91

PMSF=phenyl-methyl-sulphonyl fluoride, TPCK= tosyl-phenylalanine chloromethyl ketone, EDTA= ethylenediamine tetra-acetic acid, SBTI= soybean trypsin inhibitor, T= tripsina, Q= quimotripsina

En esta tabla se muestra el efecto de inhibidores para enzimas tipo proteasas sobre su actividad específica. Todos los inhibidores empleados muestran un efecto de reducción de la actividad por todos ellos inhibidores de proteasas, sin embargo dicho efecto inhibitor fue más efectivo con aquellos inhibidores son específicos para las enzimas. Por ejemplo la tripsina fue mayormente inhibida por la benzamidina su inhibidor específico, mostrando solamente un 12 % de actividad residual, mientras que quimotripsina 14% por el efecto inhibitor de TPCK.

#### Resumen o conclusiones parciales de avances

Con los resultados de la caracterización de la actividad de proteasas de la vísceras de pez armado o cascudo: mayor actividad proteolítica general en la fracción alcalina de las vísceras. Se detectó actividad tipo tripsina y quimotripsina en EC, SA y FG, siendo más alta la actividad tipo quimotripsina, hasta la última etapa de purificación evaluada. Se observaron bandas de proteínas entre los 25 y 28 kDa, los cuales concuerdan con tripsina y quimotripsina encontradas en otras especies de peces. Los inhibidores de proteasas mostraron un marcado efecto sobre la actividad tipo tripsina y quimotripsina.

**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE  
CONCENTRADOS PROTEICOS A  
PARTIR DE MÚSCULO DE BAGRE  
ARMADO (Pez armado o cascudo)**

**Responsable: Dr. Ramón Pacheco Aguilar**

Derechos de Autor

## **ELABORACION Y EVALUACIÓN DE CONCENTRADOS PROTEICOS A PARTIR DE MÚSCULO DE PEZ DIABLO O ARMADO (*Pterygoplichthys disjunctivus*)**

La necesidad de mejorar la explotación de los recursos pesqueros, subyace en el hecho de que una importante proporción de la producción pesquera mundial, se destina a la industria reductora o simplemente se desperdicia, particularmente las especies de valor comercial bajo. Estas especies requieren esquemas tecnológicos *ad hoc* para elaborar productos de valor agregado e incentivar así su captura y desarrollo industrial pesquero. Las especies de peces, moluscos y crustáceos, presentan diferencias en composición química, ultra estructura muscular y naturaleza metabólica y por tanto, responden de manera distinta ante una misma tecnología. Por ello, es necesario profundizar en el conocimiento de estos sistemas musculares y su funcionalidad. Los atributos principales de los nuevos enfoques para recuperar proteínas son la solubilización de prácticamente todas las proteínas musculares, aumentando con esto el rendimiento, obteniendo concentrados proteicos con un contenido menor de lípidos, reteniendo la funcionalidad tecnológica y la posibilidad de utilizarse en una amplia variedad de productos grado alimenticio.

### **Manejo de la muestra:**

Las condiciones de captura y traslado fueron las mismas citadas en el estudio de posmortem, sin embargo para la elaboración de los concentrados proteicos la muestra en troncho con piel, se manejo almacenada en congelación a -20 °C, hasta su uso. Los filetes (tronchos con piel y huesos) fueron descongelados a temperatura de refrigeración (2-4 °C), fueron fileteados y el músculo pasó a ser la materia prima para llevar a cabo los diferentes concentrados proteicos.

### **En el presente proyecto se trabajaron con 5 sistemas proteicos:**

- 1) Músculo: Se hizo un sol a partir de músculo congelado, que se manejo como control.
- 2) CPN (concentrado proteico neutro): El músculo se solubilizó en solución de pH 7.0 y posteriormente las proteínas en solución se precipitaron isoelectricamente (pH 5.2).
- 3) CPAIc (concentrado proteico alcalino): El músculo se solubilizó en solución de pH 10 y posteriormente las proteínas en solución se precipitaron isoelectricamente (pH 5.2).
- 4) CPAc (concentrado proteico ácido): El músculo se solubilizó en solución de pH 3 y posteriormente las proteínas en solución se precipitaron isoelectricamente (pH 5.2).
- 5) CPI (precipitado isoelectrico): El músculo se insolubilizó en solución de pH 5.2 (punto isoelectrico) y se colectó la proteína no solubilizada.

### **LAS VARIABLES A MEDIR FUERON**

Fraccionación de proteínas de los 5 sistemas  
Evaluación del porcentaje de recuperación de proteínas  
Medición: color en músculo, soles y geles  
Capacidad de retención de agua (CRA)  
Prueba de doblado  
Análisis de perfil de textura (APT)

## METODOLOGÍA

### **Elaboración de los sistemas proteicos:**

**Músculo:** Se calculó la humedad del músculo de pez diablo para poder realizar los ajustes del sol (80% humedad, 2.5% NaCl y 17.5% de sólidos). El porcentaje de sólidos se ajustó con azúcar. Se determinó el pH del sol y todos los demás concentrados proteicos se ajustaron a este pH.

**CPN (concentrado proteico neutro):** El músculo se solubilizó en solución salina (NaCl 0.16 M) ajustándose el pH de la solución a 7.0. El sistema se agitó durante 30 min (0-4°C), se centrifugó a 16000 x g/15 min/2°C. En el sobrenadante se encuentran las proteínas solubles por lo que se procedió a ajustarse el pH del sistema a 5.2 (punto isoeléctrico de las proteínas), se homogenizó durante 10 min y se centrifugó a 16000 x g/15 min/2°C. Las proteínas precipitadas fueron resuspendidas en agua, se ajustó el pH del sistema al pH obtenido en el sol realizado con músculo (ver primer tratamiento), se centrifugó (mismas condiciones) obteniéndose así el CPN.

**CPAlc (concentrado proteico alcalino):** El músculo se solubilizó en solución alcalina (pH 10) y se homogenizó por un período de 30 min (0-4°C), se centrifugó a 16000 x g/15 min/2°C. En el sobrenadante se encuentran las proteínas solubles, ajustándose el pH del sistema a 5.2 (pI), se homogenizó durante 10 min y se centrifugó a 16000 x g/15 min/2°C. Las proteínas precipitadas se re-suspendieron en agua, ajustándose el pH del sistema al pH obtenido en el sol realizado con músculo (ver primer tratamiento), se centrifugó (mismas condiciones) obteniéndose así el CPAlc.

**CPAc (concentrado proteico ácido):** El músculo se solubilizó en solución ácida el pH a (pH 3.0) y se homogeneizó por un período de 30 min (0-4°C), se centrifugó a 16000 x g/15 min/2°C. En el sobrenadante se encuentran las proteínas solubles, por lo que se ajustó el pH del sistema a 5.2 (pI), se homogenizó durante 10 min y se centrifugó a 16000 x g/15 min/2°C. Las proteínas precipitadas se resuspendieron en agua, ajustando el pH del sistema al pH obtenido en el sol realizado con músculo (ver primer tratamiento), se centrifugó (mismas condiciones) obteniéndose así el CPAc.

**CPI (precipitado isoeléctrico):** El músculo se suspendió en agua, ajustándose el pH a 5.2 (pI) y se homogeneizó por un período de 30 min (0-4°C), se centrifugó a 16000 x g/15 min/2°C. En el precipitado se encuentran las proteínas que han sido precipitadas isoeléctricamente (principalmente miofibrilares). Las proteínas precipitadas se resuspendieron en agua, ajustando el pH del sistema al pH obtenido en el sol realizado con músculo (ver primer tratamiento), se centrifugó (mismas condiciones) obteniéndose así el CPI.

Protocolos para evaluación o medición de variables

-Análisis proximal de los 6 sistemas: AOAC, 2002

-Fraccionación de proteínas de los 6 sistemas: Hashimoto y col. (1979).

-Evaluación porcentaje de recuperación de proteínas: Balance de materia

-Mediciones: color en músculo, soles y geles: Minolta, L, a, b, ángulo de matiz y cromaticidad.

-CRA: Cheng y col. (1979), centrifugar muestra a 28000 x g/30 min/2°C. Determinación de la concentración de proteína en las muestras para expresar los gramos de agua retenidos por gramo de proteína del sistema.

- Prueba de doblado: Geles de 3 cm de diámetro y 3 mm de espesor. Evaluación: AA; se dobla en cuadrantes sin quebrarse, A; se dobla por la mitad sin quebrarse, B; quiebre gradual al doblar por la mitad, C; quiebre inmediato al doblar por la mitad, D; desmoronable cuando se presiona con los dedos (Lanier, 1992; Álvarez y col., 1999).
- Análisis de Perfil de Textura (APT): Cilindros de 1 cm de diámetro. Dos ciclos de compresión al 75% a una velocidad de cabezal de 1cm/min.

### RESULTADOS:

Los gráficos y tablas de los resultados de la elaboración y evaluación del concentrado proteico a partir de músculo congelado con piel se muestran a continuación:

### APT EN GELES ELABORADOS A PARTIR DE DIFERENTES FORMAS DE HACER UN CONCENTRADO PROTEICO

Nota: representaciones esquemáticas de las metodologías se exponen al final de este documento.

#### Definiciones de siglas:

Músculo= Gel elaborado directamente del músculo

CPI= Concentrado proteico obtenido isoelectricamente (pH=5.5)

CPN= Músculo homogeneizado en solución salina (NaCl) 0.16 M

CPAc= Disolución ácida (pH=3.0) y posterior precipitación isoelectrica (pH=5.5)

CPAlc= Disolución alcalina (pH=11.0) y posterior precipitación isoelectrica (pH=5.5)

Los resultados de Análisis de Perfil de Textura expresados como dureza, gomosidad y Cohesividad se muestran en las figuras 1, 2 y 3 respectivamente.

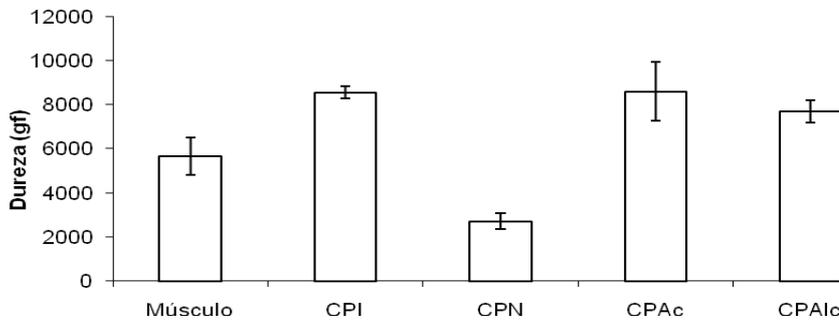


Figura 1. Dureza para los diferentes concentrados proteicos del pez armado.

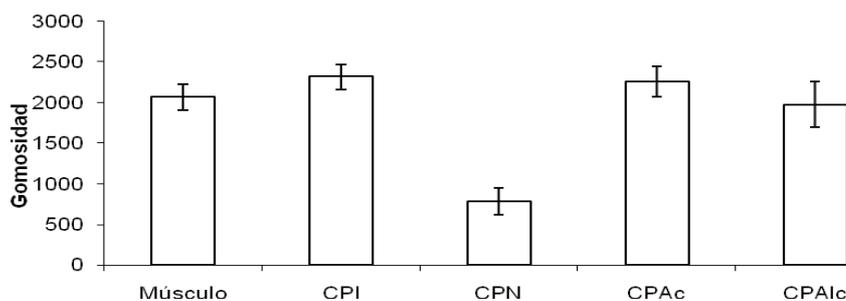


Figura 2. Gomosidad para los diferentes concentrados proteicos del pez armado

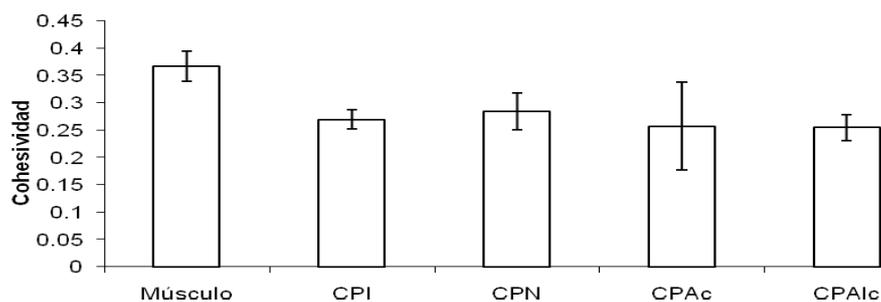


Figura 3. Cohesividad para los diferentes concentrados proteicos del pez armado

El análisis de las diferencias se muestran en la siguiente tabla de promedios para las 3 características (Nota: Estos datos son los mismos que lo gráficos anteriormente citados, donde se muestra el comportamiento).

Tabla 1. Análisis de perfil de textura de concentrados proteicos de músculo de pez armado.

Sistema	Dureza		Cohesividad		Gomosidad	
Músculo	5669.00±	861.57 <sup>b</sup>	0.37±	0.03 <sup>a</sup>	2061.75±	158.63 <sup>a</sup>
CPI	8566.00±	258.55 <sup>a</sup>	0.27±	0.02 <sup>ab</sup>	2313.26±	152.13 <sup>a</sup>
CPN	2721.67±	365.91 <sup>c</sup>	0.28±	0.03 <sup>a</sup>	779.70 ±	168.32 <sup>b</sup>
CPAc	8601.88±	1349.08 <sup>a</sup>	0.26±	0.08 <sup>b</sup>	2255.16±	190.50 <sup>a</sup>
CPAIc	7703.00±	511.73 <sup>a</sup>	0.26±	0.02 <sup>b</sup>	1970.93±	280.26 <sup>a</sup>

Los superíndices diferentes muestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

Tabla 2. Resultados de la prueba de doblado para filete congelado y concentrados proteicos del pez armado.

Fuente de obtención del gel	Prueba de doblado	Veces de doblado
Músculo	AA	No se quiebra en dos dobleces
CPN	AA	No se quiebra en dos dobleces
CPI	AA	No se quiebra en dos dobleces
CPAc	AA	No se quiebra en dos dobleces
CPAIc	AA	No se quiebra en dos dobleces

#### Conclusión:

Los resultados del análisis de perfil de textura (Tabla 1) de los geles producidos mediante los diferentes tratamientos muestran que a excepción del CPN, todos los demás tratamientos mostraron mejoría en cuanto a los parámetros de dureza ( $p \leq 0.05$ ) y gomosidad ( $p > 0.05$ ) comparándolos con el músculo solo. Todos los lavados mostraron reducción de la cohesividad. Sin embargo, el gel producido solo con el músculo (sin lavar) presentó excelentes capacidades funcionales así como de calidad de gel (ver tablas 1 y 2) para ser músculo congelado. Lo anterior manifiesta que el filete de pez armado puede ser almacenado en congelación para su posterior comercialización ya sea en forma de filete o ser utilizado como materia prima para desarrollo de productos.

Capacidad de retención de Agua (CRA) en gelificados.

Tabla 3. Capacidad de retención de agua en geles de los concentrados proteicos de músculo de pez armado.

Gel	Capacidad de retención de agua
Músculo	99.51±2.45 <sup>a</sup>
CPI	98.67±1.16 <sup>a</sup>
CPN	95.85±1.49 <sup>a</sup>
CPAc	98.27±1.50 <sup>a</sup>
CPAlc	99.19±1.41 <sup>a</sup>

Los superíndices diferentes muestran diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ).

#### Conclusión

Respecto a la capacidad de retención de agua, funcionalidad muy importante para poder conservar la calidad del gel, el análisis presentó que no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en ninguno de los lavados realizados así como tampoco con el gel producido del músculo. Por lo que se comprueba de nuevo que el músculo (*per se*) congelado presenta buenas cualidades funcionales.

Se requiere implementar un empaque que ayude a mantener y conservar la funcionalidad del filete, así como definir también su forma de comercialización. Los resultados del grupo de trabajo del CIAD muestran que el filete de pez armado puede ser comercializado tanto en fresco (almacenado perfectamente en hielo) o congelado con piel, requiriendo solo el estudio del almacenamiento del músculo sin piel donde se espera mas un cambio en el color que en cualquiera de las otras funcionalidades.

Cambios en color en la obtención de concentrados proteicos (en soles y geles) a partir del filete congelado del pez armado.

Tabla 4. Color en soles y geles de concentrados proteicos de pez armado.

Sistema	Soles			Geles		
	L	a	b	L	a	b
Músculo	40.92±1.10 <sub>b</sub>	5.18±0.33 <sub>a</sub>	5.70±0.54 <sub>a</sub>	55.63±1.60 <sub>b</sub>	2.39±0.04 <sub>a</sub>	7.55±1.38 <sub>a</sub>
CPI	46.87±1.99 <sub>a</sub>	2.11±0.13 <sub>b</sub>	4.59±0.53 <sub>ab</sub>	49.17±0.45 <sub>cd</sub>	2.04±0.63 <sub>a</sub>	9.21±0.68 <sub>a</sub>
CPN	45.16±0.94 <sub>a</sub>	0.40±0.12 <sub>d</sub>	3.85±0.61 <sub>b</sub>	61.82±2.23 <sub>a</sub>	0.71±0.18 <sub>c</sub>	9.53±0.08 <sub>a</sub>
CPAc	44.37±0.95 <sub>ab</sub>	1.34±0.18 <sub>c</sub>	5.20±0.19 <sub>ab</sub>	45.61±1.26 <sub>d</sub>	1.03±0.09 <sub>b</sub>	5.98±0.18 <sub>a</sub>
CPAlc	45.60±1.46 <sub>a</sub>	0.29±0.12 <sub>d</sub>	4.21±0.12 <sub>ab</sub>	51.37±2.03 <sub>bc</sub>	0.06±0.16 <sub>c</sub>	6.97±0.75 <sub>a</sub>

Para ubicar el color en la esfera usando los parámetros de L, a, y b se calcularon los ángulos de matiz (Hue) y la cromaticidad mostrando que los concentrados proteicos manifestaron cambios de color por los tratamientos de lavado a los que fueron sometidos.

Los ángulos de matiz y cromaticidad de los geles fueron calculados utilizando las siguientes fórmulas:

Cromaticidad:  $100 - ((100 - L)^2 + a^2 + b^2)^{1/2}$

Hue: Arco tangente de  $b/a * 100$

Tabla 5. Valores de Hue y cromaticidad del músculo y de los concentrados proteicos de pez armado

	L	a	b	Cromaticidad	Hue
M	55.63	2.39	7.55	-43.94	126.36
CPAc	45.61	1.03	5.98	-53.8	139.93
CPAlc	51.37	0.06	6.97	-48.09	156.21
CPI	49.17	2.03	9.20	-50.72	135.30
CPN	61.82	0.71	9.53	-38.07	156.34

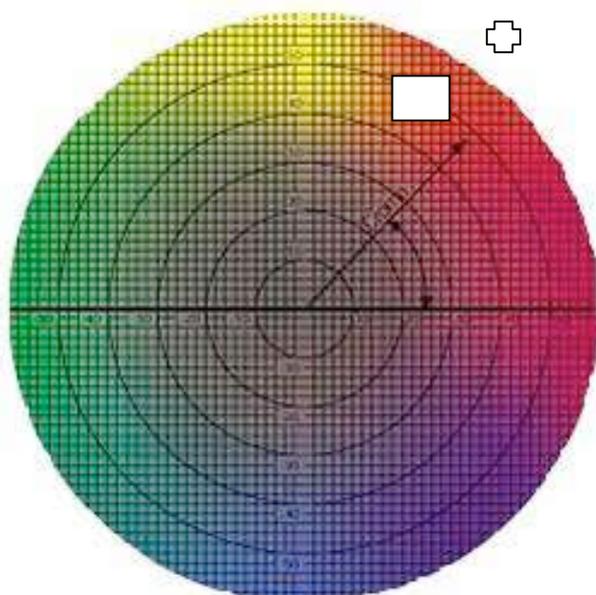


Figura 4. Representación esquemática de la ubicación del color de músculo y los concentrados proteicos bajo las diferentes condiciones: ⊕ músculo, □ los geles de los concentrados.

Fraccionación de proteínas en músculo y concentrados proteicos.

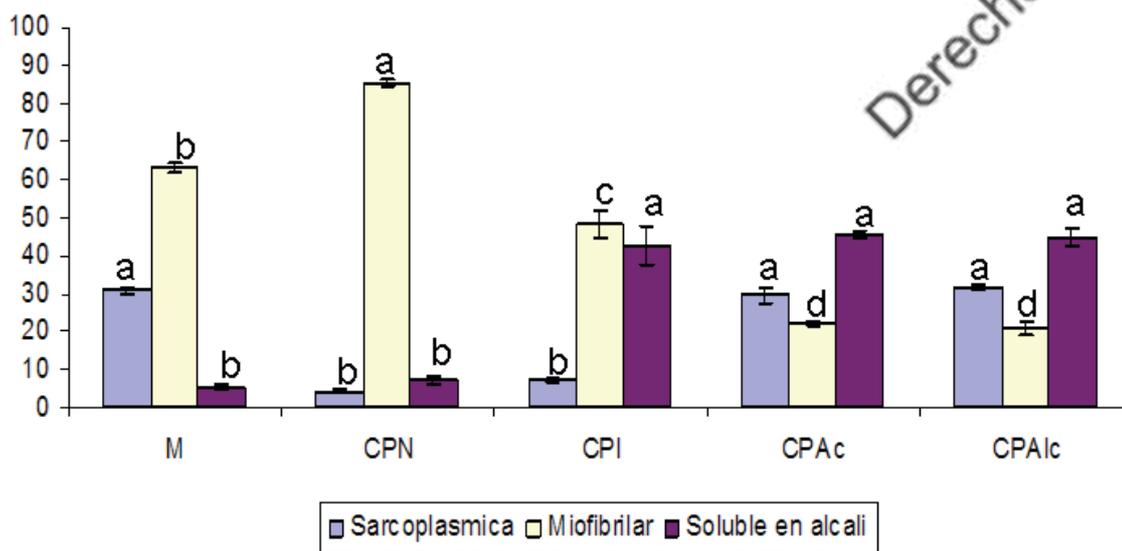


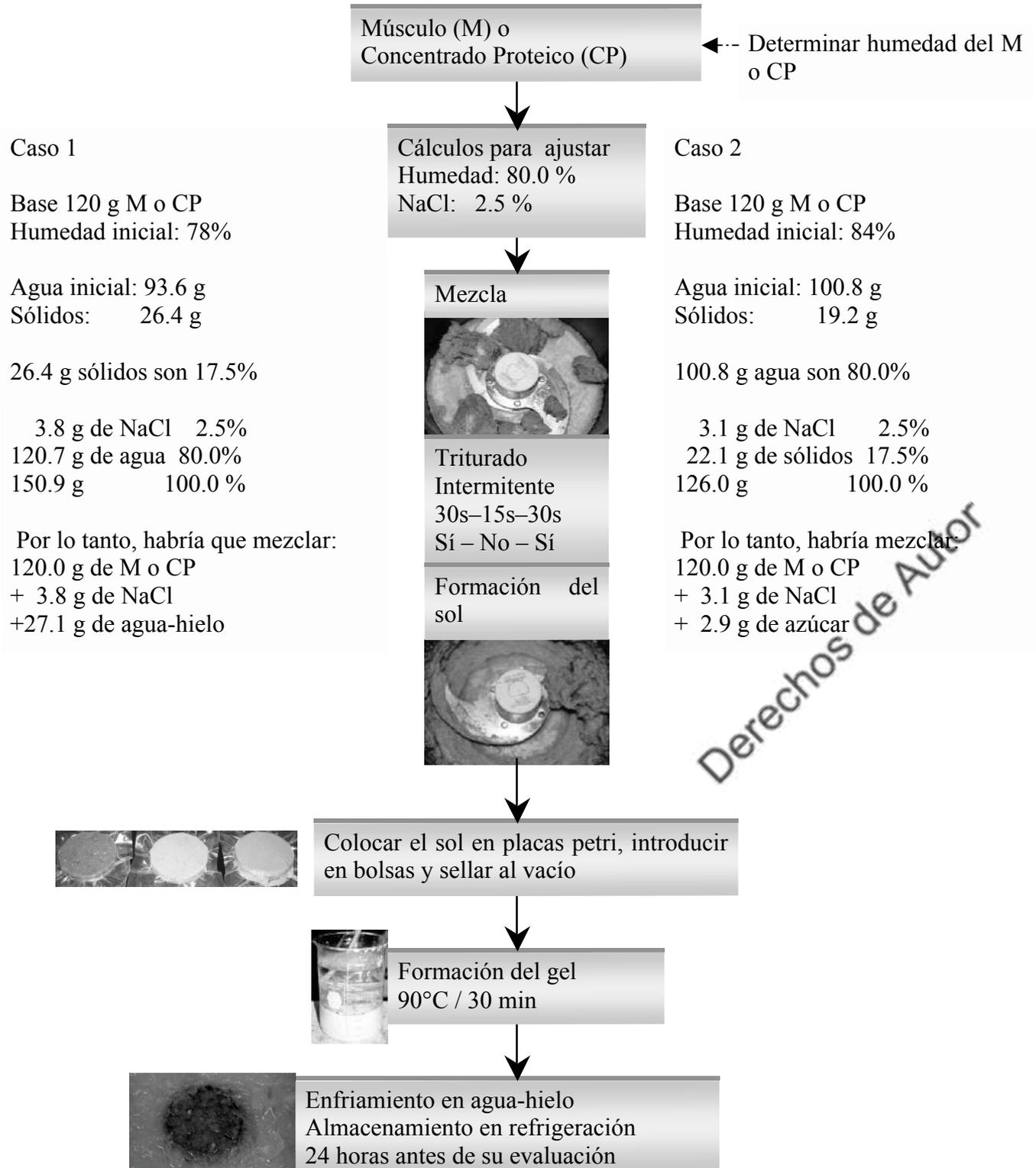
Figura 5. Resultados de fracciones proteicas del músculo y los concentrados proteicos de Pez armado.

En todos los concentrados proteicos se observa que la fracción predominante es la miofibrilar, y que a medida que se avanza en el proceso de obtener un concentrado esta va disminuyendo (excepto con el CPN, aunque este presentó mas baja funcionalidad) y por ende las otras dos fracciones aumentaron; sin embargo si se relaciona este resultado

con las capacidades funcionales de los geles producidos (Tablas 1, 2 y 3) la concentración en cuanto a proteína no muestra un efecto negativo en ellas, haciendo ver que la calidad de proteína miofibrilar del pez armado es funcionalmente buena.

### ESQUEMAS REPRESENTATIVOS DE CONCENTRADOS PROTEICOS

Representación esquemática del proceso para la formación de un gel inducido por calor.

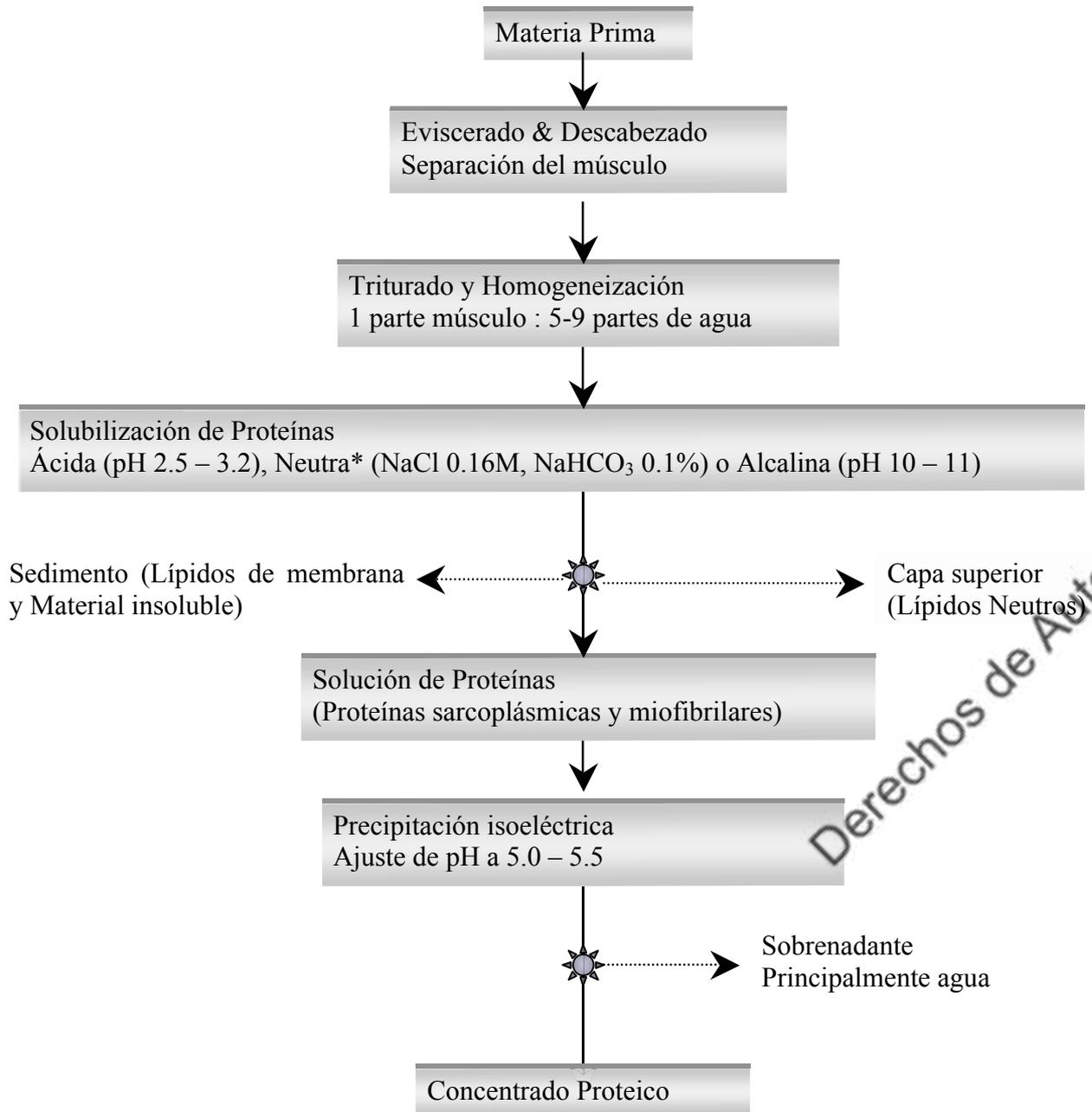


### PRUEBA DE DOBLADO



Calidad	Comportamiento
5 (AA)	Se dobla en cuadrantes sin quebrarse
4 (A)	Se dobla por la mitad sin quebrarse
3 (B)	Quiebre gradual al doblar por la mitad
2 (C)	Quiebre inmediato al doblar por la mitad
1 (D)	Desmoronable cuando se presiona con los dedos

Diagrama de flujo de procesos de disolución ácida, neutra o alcalina para la recuperación de proteínas. Neutra\*: [Sánchez-Alonso](#) y col. 2007.



## Referencias Bibliográficas

Sánchez-Alonso, I., Careche, M. y Borderías, A.J. 2007. Methods for producing a functional protein concentrate from giant squid (*Dosidicus gigas*) muscle. Food Chemistry. 100:48-54.

**ELABORACIÓN DE CAVIAR DE PEZ  
DIABLO (*Pterygoplichthys disjunctivus*) Y  
EVALUACIÓN DE SUS PROPIEDADES  
FISICOQUÍMICAS**

**Avance de tesis de Maestría  
Elva Janette Guillen Sánchez**

**AVANCES TESIS DE MAESTRIA “Elaboración de caviar de pez diablo (*Pterygoplichthys disjunctivus*) y evaluación de sus propiedades fisicoquímicas”. Elva Janette Guillen Sánchez**

El caviar es definido como un producto alimenticio elaborado a partir de huevos no fecundados de esturión, comúnmente llamado “hueva” o “caviar de” a las de diversas especies de pescado. La hueva de diversas especies de pescado se caracterizan por su alto contenido de proteínas (16 – 30%) proporcionando aminoácidos esenciales\* y no esenciales. Los principales componentes lipídicos son triglicéridos y fosfolípidos los cuales se emplean como una medida de calidad y valor nutritivo, es una fuente de ácidos grasos esenciales como EPA – DHA – AA además de otros ácidos grasos omega necesarios para el funcionamiento, mantenimiento y desarrollo de procesos fisiológicos.

La hueva del pez diablo representa el 20% del peso total de la especie. Esta consiste de un par de cilindros conectados en la cavidad abdominal a lo largo de la columna vertebral, es capaz de producir hasta más de 3000 huevecillos en su etapa alta de reproducción, estos llegan a tener un diámetro de 3 mm. La hueva de pez diablo tiene un contenido de humedad de 64.7%, proporción proteica de 29.7% y contenido de grasa de 8.9%. Esta composición proximal es semejante a la de especies como el salmón, trucha, lisa. Por lo cual, se visualiza la posible utilidad de esta especie para la producción de caviar de alta calidad como el obtenido de estas especies el cual es cotizado en países como EUA y España.

Tabla de comparación de composición química de la hueva de pez armado vs otras especies

Roe	Proteína %	Grasa %	CHO %	Cenizas %	Humedad %
Pez diablo ( <i>Pterygoplichthys disjunctivus</i> )	29.67	8.9	---	2.9	64.76
Bacalao ( <i>Theragra chalcogramma</i> )	27.49	0.57	---	1.40	68.28
Lisa ( <i>Mugil Cephalus Linnacus</i> )	22.6	13.7	---	1.8	61.5
Trucha ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	29.2	11.2	---	1.3	57.2
Salmón ( <i>Oncorhynchus keta</i> )	27	12	---	1.7	56

La estandarización del proceso de elaboración de caviar se realizó mediante la aplicación del método de superficie de respuesta y la optimización para dos variables importantes como el tiempo de exposición al curado y la cantidad de sal añadida. El proceso consiste en la obtención de las gónadas las cuales se exponen durante un periodo de tiempo a un salado o curado para facilitar la separación de los huevos de la membrana y eliminar agua; posteriormente se realiza la separación de los huevos de la membrana para pasarlos a una serie de lavados con agua fría y finalmente la adición de sal que proporcionara el sabor característico de este producto. De esta forma se obtiene un caviar seco. Un segundo

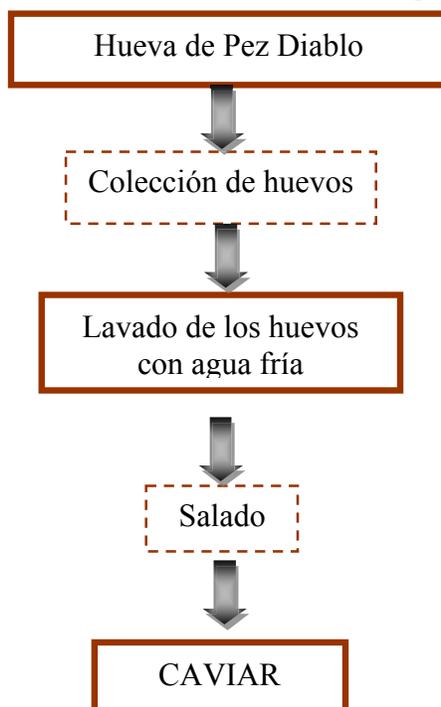
tratamiento que se realizó es un proceso tradicional, este consiste en las mismas etapas de proceso a excepción del segundo paso, es decir, en este no se aplica un curado a la gónada.

Los productos obtenidos mediante el tratamiento con curado mostraban una buena apariencia y color, pero al transcurrir el tiempo se fue apreciando una disminución del tamaño de huevo por la liberación de agua. Su sabor era muy salado en los productos a los cuales se les agregó un porcentaje de sal de 3 a 2% debido al previo curado que ya se había realizado. Su sabor y olor eran neutrales ya que no tenían ningún rasgo de sabor ni siquiera a pescado.

Debido a los resultados expresados por en analisis de perfil de textura sobre que no hay efecto en la misma independientemente del tiempo de exposición a las diferentes concentraciones de sal al inicio se decidió seguir el proceso tradicional.

En cambio el proceso tradicional mantuvo una apariencia uniforme, así como el tamaño del huevo por lo que se observó menor liberación de agua. En cuanto a su sabor, en los tratamientos de 1 a 2% de sal eran muy insípidos no tenían ningún sabor en comparación con el tratamiento con 3%, este tenía el sabor característico del caviar, es decir, el sabor saladito del producto.

Diagrama del proceso tradicional de elaboración del caviar que se usara:



### Descripción del proceso:

El proceso de elaboración de caviar comienza con la separación de la hueva del tejido conectivo y el material extraño (restos de víscera); posteriormente se lleva a cabo la colección de los huevos mediante la separación de estos de la membrana. Una vez que se tiene la materia prima se realizan una serie de lavados con agua fría para eliminar impurezas y sanitizar el huevo; deberá mantenerse en todo momento temperaturas frías de proceso. Acto seguido, se adiciona la concentración de sal desea del producto esperado, este aditivo no solo funciona como potenciador de sabor, sino también como un agente antimicrobiano y por lo tanto como un conservador. El producto final debe mantenerse en refrigeración a temperaturas de 2-4°C.

Como medida de evaluación para determinar el mejor tratamiento se realizó una compresión al 75% a cada huevo de los productos realizados. Observándose una variación a causa del tamaño del huevo tomado para el análisis, donde se puede notar que el tratamiento tradicional con 2% de sal muestra mayor resistencia. En busca de aumentar la resistencia de la membrana se probó con lavados con ácido ascórbico para fortalecer la membrana al mismo tiempo que funcionará como agente antimicrobiano y este aumento la textura del huevo, lo cual favorece en la calidad del producto, debido a que uno de los placeres del caviar es la sensación del estallamiento del huevo al momento de su consumo.

Tabla de ATP de los diferentes tratamientos para la elaboración de caviar de pez armado

Hueva fresca	25 gf ± 1.29	0.0129 g
25 min*.	31 gf ± 1.0	0.0179 g
30 min.	26 gf ± 5.26	0.0171 g
Trad 1%	22 gf ± 1.0	0.0155 g
Trad 2%	27 gf ± 3.16	0.0164 g
Trad 3%	23 gf ± 4.02	0.0185 g

\* Ácido ascórbico

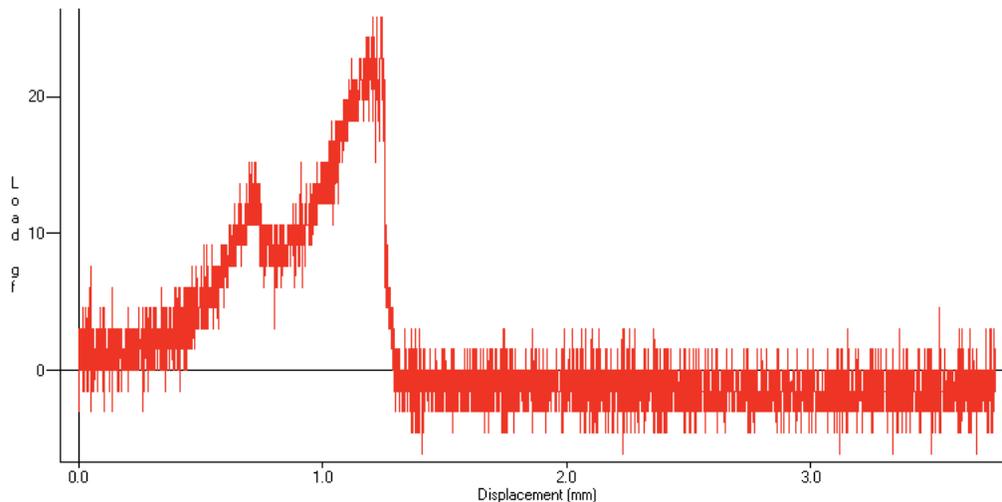


Gráfico ATP de huevo de Pez armado o cascudo.

Para la determinación de color de la huevo y del caviar elaborado a partir de la misma se obtuvieron valores de  $L^* = 9 \pm 1.27$ ,  $a^* = 10.09 \pm 0.63$  y  $b^* = 21.28 \pm 1.25$ , de estos valores se calcularon la cromaticidad y presento valores de Cromaticidad = 23.92 y angulo de matiz (HUE) = Angulo HUE = 64.63. Así su marco de color recae en el primer cuadrante del círculo cromático, dando una intensidad de color por el ángulo HUE de amarillo.

En cuanto a su composición lipídica, la huevo de pez diablo es rica en ácidos grasos esenciales como Oleico, Linoléico, Linolénico y Eicosatrienoico, así como algunos ácidos grasos saturados como el palmitico. Que de acuerdo a estudios en otras especies, estos ácidos grasos se encuentran presentes principalmente los ácidos grasos saturados para llevar a cabo la biosíntesis lipoproteica en el huevo, además de estar implicados principalmete los ácidos grasos esenciales en la fecundación, calidad y desarrollo del huevo.

Derecho de Autor

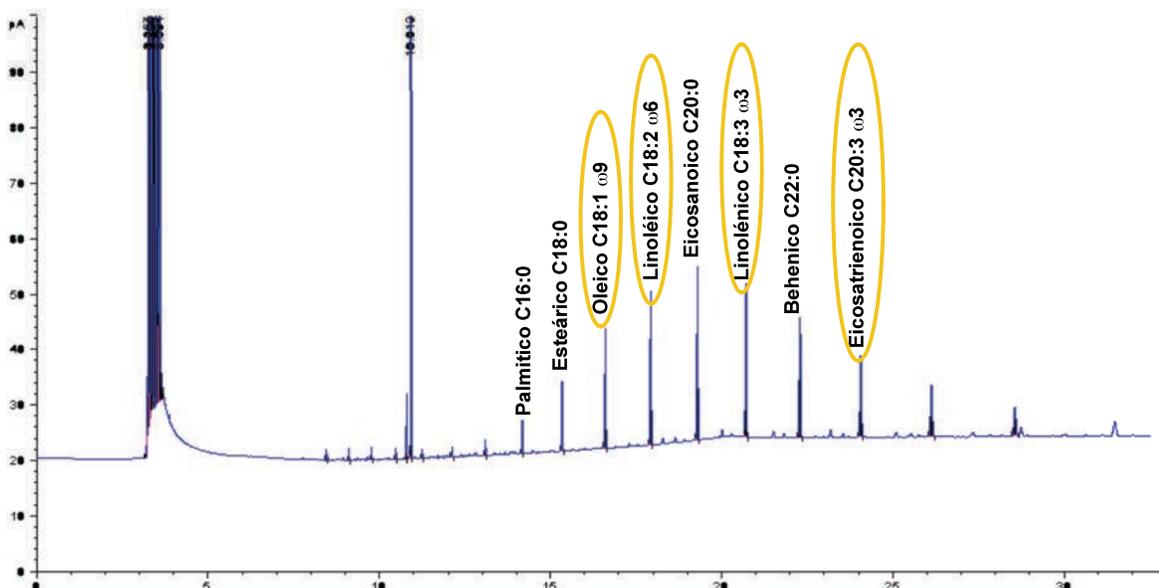


Figura: Contenido de Acidos Grasos de la hueva de pez armado o cascudo.

#### CONCLUSIONES PARCIALES DE AVANCES DE RESULTADOS

La hueva del pez diablo presenta de acuerdo con los resultados preliminares que se obtuvieron, características importantes para su utilización en la elaboración de caviar como lo es su color y textura, además de no presentar ningún olor o sabor desagradable.

Debido a su composición, es posible la obtención de productos de alta calidad tanto en el consumo de las gónadas como la extracción de sus ácidos grasos para la elaboración de aceite ya que contiene importantes ácidos grasos esenciales.

Por ello es importante realizar una caracterización completa de la hueva del pez diablo con respecto a su contenido proteico, lipídico, presencia de metales pesados, aw, así como su evaluación como producto alimenticio; para de esta forma asegurar su utilización como un producto de alta calidad.

Falta por concluir:

Se tienen resultados preliminares sobre el perfil de ácidos grasos presentes en la hueva de pez diablo, así como su composición proximal, además de la estandarización del proceso de elaboración del caviar y el perfil de textura que muestra el huevo en cada tratamiento estudiado.

Es necesario terminar de evaluar el perfil de ácidos grasos así como el perfil de proteínas presentes en la hueva del pez diablo, conocer la clase de lípidos presentes en ella y la estabilidad de estos. Evaluar la presencia de metales pesados y el contenido de aminoácidos. Por ultimo ver si existe un efecto en la composición de la hueva debido al proceso de elaboración de caviar mediante la repetición de los estudios antes mencionados.

**EVALUACIÓN PRELIMINAR DE  
METALES PESADOS EN PEZ  
ARMADO Y TILAPIA DEL  
INFIERNILLO, PRESA ADOLFO  
LÓPEZ MATEOS, MICHOACÁN**

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales

**Responsable:** Dr. Carlos A. Martínez Palacios

Derechos

Derechos de Autor

## EVALUACIÓN PRELIMINAR DE METALES PESADOS EN PEZ ARMADO Y TILAPIA DEL INFIERNILLO, PRESA ADOLFO LÓPEZ MATEOS, MICHOACÁN.

Se realizaron análisis de metales pesados en el músculo del pez armado y tilapia de cinco sitios pertenecientes a la región del Bajo Balsas en el Infiernillo en los siguientes sitios: Río Marquez, La Obra, El Tamo, Nuevo Centro y Pinzandarán.

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio Certificado de Residuos Tóxicos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Unidad Hermosillo. Los metales analizados fueron Cadmio, Mercurio y Plomo. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

Zona	Pez	N° peces muestreados	Compuesto analizado	Resultado $\mu\text{g/g}$ (ppm)
Río El Marquez	Pez armado	3	Cadmio	ND
			Plomo	ND
			Mercurio	0.06
Nuevo Centro	Pez armado	7	Cadmio	ND
			Plomo	ND
			Mercurio	0.03
El Tamo	Pez armado	5	Cadmio	ND
			Plomo	ND
			Mercurio	0.05
	Tilapia	2	Cadmio	ND
			Plomo	ND
			Mercurio	0.04
La Obra	Pez armado	5	Cadmio	ND
			Plomo	ND
			Mercurio	0.04
	Tilapia	2	Cadmio	ND
			Plomo	ND
			Mercurio	0.02
Pinzandarán	Tilapia	5	Cadmio	ND
			Plomo	ND
			Mercurio	0.02

ND ( No detectado)

No se detectó (ND) cadmio y plomo en las muestras de músculo del pez armado y tilapia de los diferentes sitios muestreados. Por otro lado, en todos los sitios de muestreo, se detectó mercurio en el musculo tanto de pez armado como de tilapia, con valores muy bajos que oscilaron entre 0.02 y 0.06 ppm; estos niveles se encuentran entre 10 y 20 veces por debajo de las cifras permitidas por la NOM-SEMARNAT 027-SSA1-1993, relacionada con productos de pesca (pescado fresco, refrigerado y congelado), la cual establece las siguientes especificaciones:

Metal Pesado	Límite Máximo Permitido (ppm)
Cadmio	0.5
Mercurio	1.0
Mercurio (como metil mercurio)*	0.5
Plomo	1.0

\*Es necesario únicamente en los casos en que el mercurio total supere el nivel de referencia establecido, con la finalidad de aceptar o rechazar el lote.

De la misma manera, la FDA (Food and Drugs Administration) establece el límite máximo para mercurio en 1.00 ppm.

Aunque los niveles de mercurio encontrados no ofrecen un riesgo para la salud humana, **SE RECOMIENDA ENFÁTICAMENTE A LAS AUTORIDADES DE SALUD LOCALES, ESTATALES Y FEDERALES MANTENER UN MONITOREO CONSTANTE DE LOS PECES EN GENERAL QUE SE HAYAN EXTRAÍDO DE LA PRESA DEL INFIERNILLO Y SUS AFLUENTES PARA MANTENER SIEMPRE LA ALERTA, Y EVITAR EN LO POSIBLE UNA CONTINGENCIA EN EL CASO DE QUE LOS NIVELES DE METALES PESADOS SE ELAVARAN Y LLEGARAN A SER LIMITANTES POR SU CERCANIA A LOS NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS POR LA NOM 027-SSA1-1993.** Hay que recordar que la cuenca alta del río Balsas es una cuenca minera y con una alta contaminación de diversa índole y que puede en un momento dado arrojar niveles peligrosos de metales y otros elementos tóxicos al agua.

El presente estudio fue llevado al cabo con 29 peces, 20 peces armados y 9 tilapias, en una sola colecta durante el mes de mayo del 2009, que es el máximo periodo de estiaje, tiempo en el que la presa se encuentra en su nivel mínimo y los peces en su máxima concentración. A pesar de lo anterior es importante mencionar que se requiere un estudio mas profundo de este hecho además de un adecuado monitoreo por un laboratorio certificado y colectas adecuadamente diseñadas. En nuestro trabajo original este aspecto nunca fue considerado como un objetivo sin embargo al tener como productos los peces armados como alimento humano pensamos en incluir por lo menos una evaluación de los sitios muestreados durante el proyecto, para asegurar que el pez armado no posee niveles tóxicos de por lo menos Cadmio, Mercurio y Plomo.



## INFORME DE RESULTADOS

**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo  
Santiago Tapia No. 403,  
Col. Centro  
Morelia, Michoacán. C.P. 58000

**FECHA DE OBTENCION:** --- **FECHA DE ENVIO:** 2009-05-20

**FECHA DE RECEPCION:** 2009-05-22 **FECHA DEL INFORME:** 2009-05-28

## RESULTADOS

ANALISIS SOLICITADO	CLAVE		TIPO DE MUESTRA	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
	Procedencia	CIAD			
<b>METALES PESADOS</b> Cadmio MTL-FSIS, USDA/91*	1 P. Armado	MD-1331	Músculo de Pez	Cadmio	ND
Plomo MTL-FSIS, USDA/91*	1 P. Armado	MD-1331	Músculo de Pez	Plomo	ND
Mercurio MTL-FSIS, USDA/91*	1 P. Armado	MD-1331	Músculo de Pez	Mercurio	0,06

\* Método utilizado; ND: no detectado; ppm: partes por millón.

Este informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización previa del laboratorio.

El resultado del análisis se refiere únicamente a las muestras probadas.

El laboratorio no se hace responsable de la seguridad de la información transmitida por vía electrónica, ni del uso que se le dé a los informes después de su entrega.

*Luz Vázquez Moreno*  
DRA. LUZ VAZQUEZ MORENO  
Responsable del Laboratorio





## INFORME DE RESULTADOS

<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:</b>	Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo Santiago Tapia No. 403, Col. Centro Morelia, Michoacán. C.P. 58000		
<b>FECHA DE OBTENCION:</b> ---	<b>FECHA DE ENVIO:</b>	2009-05-20	
<b>FECHA DE RECEPCION:</b> 2009-05-22	<b>FECHA DEL INFORME:</b>	2009-05-28	

## RESULTADOS

ANALISIS SOLICITADO	CLAVE		TIPO DE MUESTRA	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
	Procedencia	CIAD			
<b>METALES PESADOS</b> Cadmio MTL-FSIS, USDA/91*	2 P. Armado	MD-1332	Músculo de Pez	Cadmio	ND
Plomo MTL-FSIS, USDA/91*	2 P. Armado	MD-1332	Músculo de Pez	Plomo	ND
Mercurio MTL-FSIS, USDA/91*	2 P. Armado	MD-1332	Músculo de Pez	Mercurio	0,03

\* Método utilizado; ND: no detectado; ppm: partes por millón.

Este informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización previa del laboratorio.

El resultado del análisis se refiere únicamente a las muestras probadas.

El laboratorio no se hace responsable de la seguridad de la información transmitida por vía electrónica, ni del uso que se le dé a los informes después de su entrega.

*M. Vázquez Moreno*  
DRA. LUZ VAZQUEZ MORENO  
Responsable del Laboratorio



F:17



## INFORME DE RESULTADOS

<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:</b> Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo Santiago Tapia No. 403, Col. Centro Morelia, Michoacán. C.P. 58000	
<b>FECHA DE OBTENCION:</b> ---	<b>FECHA DE ENVIO:</b> 2009-05-20
<b>FECHA DE RECEPCION:</b> 2009-05-22	<b>FECHA DEL INFORME:</b> 2009-05-28

## RESULTADOS

ANALISIS SOLICITADO	CLAVE		TIPO DE MUESTRA	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
	Procedencia	CIAD			
<b>METALES PESADOS</b> Cadmio MTL-FSIS, USDA/91*	3 P. Armado	MD-1333	Músculo de Pez	Cadmio	ND
Plomo MTL-FSIS, USDA/91*	3 P. Armado	MD-1333	Músculo de Pez	Plomo	ND
Mercurio MTL-FSIS, USDA/91*	3 P. Armado	MD-1333	Músculo de Pez	Mercurio	0,05

\* Método utilizado; ND: no detectado; ppm: partes por millón.

Este informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización previa del laboratorio.

El resultado del análisis se refiere únicamente a las muestras probadas.

El laboratorio no se hace responsable de la seguridad de la información transmitida por vía electrónica, ni del uso que se le dé a los informes después de su entrega.

*Luz Yáñez Moreno*  
DRA. LUZ YÁÑEZ MORENO  
Responsable del Laboratorio



F:17



## INFORME DE RESULTADOS

<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:</b> Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo Santiago Tapia No. 403, Col. Centro Morelia, Michoacán. C.P. 58000	
<b>FECHA DE OBTENCION:</b> ---	<b>FECHA DE ENVIO:</b> 2009-05-20
<b>FECHA DE RECEPCION:</b> 2009-05-22	<b>FECHA DEL INFORME:</b> 2009-05-28

## RESULTADOS

ANALISIS SOLICITADO	CLAVE		TIPO DE MUESTRA	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
	Procedencia	CIAD			
<b>METALES PESADOS</b> Cadmio MTL-FSIS, USDA/91*	3A Tilapia	MD-1334	Músculo de Pez	Cadmio	ND
Plomo MTL-FSIS, USDA/91*	3A Tilapia	MD-1334	Músculo de Pez	Plomo	ND
Mercurio MTL-FSIS, USDA/91*	3A Tilapia	MD-1334	Músculo de Pez	Mercurio	0,04

\* Método utilizado; ND: no detectado; ppm: partes por millón.

Este informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización previa del laboratorio.

El resultado del análisis se refiere únicamente a las muestras probadas.

El laboratorio no se hace responsable de la seguridad de la información transmitida por vía electrónica, ni del uso que se le dé a los informes después de su entrega.

*Luz Vázquez Moreno*  
DRA. LUZ VAZQUEZ MORENO  
Responsable del Laboratorio



F:17



## INFORME DE RESULTADOS

**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo  
Santiago Tapia No. 403,  
Col. Centro  
Morelia, Michoacán. C.P. 58000

**FECHA DE OBTENCION:** --- **FECHA DE ENVIO:** 2009-05-20

**FECHA DE RECEPCION:** 2009-05-22 **FECHA DEL INFORME:** 2009-05-28

## RESULTADOS

ANALISIS SOLICITADO	CLAVE		TIPO DE MUESTRA	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
	Procedencia	CIAD			
<b>METALES PESADOS</b> Cadmio MTL-FSIS, USDA/91*	4 P. Armado	MD-1335	Músculo de Pez	Cadmio	ND
Plomo MTL-FSIS, USDA/91*	4 P. Armado	MD-1335	Músculo de Pez	Plomo	ND
Mercurio MTL-FSIS, USDA/91*	4 P. Armado	MD-1335	Músculo de Pez	Mercurio	0,04

\* Método utilizado; ND: no detectado; ppm: partes por millón.

Este informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización previa del laboratorio.

El resultado del análisis se refiere únicamente a las muestras probadas.

El laboratorio no se hace responsable de la seguridad de la información transmitida por vía electrónica, ni del uso que se le dé a los informes después de su entrega.

*[Firma]*  
DRA. LUZ VAZQUEZ MORENO  
Responsable del Laboratorio



F:17



## INFORME DE RESULTADOS

<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:</b> Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo Santiago Tapia No. 403, Col. Centro Morelia, Michoacán. C.P. 58000	
<b>FECHA DE OBTENCION:</b> ---	<b>FECHA DE ENVIO:</b> 2009-05-20
<b>FECHA DE RECEPCION:</b> 2009-05-22	<b>FECHA DEL INFORME:</b> 2009-05-28

## RESULTADOS

ANALISIS SOLICITADO	CLAVE		TIPO DE MUESTRA	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
	Procedencia	CIAD			
<b>METALES PESADOS</b> Cadmio MTL-FSIS, USDA/91*	4A Tilapia	MD-1336	Músculo de Pez	Cadmio	ND
Plomo MTL-FSIS, USDA/91*	4A Tilapia	MD-1336	Músculo de Pez	Plomo	ND
Mercurio MTL-FSIS, USDA/91*	4A Tilapia	MD-1336	Músculo de Pez	Mercurio	0,02

\* Método utilizado; ND: no detectado; ppm: partes por millón.

Este informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización previa del laboratorio.

El resultado del análisis se refiere únicamente a las muestras probadas.

El laboratorio no se hace responsable de la seguridad de la información transmitida por vía electrónica, ni del uso que se le dé a los informes después de su entrega.

*[Firma]*  
DRA. LUZ VAZQUEZ MORENO  
Responsable del Laboratorio



F:17



## INFORME DE RESULTADOS

**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:** Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo  
Santiago Tapia No. 403,  
Col. Centro  
Morelia, Michoacán. C.P. 58000

**FECHA DE OBTENCION:** --- **FECHA DE ENVIO:** 2009-05-20

**FECHA DE RECEPCION:** 2009-05-22 **FECHA DEL INFORME:** 2008-05-28

## RESULTADOS

ANALISIS SOLICITADO	CLAVE		TIPO DE MUESTRA	COMPUESTO ANALIZADO	RESULTADO $\mu\text{g/g}$ (ppm)
	Procedencia	CIAD			
<b>METALES PESADOS</b> Cadmio MTL-FSIS, USDA/91*	5 Tilapia	MD-1337	Músculo de Pez	Cadmio	ND
Plomo MTL-FSIS, USDA/91*	5 Tilapia	MD-1337	Músculo de Pez	Plomo	ND
Mercurio MTL-FSIS, USDA/91*	5 Tilapia	MD-1337	Músculo de Pez	Mercurio	0,02

\* Método utilizado: ND: no detectado; ppm: partes por millón.

Este informe no podrá reproducirse parcialmente sin la autorización previa del laboratorio.

El resultado del análisis se refiere únicamente a las muestras probadas.

El laboratorio no se hace responsable de la seguridad de la información transmitida por vía electrónica, ni del uso que se le dé a los informes después de su entrega.

*Luz Vázquez Moreno*  
DRA. LUZ VAZQUEZ MORENO  
Responsable del Laboratorio



# MANUAL DE ELABORACIÓN DE ENSILADO DE PEZ ARMADO



María del Carmen Aguilar Valdez  
Carlos A. Martínez Palacios  
María Teresa Viana



Derechos de Autor

## MANUAL DE ELABORACIÓN DE ENSILADO DE PEZ ARMADO

El ensilado es un producto semi- líquido, pastoso a base de pescado molido y ácido, con el cual se pueden formular dietas para ganado porcino, vacuno, aves de corral, rumiantes y peces.



Aspecto pastoso del material para ensilado

### Importancia del ensilado

- Es un proceso relativamente sencillo.
- El almacenamiento de este producto no requiere refrigeración y se puede almacenar por tiempo prolongado sin descomponerse.
- Permite utilizar todos los residuos de la pesca y pescado inadecuado para el consumo humano.
- Contribuye en gran medida en la disminución de la contaminación causada por los desperdicios de la pesca y permite aprovechar al 100% el recurso pesquero.
- Es una excelente fuente de proteína para consumo animal.
- Es una alternativa para generar ingresos económicos.



Pescado armado desperdiciado en las horillas de la presa del Infiernillo.

## Proceso de ensilado

El siguiente diagrama muestra de manera general los pasos que se siguen para la realización del ensilado, comenzando con la recepción de la materia prima o colecta del pescado. Es importante que mientras no se utilice el pescado que se va a ensilar, se mantenga congelado para evitar que se descomponga.

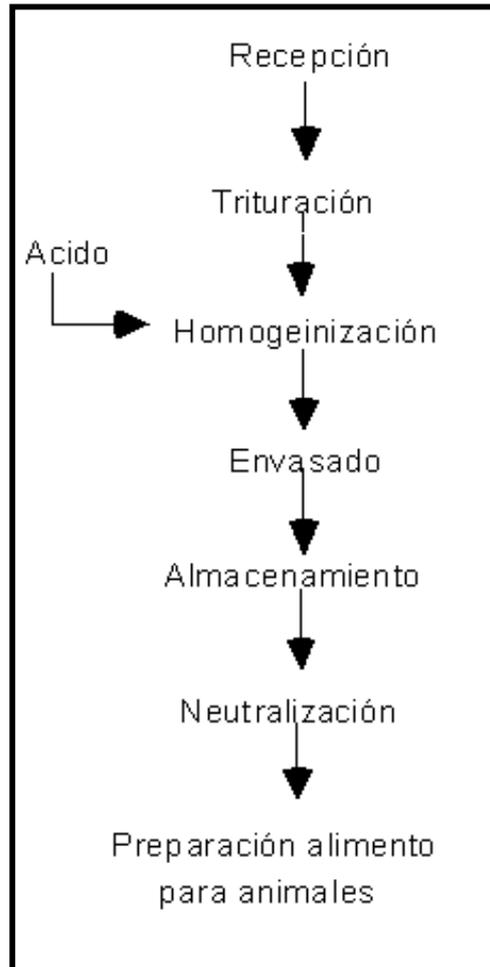


Diagrama para la elaboración de ensilado.

Derechos de Autor

El siguiente paso es la trituración del pescado para lo cual se utiliza un molino que transforma el pescado entero en una pasta húmeda finamente molida.



Molino diseñado para triturar el pez armado entero o en partes.

Una vez molido el pescado, se coloca en un contenedor donde se agrega 2% de ácido fórmico. El material molido y el ácido deben homogenizarse adecuadamente, para lo cual se utiliza una mezcladora que permite integrar eficientemente el ácido y el material.



Mezcladora orbital con aspas de acero inoxidable después de incorporar al pescado molido el ácido.

El pH de la mezcla debe bajar y mantenerse en 4, para evitar la descomposición del pescado y al mismo tiempo permitir que las enzimas proteolíticas del mismo pescado alcancen su mayor actividad y se produzca así, la liberación de aminoácidos. El pH se mide con tiras de papel especiales para medir pH.

La estabilidad del ensilado se alcanza en 15 días, una vez que el material se estabiliza se puede utilizar inmediatamente en la formulación de alimento o almacenar por tiempo indefinido en excelentes condiciones. Una vez que se estabiliza debe mantenerse tapado para evitar la introducción de macroorganismos (Insectos) y mantenerse en un lugar seco y a temperatura ambiente.



Ensilado crudo



Ensilado maduro y estable

### **Beneficios del ensilado**

- Es un material que contiene una excelente calidad nutricional: Proteínas, Minerales y Lípidos.
- Se puede utilizar en la elaboración de raciones alimenticias de diversas especies de animales de importancia en la ganadería como son ganado porcino, bovino, rumiantes, aves de corral y peces.
- Tiene una excelente aceptación por parte de los animales, lo cual se traduce en ganancia de peso.
- El uso del ensilado en la alimentación animal reduce los costos de producción.

## **Materiales y Equipo.**

- Molino para peces
- Mezcladora para líquidos pastosos
- Contenedores plásticos con tapa hermética
- Balanza
- Papel indicador para medir pH
- Ácido fórmico
- Artículos de protección personal (Bata, guantes, goggles, mascarilla)

Derechos de Autor

# **MANUAL PARA EL CURTIDO ARTESANAL DE PIEL DE TILAPIA**

Derechos de Autor

# MANUAL DE CURTIDO ARTESANAL DE PIEL DE TILAPIA



María del Carmen Aguilar Valdez  
Carlos Martínez Palacios  
María Luíza Rodríguez de Souza

Derechos de Autor



## MANUAL DE CURTIDO ARTESANAL DE PIEL DE TILAPIA.

El curtido artesanal de piel de pescado es una tecnología que permite la conservación de la piel transformándola en un material imputrescible “cuero”. Esta tecnología utiliza parte de los desperdicios generados durante el fileteado de pescado “la piel” reduce la contaminación y propone alternativas para generar empleos.



Transformación de piel en cuero.

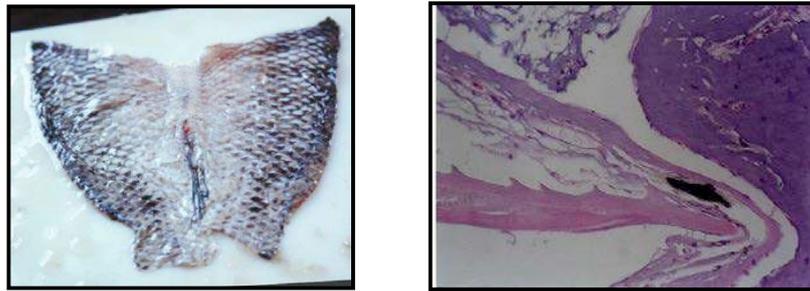
### ¿Qué es la piel?

La piel es el tejido externo, resistente y elástico que envuelve el cuerpo del animal, su principal función es proteger al cuerpo contra el frío, el calor, la invasión de bacterianas, etc.

### Importancia de la piel en el proceso de curtido

La piel esta compuesta por dos capas, epidermis y dermis, debajo de estas dos capas se encuentra la hipodermis.

En la epidermis se encuentras inmersas las escamas y también se encuentran numerosas células mucosas y claviformes que son eliminadas durante el proceso de curtido.

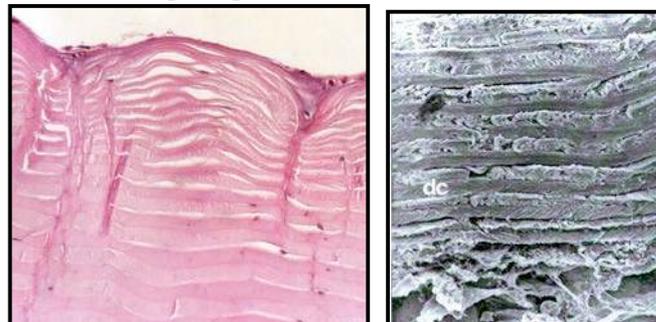


Superficie de la piel con escamas. Inserción de una escama en la epidermis.

La dermis esta constituida por fibras colágenas y es considerada la capa más importante por que es la que se transformará en cuero. La dermis también tiene vasos sanguíneos, nervios y grasa. Entre las fibras colágenas se encuentran proteínas globulares, albúmina y globulinas que se disuelven fácilmente en agua, todo lo que se encuentra en la dermis es eliminado durante el proceso de curtido y sólo quedan las fibras colágenas.

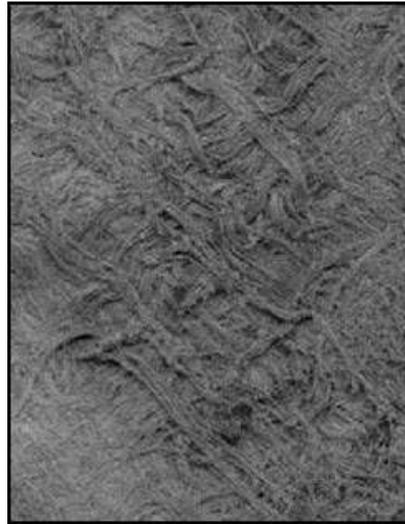


Parte interna de la piel que muestra la localización de la dermis.



Dermis y Fibras colágenas de la dermis.

Las fibras colágenas son muy sensibles a la temperatura si no se tienen los cuidados adecuados se transforman en gelatina al ponerlas en una temperatura más alta de 30 °C antes de ser curada. La resistencia de las fibras colágenas depende del acomodo y del grosor de estas.



Fibras colágenas cruzadas entre si.

La hipodermis es el tejido que une la piel con el músculo, debe ser eliminada en el descarte cuando es raspada la piel en el descarte.

Las escamas de la piel de pescado forman un diseño único, el cual varía dependiendo de la especie. Este diseño que forman las escamas puede dañarse durante el proceso de curado y de ser el caso la calidad y valor de la piel se pierde por lo que se recomienda tener los mayores cuidados en tiempo de exposición, cantidad de reactivos, temperaturas y entumecimientos ácidos durante el proceso.



Diseño determinado por las escamas insertas en la piel de pescado.

## Conservación de las pieles

Existen diversos procesos de almacenamiento para la conservación de las pieles crudas (no curtidas), sin embargo, en la práctica dos son los más utilizados por su practicidad y eficiencia.

### Salado en seco

Este método exige de un cuidado excesivo en cuanto a la eliminación de la humedad, para lo cual se utiliza sal para cubrir toda la piel. El proceso requiere acomodar en capas la piel y la sal. Se coloca una capa de sal sobre la cual se acomoda una capa de piel y sobre esta, otra capa de sal y así sucesivamente hasta formar una columna de 30 a 40 cm bien cubierta de sal. Una vez que se ha eliminado en un 90% la humedad, se pueden almacenar en cajas de cartón. Con este método se puede conservar la piel por largos periodos de tiempo siempre que no se exponga a la humedad.



Piel de tilapia almacenada con el proceso de salado en seco.

## **Congelación**

Las pieles son lavadas y empacadas dentro de bolsas de plástico, se almacenan en un congelador a una temperatura bajo 0°C. Mientras no se descongelen pueden conservarse por tiempo indefinido.



Pieles congeladas para su almacenamiento.

## **PROCESO DE CURTIDO**

El proceso de curtido incluye tres operaciones cada una con sus etapas o fases, las cuales siguen un orden específico que se tiene que respetar para obtener un buen resultado en el curtido.

### **1ª Operación: Ribera**

Esta parte del curtido tiene como objetivo limpiar la piel y eliminar los componentes estructurales de sus capas excepto las fibras colágenas que se encuentran en la epidermis.

#### ***Remojo***

En esta etapa principalmente se hidrata la piel para realizar un eficiente y rápido descarte; además se elimina sangre, grasa y otros materiales que se encuentran en el exterior de la piel. Para el remojo se utiliza agua limpia en un 200% en base al total de la piel a tratar y 0.5% de detergente. El tiempo estimado para esta etapa es de 30 minutos.

### ***Descarne***

La finalidad del descarne es eliminar los residuos de carne y grasa adheridas a la piel. Se realiza en la parte interna con acción mecánica, y se utiliza una cuchara metálica, se raspa la piel por la parte donde se adhiere al filete. La piel debe permanecer sin perforaciones ni desgarres para mantener la calidad del producto.

### ***Encalado***

En el encalado se inicia la eliminación del material que se encuentra entre las fibras colágenas que forman la piel. A diferencia del remojo, en el encalado la piel se hincha absorbiendo bastante agua, a esto se le llama “entumecimiento” lo que ocasiona que las fibras colágenas se separen entre sí para permitir la salida del material que se encuentra entre éstas. El encalado se prepara con cal 2%, sulfuro 3% y 0.5% de detergente en 200% de agua. El tiempo de exposición en esta mezcla es de 60 minutos en movimiento constante.

### ***Des-encalado***

Se usa el des-encalado para eliminar los reactivos utilizados en el encalado, pues si estos permanecen hasta el final del proceso, afecta a las siguientes etapas y los reactivos próximos a utilizar no realizan su función adecuadamente con las fibras y se obtiene un cuero duro, sin las características adecuadas de un producto final de calidad. En esta fase se utiliza Ácido acético en un porcentaje de 1% durante 20 minutos en movimiento constante.

### ***Purga***

La purga elimina los componentes de queratina sometiéndolos a una cierta digestión y da una mayor limpieza de la piel (estructura fibrosa). Se utiliza enzima pancreática para esta fase en un porcentaje de 0.2% durante 30 minutos en movimiento constante.

### ***Desengrase***

Se realiza como parte final de la ribera para intensificar la limpieza de las fibras colágenas ya que elimina la grasa adherida a éstas. De no realizarse el desengrase, la grasa que recubre las fibras colágenas evitará que los siguientes reactivos a utilizar no penetren y por lo tanto existe un bloqueo en las reacciones químicas de las siguientes fases lo que da como resultado un producto putrescible. El desengrase se realiza en una solución a base de 200% de agua, 1% de detergente durante 60 minutos en movimiento constante.

### **2ª Operación: Curtido**

El curtido propiamente dicho es la parte donde se transforma la piel en cuero, mediante la adición de agentes curtientes que se adhieren a las fibras colágenas para evitar que se descompongan y conservándolas indefinidamente.

### ***Piquel***

La finalidad del piquel es preparar las fibras colágenas para una fácil penetración de los agentes curtientes, por lo que es una solución salino-ácida donde el ácido acidifica las pieles para lograr un entumecimiento parcial y la salinidad las protege para evitar una degradación de las fibras colágenas por el entumecimiento.

El piquel se compone de 200% agua, 70gr de sal/L de agua, 0.5% de ácido fórmico durante 20 minutos en movimiento constante.

### ***Curtido***

En esta fase son incorporados los agentes curtientes, los cuales penetran al interior de la piel por difusión. En esta solución se utiliza 200% de agua, 12% de tanino vegetal, se mantiene en movimiento durante 2 horas y en reposo 24 horas. Posteriormente se fija el curtiente con 1.5% de bicarbonato de sodio durante 20 minutos en movimiento.

### **3ª Operación: Acabado**

En esta operación se realizan acciones que determinan la apariencia y aspecto final del cuero.

#### ***Recurtido***

El recurtido determina el espesor, el volumen y la elasticidad del cuero. En esta fase se utilizan taninos vegetales en un porcentaje de 12%, la solución debe estar en movimiento durante 2 horas y en reposo 24 horas.

#### ***Tinción***

Es importante que esta fase se realice adecuadamente pues de lo contrario el color no penetra ó es uniforme esto reduce la calidad del cuero y resta valor al producto final. La solución de esta fase es de 200% de agua, 1% colorante, 40 minutos en movimiento.

#### ***Engrase***

Esta última fase del acabado, permite obtener cueros más resistentes, elásticos y macizos y proporciona un cuero más flexible y suave. Se utiliza una solución de 200% de agua, 8% de una mezcla de aceite sulfatado y sulfitado, 50% de cada uno. La solución debe estar a 60°C y se debe mover por 60 minutos. Finalmente se realiza la fijación utilizando 1% de ácido fórmico.

Al terminar el proceso de curtido se deben seguir las siguientes indicaciones para su posterior utilización en la confección de telas y artículos:

#### ***Secado de las pieles***

Al secar las pieles no se deben exponer al sol, de preferencia se deben colgar en pares durante 24 horas aproximadamente.

### ***Suavizar las pieles***

La piel se suaviza mediante la acción mecánica, realizando una fricción utilizando las dos manos y frotando una a una todas las pieles.

### ***Planchado de las pieles***

Se realiza planchando una por una las pieles, utilizando una plancha convencional a temperatura de 80°C.

### ***Confección y Diseño***

La confección de las telas puede ser de dos maneras una es recortar cada piel dando un formato específico puede ser cuadrado, rectangular, romboide, etc., ó pueden utilizarse las pieles completas utilizando el formato de la misma piel.

Las pieles se unen, una a una con pegamento (cola de zapatero), una vez que esta seca con una maquina de costura se refuerza la unión y se da por terminado. La confección de telas puede ser en metros cuadrados ó pequeñas mantas de centímetros para la elaboración de artículos.



Manta con un diseño romboide



Manta con el diseño de la misma piel

La elaboración de artículos varía desde sencillos artículos de bisutería como aretes, collares, pulseras hasta elaborados artículos de vestimenta y accesorios como bolsas, monederos, cinturones y calzado.



Bisutería de piel y escamas de pescado.



Diversos artículos elaborados con piel de pescado

## Materiales

- Cubeta o tambor para curtido y tinción
- Pala de madera
- Balanza
- Reactivos
- Agua
- Mesa
- Cuchara metálica
- Artículos de protección personal (botas, bata, guantes y goggles).

Derechos de Autor

# **MANUAL DE FILETEO DE PEZ ARMADO**

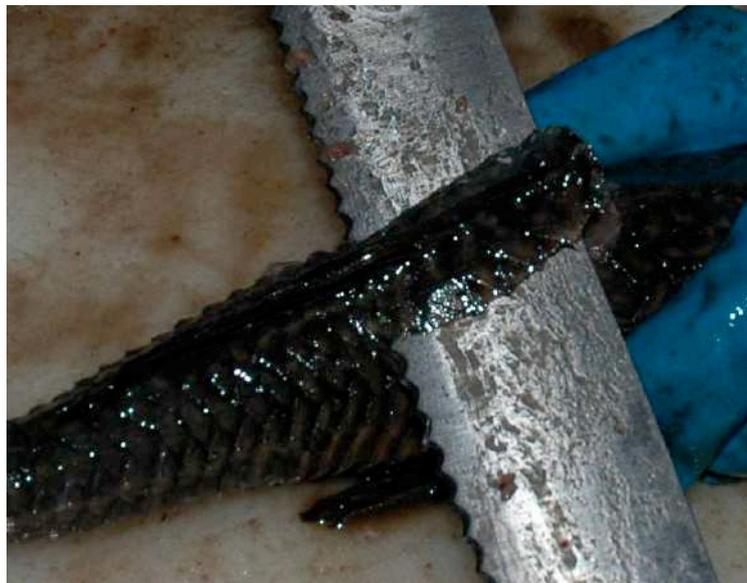
Derechos de Autor

# MANUAL DE FILETEO DE PEZ ARMADO



María del Carmen Aguilar Valdez  
Carlos A. Martínez Palacios

Derechos de Autor



## Introducción

El objetivo de este manual es dar a conocer los pasos para realizar un fileteo adecuado de la carne del pez armado y proporcionar las herramientas para realizar este proceso adecuadamente.

El proceso para filetear el pez armado sugiere varios pasos después de la captura. Los pasos que se siguen son: limpieza de los peces, cortes para retirar las aletas dorsal, anal y caudal, corte de la cabeza y extracción del troncho, limpieza de la carne, empaclado y almacenamiento.

## Captura

La pesca de este pez en Michoacán es accidental, por lo que no existe un arte de pesca adecuado a esta especie. Sin embargo, en otros países como Brasil el consumo de este pez es muy común e incluso existen vedas para evitar la pesca excesiva. El arte de pesca que realizan para capturar el pez armado en Sudamérica es mediante el uso de atarraya.

Durante la captura de los peces es importante evitar en lo posible el maltrato físico pues, es un factor de contaminación de la carne.



Pez Armado capturado con atarraya.

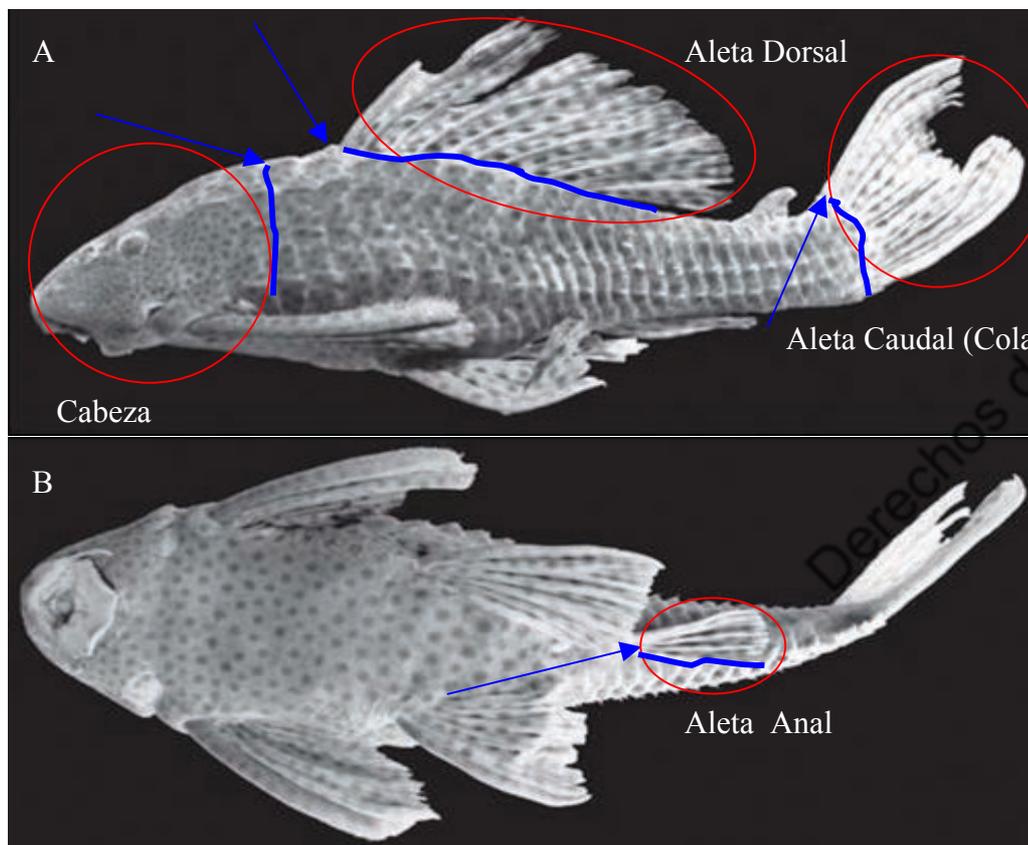
## Limpieza de los peces

Una vez que los peces son capturados y muertos deben ser lavados en agua corriente, para eliminar restos de materia orgánica (plantas) y tierra. Los pescados se colocan en un contenedor plástico, con una manguera se rocían con agua, para posteriormente pasarlos a el área de corte.

### Cortes

En una mesa se colocan los pescados que se van a procesar. Se recomienda utilizar una mesa de acero inoxidable. Esta especie de pescado se caracteriza por que posee una coraza externa puesto que las escamas están fusionadas formando un casco duro que cubre totalmente le cuerpo, por tal motivo presenta una relativa resistencia al corte con cuchillo liso y se recomienda que se utilice un cuchillo de sierra. La mejor manera de realizar los cortes es colocar el pescado sobre una base (tabla de corte plástica) sostener con una mano el pescado y con la otra cortar.

Para obtener la mayor cantidad y calidad de carne durante el proceso de fileteo se realizan cuatro cortes en el pescado como se muestra a continuación:



Cortes de importancia para realizar el mejor proceso de fileteo. A) Vista lateral del Pez Armado. B) Vista ventral del Pez Armado.

Los diagramas anteriores indican con las flechas azules el inicio y sentido del corte, la línea azul que recorre el contorno de cada aleta muestra la longitud del corte y por último los círculos rojos muestran la parte del pez que debe ser removida. Nótese que en la parte de la cabeza el corte no se realiza hasta la parte ventral, esto es para evitar el contacto con las vísceras del animal y al mismo tiempo evitar la contaminación de la carne con el contenido estomacal.

### Pasos del proceso de fileteo



Corte de la aleta dorsal.



Corte de la aleta anal.

Los primeros cortes que se realizan son en el dorso para eliminar la aleta en el dorso del pescado, después se procede a retirar la aleta anal que se encuentra en el vientre del animal. Estos dos cortes son clave para poder quitar la piel que recubre los lados del troncho del pescado. El siguiente paso es cortar la aleta caudal (comúnmente llamada cola), al retirar esta, nos permite retirar totalmente la piel del pescado con mayor facilidad.

Posterior al corte de las aletas se comienza a despegar la piel del músculo y finalmente se realiza el corte de la cabeza para retirar el troncho del pescado.



Corte de la cabeza



Separación de la piel y del músculo.

Derechos de Autor



Extracción del filete.



Filete del pez armado y residuos del fileteo.

### **Limpieza de la carne**

Una vez obtenido el filete se lava con agua corriente. Se coloca en un contenedor donde debe fluir el agua constantemente. Esta acción permite eliminar el contenido de sangre en el músculo, obteniendo así una carne más blanca.



Filete de Pez Armado limpio.

### **Empacado y Almacenamiento.**

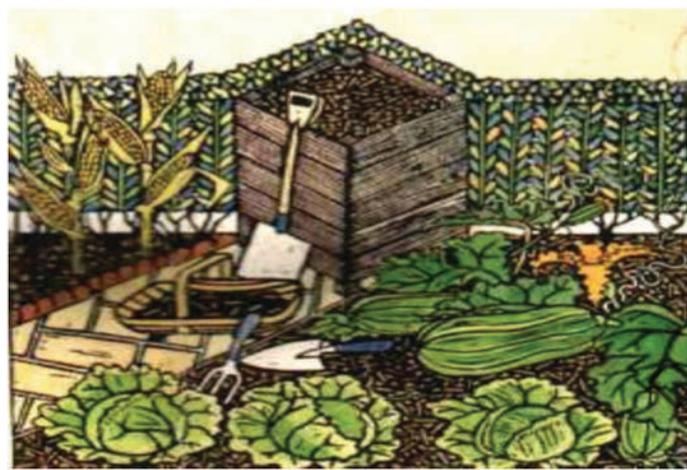
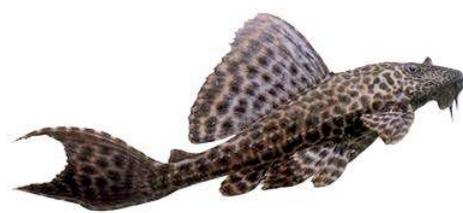
Es importante que inmediatamente después de lavar los filetes, se empaquen al vacío en bolsas de polietileno y se almacenen en congelación bajo 0°C para evitar su descomposición y afectación por los microorganismos.



Filetes empacados al vacío y congelados.

# MANUAL DE ENSILADO PARA ABONO ORGÁNICO

# MANUAL DE ELABORACIÓN DE COMPOSTA A BASE DE ENSILADO DE PESCADO



Derechos de Autor

María del Carmen Aguilar Valdez

## COMPOSTEO A BASE DE ENSILADO DE PESCADO

### COMPOSTA

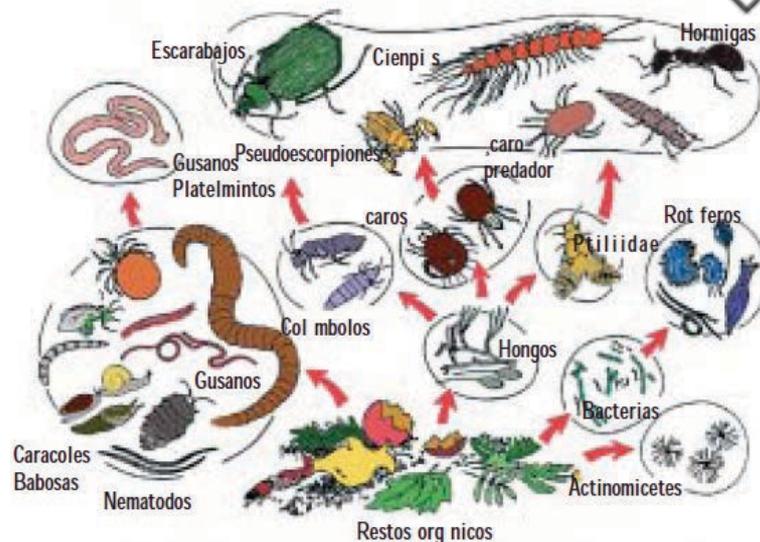
De manera general una composta es la mezcla de materiales orgánicos, de tal manera que fomenten su degradación y descomposición. El producto final (humus) se usa para fertilizar y enriquecer la tierra de los cultivos.

La ventaja de utilizar ensilado de pescado para la elaboración de composta, es que permite utilizar adecuada y ordenadamente el recurso a compostar (pescado) en un área reducida, puesto que el pescado se puede almacenar en forma de ensilado hasta el momento de integrarlo a la composta sin que éste se descomponga, lo cual permite 1) tener un cronograma de composteo adecuado, y 2) utilizar una determinada área de composteo sin tener que aumentarla debido a un incremento en la colecta de pescado.

Además el ensilado de pescado es un producto digerido que permite acelerar el proceso de composteo y obtener un producto final de mejor calidad y en menor tiempo en comparación con la utilización de desechos de pescado no procesados (pescado crudo).

### FACTORES QUE CONDICIONAN EL PROCESO DE COMPOSTEO

El proceso de composteo se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad degradadora se necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.



Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del composteo, pero los factores más importantes son:

- **Temperatura.** Se consideran óptimas las temperaturas entre 35 y 55 °C para conseguir la eliminación de patógenos y parásitos. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos responsables del proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.
- **Humedad.** En el proceso de composteo es importante que la humedad alcance niveles óptimos del 40 al 60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas.
- **pH.** Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5 y 8, mientras que las bacterias tienen menor tolerancia ( pH= 6-7,5 )
- **Oxígeno.** El composteo es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.
- **Relación C/N equilibrada.** El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener una composta de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25/35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el composta. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de composteo, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener una composta equilibrada. Uno de los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno es el aserrín. Un material pobre en carbono y rico en nitrógeno, en este caso, es el ensilado.
- **Población microbiana.** El composteo es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes.

## IMPORTANCIA DE LA COMPOSTA

- La materia orgánica y el humus son esencialmente importantes para mantener el suelo sano.
- El composteo ayuda a combatir diversas enfermedades de los cultivos, da cuerpo a los suelos arenosos y ligeros y mejora el drenaje en los suelos arcillosos.
- Las hortalizas, que se abonan con composta producen mejores cosechas de una mejor calidad con una buena resistencia a las plagas.
- El composteo es un proceso artificial que estabiliza e higieniza un producto en descomposición y da como resultado final un producto de aspecto físico diferente de los materiales que permiten formarlos.
- Al ser un proceso con aire, oxigenado, no produce mal olor. El hecho de que en alguna fase actúen micro-organismos de tipo termófilo garantiza la eliminación de los organismos patógenos y parásitos que podría haber. Así que elementos que podrían causar enfermedades, por ser focos de infección, como el caso de

acumulación de animales muertos, una vez hechos composta se convierten en un producto higienizado.

## PROCESO DE COMPOSTEO

### Seleccionar el área para la composta.

Es importante que el área para situar la composta sea un lugar sombrío, protegido de la lluvia y la insolación, a fin de que no se descontrole ni la temperatura, ni la humedad por causas ambientales, puesto que el control de estos parámetros fisicoquímicos son determinantes para obtener buenos resultados.

La pila debe hacerse sobre suelo o césped en lugar de concreto o asfalto, para aprovechar la lombriz de tierra, microbios benéficos y otros degradadores, los cuales emigrarán de arriba a abajo con el cambio estacional. El suelo descubierto también permite el desagüe.



### Montar la cama de la composta.

El material a compostear se coloca en capas alternadas de materia seca (aserrín) y materia húmeda (ensilado de pescado). Es importante que antes de colocar estas capas de material se coloque una base que permita un buen drenaje para la composta y pueda circular el aire por el interior de la pila. Un buen material para la base pueden ser unos 15-20 cm de ramaje troceado o incluso de grava.

El espacio destinado al composteo depende de la cantidad de material que se desea compostear, sin embargo para una producción familiar con una dimensión de 1 a 2 m<sup>3</sup> es suficiente. El área debe delimitarse; para tal caso pueden emplearse tableros de madera y formar un rectángulo de 1,2 m de ancho, unos 2 m de largo y no más de un metro de altura.

La pila de composta se va formando una vez que está la base montada, para lo cual se inicia colocando una capa de material seco (aserrín), para retener la mayor cantidad de humedad del material húmedo que se colocará en las capas sucesivas, se continúa con una capa de material húmedo (ensilado), posteriormente alternando las capas de material. Se termina con una capa de material seco y encima de éste puede colocarse una capa fina de composta madura o humus natural, que actuará como biofiltro para eliminar los posibles malos olores. Es importante mantener tapada la pila de composta para protegerla de los factores fisicoquímicos externos, mantener el control de la composta y facilitar la transformación del material en humus. Respecto a la disposición

del material, es necesario que sea siempre una mezcla de un material seco y otro más húmedo en una proporción de 2/3 de material húmedo y 1/3 de material seco.

### **Mantenimiento de la composta.**

La composta requiere de la presencia de microorganismos para la transformación del material y para que estos puedan descomponer adecuadamente la materia orgánica, hay que mantener las condiciones de humedad y temperatura adecuadas y la concentración de oxígeno suficiente.

La humedad se mantiene regando periódicamente las pilas. La oxigenación se consigue removiendo las pilas cada 8 o 10 días y al cabo de 6 a 8 semanas ya se tiene un abono orgánico o tierra negra, la cual se puede tamizar a través de una malla gruesa; las piezas que quedan en la malla se reintegran al proceso de descomposición.

La materia orgánica en descomposición genera calor, el cual sirve para matar los huevecillos de insectos y la mayoría de microorganismos que pudieran causar enfermedades.

### **Maduración de la composta.**

La maduración de la composta permite alcanzar en el seno de la masa de materia orgánica el equilibrio biológico deseado y debe cumplir con lo siguiente:

- Una parte importante de su materia orgánica debe estar estabilizada, es decir, que sea de lenta biodegradación.
- Debe estar higienizado, es decir, sin patógenos animales o vegetales y sin semillas de malas hierbas.
- Debe tener un nivel mínimo de impurezas y contaminantes.
- Debe presentar un aspecto y olor agradables, un buen nivel de nutrientes para las plantas.
- No debe generar problemas ni durante su almacenamiento ni durante su aplicación.

De manera general los criterios que se considerarán para determinar la madurez de la composta serán: cuando no cambie su temperatura ni su volumen, indicará que el humus es bastante estable; el color será café oscuro o negro, olerá a tierra y no olerá a dulce ni a estiércol.



### **Utilización y almacenamiento.**

Una vez que ha finalizado el proceso de maduración, la composta puede aplicarse al terreno o almacenarse hasta el momento de su aplicación o venta. La forma adecuada de almacenamiento debe ser en sacos plásticos sellados y contenidos en un almacén, ventiladores guardados de los factores ambientales tales como la humedad, la lluvia, insolación, deben mantenerse a temperatura entre 10° C y 40° C. La composta así almacenada tiene una duración de alrededor de 6 meses.

El uso principal de la composta sigue siendo el de enmienda o fertilizante en procesos agrícolas. También se destaca la utilización de composta como sustrato para el cultivo en maceta.



Derechos de Autor

### **Recomendaciones.**

- Si se lleva a cabo la composta en pilas, asegurarse de que la pila tenga por lo menos 90 cm de alto y 90 cm de ancho. Con una caja, el montón no necesita ser tan grande.
- Evitar capas gruesas de sólo un material. Cuando se usan capas muy gruesas de un sólo componente, no hay una adecuada descomposición y se obtienen malos resultados de composta.
- Separar las capas y mezclar la pila para proporcionar una mezcla buena de materiales.

- Asegurarse de no incorporar fragmentos grandes de materiales pues su descomposición es mucho más lenta y pueden ser agentes generadores de mal olor.
- Mezclar la pila para que se logre airear y pueda respirar. Esto favorece la maduración de la composta y elimina la posibilidad de generar malos olores.
- Nunca se deben dejar expuestos los materiales húmedos, pues estos atraen a las moscas.
- Es necesario que sea siempre una mezcla de un material seco y otro más húmedo en proporción de 2/3 de material húmedo y 1/3 de material seco.
- Si el olor es fuerte, agregar materiales secos en la cima, esperar hasta que se sequen y desmenuzarlos antes de que se mezcle la pila.
- El lixiviado que se desprende del proceso se puede aprovechar para regar la pila de la composta.
- Es importante tomar en cuenta que se necesita humedad y oxígeno para ayudar a acelerar el proceso de descomposición.
- Si la composta está cerca de algún árbol y las raíces se están extendiendo hacia la pila, cortarlas frecuentemente para que no puedan avanzar.

Derechos de Autor

# **FORMULACIÓN DE DIETAS CON ENSILADO PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL.**

Derechos de Autor

**FORMULACIÓN PARA ELABORACIÓN DE ALIMENTO SECO CON  
ENSILADO ÁCIDO DE PEZ ARMADO PARA ALIMENTAR TILAPIAS**

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (g/1000g)</b>
Harina de Pescado	<b>20.0</b>
Ensilado de Pescado	<b>10 (26.8 comh)</b>
Harina de Soya	<b>19.0</b>
Harina de trigo	<b>15.0</b>
Harina de Alfalfa	<b>6.0</b>
Almidón de maíz	<b>12.8</b>
Gelatina	<b>5.0</b>
Harina de Maíz (maseca)	<b>9.0</b>
Premexcla de Vitaminas y minerales	<b>3.0</b>
Vitamina C	<b>0.20</b>

**FORMULACIÓN PARA ELABORACIÓN DE ALIMENTO SECO CON  
ENSILADO ÁCIDO DE PEZ ARMADO PARA ALIMENTAR PEZ BLANCO**

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (g/100g)</b>
Ensilado de pescado	10.00
F. Jurel	15.33
Camarón	28.75
Calamar	11.08
Aceite de pescado	1.73
Aceite de maíz	1.30
Almidón	19.16
BHT	0.05
Premezcla mineral	1.50
Premezcla vitaminas	4.00
Alginato de sodio	5.00
Colina	0.10
Vitamina E	0.10
Vitamina C	0.40
Lecitina de soya	1.50

## FORMULACIONES A BASE DE ENSILADO ÁCIDO DE PEZ ARMADO PARA ALIMENTACIÓN DE CERDOS

<b>Ingredientes</b>	<b>Etapas crecimiento (%)</b>	<b>Etapas finalización (%)</b>
Ensilaje de pescado	30	42
Harina de pescado+ agua	15	0
Grano molido	55	58
Suplemento vitamínico	+	+

## FORMULACIONES A BASE DE ENSILADO ÁCIDO DE PEZ ARMADO PARA ALIMENTACIÓN DE POLLOS

<b>INGREDIENTE</b>	<b>Cantidad (g/1000g)</b>
Sorgo	535.03
Soya	291.52
Ensilado de Pez armado	137.5
Aceite	17.68
Carbonato de calcio	4.95
Cloruro de sodio	3.59
L-Lisina	2.17
Metionina 99	2.16
Ortofosfato 1820	1.1
Vitaminas Pollo-E	1
Cloruro de colina 60	1
Coccidiostato	0.5
Minerales	0.5
IQ	0.15
Bacitrina	0.15

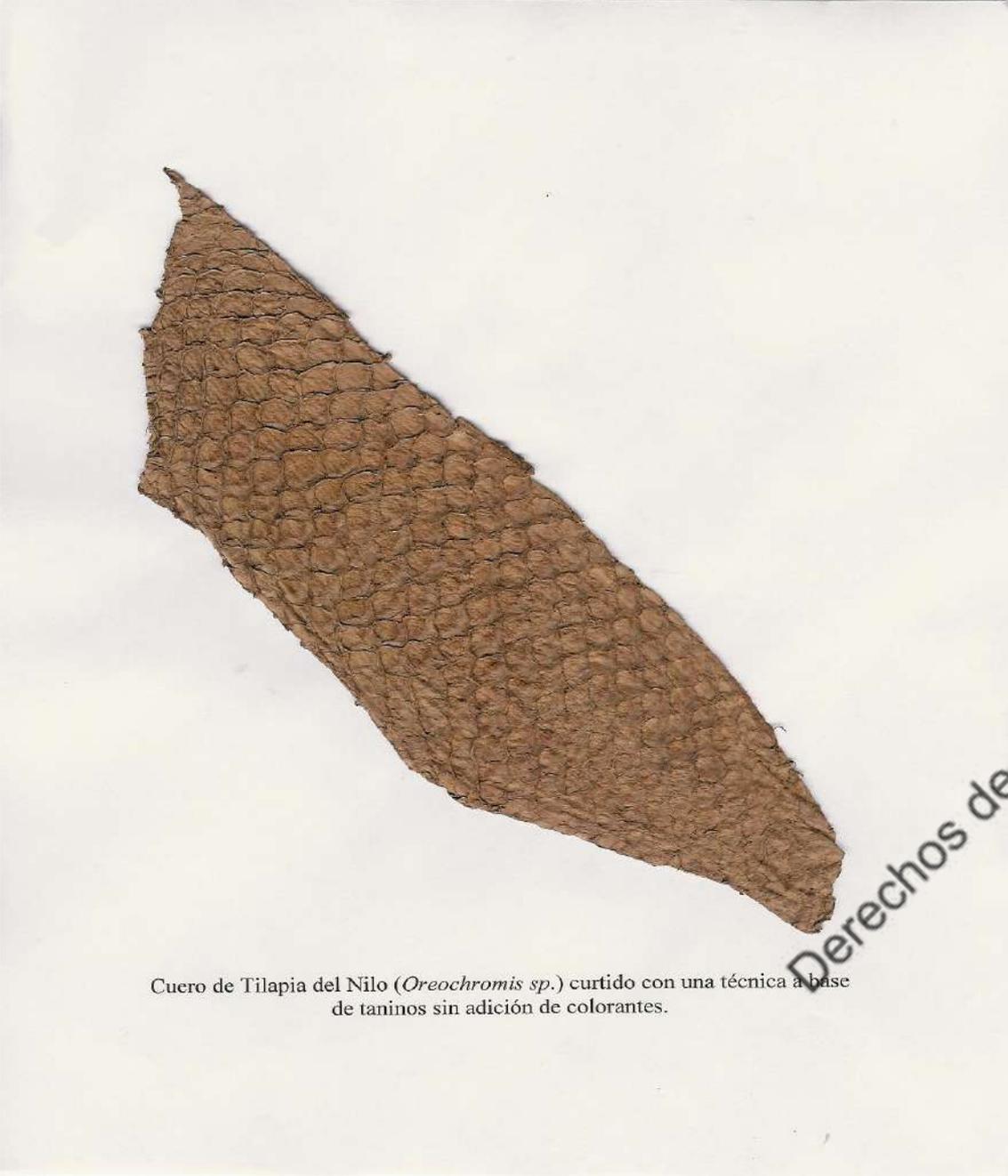
Con base en lo anterior se propone la obtención de cuatro productos, que se pueden utilizar para la elaboración de alimentos para rumiantes, cerdos, aves y peces, utilizando las siguientes formulaciones:

Nombre del producto	Formulación	
<b>Proteosilo R</b> (Para rumiantes) (Ensilado de Pez armado Sin troncho, con 20% de melaza)	<b>Mantenimiento</b>	<b>Engorda</b>
	Rastrojo 87%	Rastrojo 30%
	Proteosilo R 13%	Grano 60%
		Proteosilo R 10%
<b>Proteosilo P</b> (Para cerdos) (Ensilado de Pez armado Completo)	<b>Crecimiento: 20-50 Kg</b>	<b>Finalización: 50-100 Kg</b>
	Sorgo molido 39%	Sorgo molido 33%
	Proteosilo P 71%	Proteosilo P 67%
<b>Proteosilo A</b> (Para aves) (Ensilado de Pez armado Completo)	20% proteína Proteosilo A: 25% de la proteína Proporción 4:1 cereal: ensilado húmedo	
<b>Proteosilo F</b> (Para peces) (Ensilado de Pez armado Completo)	30% proteína Proteosilo F: 5% de la proteína	

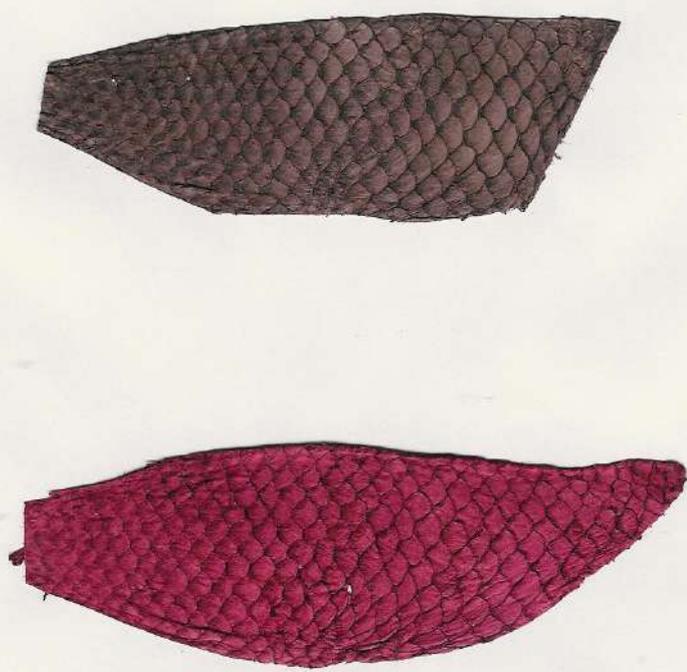
Derechos de Autor

CATÁLOGO DE CUEROS DE  
TILAPIA (*Oreochromis sp.*)  
MEDIANTE DIFERENTES  
TÉCNICAS USADAS EN  
PELETERÍA

Derechos de Autor



Cuero de Tilapia del Nilo (*Oreochromis sp.*) curtido con una técnica a base de taninos sin adición de colorantes.



Derechos de Autor

Cueros de Tilapia (*Oreochromis sp.*) curtida con taninos y teñidos con anilinas.



Cuero de Tilapia (*Oreochromis sp.*) curtido con taninos y tratado con una técnica de envejecido.



Cuero de Tilapia (*Oreochromis sp.*) curtido con taninos y planchada para proporcionar un abrillantado.

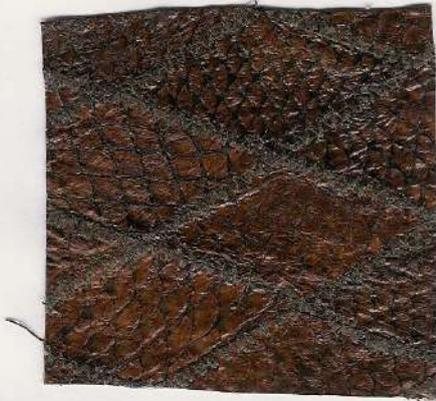


Diferentes coloraciones de cueros de Tilapia (*Oreochromis sp.*) curtido con taninos y teñidos con anilinas y después planchados.



Derechos de Autor

Cueros de Tilapia (*Oreochromis sp.*) con dos procesos de unión, a base de pegamento y costurado.



Cueros de Tilapia (*Oreochromis sp.*) unidos por costuras siguiendo patrones romboidales y pequeñas tiras rectangulares.



Derechos de Autor

Cueros de Tilapia (*Oreochromis sp.*) formando una tela unida por costuras y pegamento para ser usada en la confección de diferentes prendas.

Derechos de Autor

CATÁLOGO DE CUEROS DE  
TILAPIA (*Oreochromis sp.*)  
MEDIANTE DIFERENTES  
TÉCNICAS USADAS EN  
PELETERÍA

Derechos de Autor

# **5. COSTO DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS GENERADOS**

**PLANES DE NEGOCIO DE PRODUCTOS  
DERIVADOS DE PEZ ARMADO DE  
INFIERNILLO**

**CINVESTAV-MÉRIDA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y  
FORESTALES. UMSNH**

**Responsable:** Dr. Eucario Gasca Leyva

**Colaborador:** M. C. Lázaro Cruz Aguilar

Derechos de Autor

# PLANES DE NEGOCIO DE PRODUCTOS DERIVADOS DE PEZ ARMADO Y TILAPIA DEL INFIERNILLO

## INTRODUCCIÓN

### I.- Problemática actual del embalse del infiernillo.

Los bagres armados son un grupo importante de especies de agua dulce que se encuentran distribuidos naturalmente en las aguas de todo el continente sudamericano, desde el Río Orinoco y Amazonas hasta el Tiete y el Ivaí en el sur del Brasil, encontrándose por lo tanto en la mayoría de los países del cono sur, con excepción de Chile.

En estos países es un pez muy apreciado por su carne blanca, su sabor y por su alto valor nutritivo, por estas características llega a competir en los mercados con especies como los róbalos. En Brasil la captura de estos peces se encuentra regulada, debido a la sobre pesca que se ha ejercido sobre estos debido a su gran demanda.

Es una especie que como su nombre lo indica posee una cubierta o armadura dura que la constituyen las escamas calcificadas. La especie es un morador habitual de los ríos para lo cual se encuentra bien adaptado con un disco bucal con el que se adhiere a las rocas y con el cual se alimenta.

El bagre armado es una especie que se alimenta de microalgas, que crecen en las rocas de los ríos y de los fondos en las aguas en donde se encuentra, para ello tiene un equipo de dientecillos bien adaptados (Jiménez-Badillo, M. L., 2000).

Existe al menos una docena de especies de bagre armado establecidos en el medio silvestre, fuera de su área de distribución (exóticos), y se han convertido en especies invasoras en diversas regiones del planeta, como México, Estados Unidos (Texas, Florida y Hawaii), Taiwán, Filipinas, Japón y Singapur (Mendoza, R., *et al.*, 2007).

En México, en 1995 se detectaron por primera vez en el Río Mezcala, en la cuenca del Río Balsas. Posteriormente, se han registrado en Tecpatán, Chiapas, en la cuenca del Río Grijalva, en varias localidades cercanas a Villahermosa Tabasco, principalmente el Río Usumacinta y sus vertientes, así como en la Presa Infiernillo y en el mismo Río Balsas. Durante los últimos tres años, estos peces se han expandido rápidamente y actualmente es común encontrarlos en varias de las cuencas hidrológicas más grandes del país. Este fenómeno se ha caracterizado por una alta tasa de dispersión y una significativa proliferación de sus poblaciones, lo que provoca una súbita abundancia de organismos juveniles, demostrando el establecimiento de sus poblaciones en los nuevos sitios (Mendoza, R., *et al.*, 2007).

Diversas particularidades de su morfología, fisiología y comportamiento acentúan el potencial invasivo de estos peces, como una reproducción precoz y con una alta tasa reproductiva, un comportamiento de anidación que junto con sus hábitos nocturnos los hacen imperceptibles, y el cuidado parental que resulta en una alta supervivencia larval.

Por otro lado, el desarrollo de escamas con fuertes espinas y placas óseas, en gran medida, explica la carencia de depredadores (Ramírez-Martínez, C., 2005).

En su hábitat nativo son depredados por cocodrilos, nutrias, aves acuáticas y peces carnívoros, los cuales son abundantes en su hábitat natural. Sin embargo el hombre es el depredador principal y en Brasil se ha tenido que regular de una manera estricta su pesquería pues es una especie muy cotizada.

Normalmente, su crecimiento es rápido y la mayor parte de las especies son de tamaño pequeño o mediano, aunque algunas pueden alcanzar tallas de 50 centímetros y ocasionalmente hasta 70 y más de tres kilogramos de peso.

Ecológicamente son extremadamente adaptables, algunos son tolerantes a la salinidad y su gran estómago vascularizado (que contiene gran cantidad de vasos sanguíneos) funciona como pulmón, permitiéndoles respirar aire atmosférico en condiciones de hipoxia y resistir la desecación durante varios días. Su estómago también funciona como vejiga natatoria, con lo que pueden aumentar su flotabilidad para desplazarse rápidamente en la columna de agua. Además, sus niveles de glucosa y lactato, los más altos entre los peces, les provee la energía necesaria para sostener el ritmo cardíaco en los períodos de hipoxia (Mendoza, R., *et al.*, 2007).

Por otra parte, con su boca adhesiva pueden fijarse fuertemente en los sustratos naturales y resistir corrientes muy rápidas. Son esencialmente nocturnos, sus ojos están adaptados para ver en condiciones de baja luminosidad y los pueden oscurecer voluntariamente para camuflarse y evitar a sus predadores.

Debido a estas particularidades han causado grandes problemas en diversos cuerpos de aguas del país. Uno de los estragos causados por estos peces es la devastación de la más importante pesquería de agua dulce de México (incluso, alguna vez fue reportada como la más importante de Latinoamérica), la de tilapia en la Presa de Infiernillo, que llegó a registrar producciones de cerca de 20 mil toneladas al año.

En el año 2005 estas especies hacen su aparición explosiva en el embalse, convirtiéndose en un problema.

La pesca de tilapia se lleva a cabo por medio de redes agalleras de diferentes tamaños dirigidas a la pesca comercial. La gran abundancia relativa del bagre armado, reduce la captura de tilapia por competencia en la red. Las redes se rompen para extraer al bagre armado atrapado y muchas veces se abandonan estas por el nivel de captura tan alto de estas especies y la dificultad de extraerlos sin estropear totalmente las redes.

Las poblaciones de bagre armado se han visto incrementadas debido a que no tienen depredadores en el embalse, así como también debido a sus particularidades biológicas y su hábitat (Mendoza, R., *et al.*, 2007).

La pesquería de esta especie no tiene un uso actual en el mercado, ya que en nuestro país se desconocen las bondades de esta especie y no se le ha dado un uso en la alimentación de las personas de la región por su aspecto extraño, tanto que muchas personas han pensado en eliminar del embalse estos peces, lo cual es prácticamente imposible.

El pez armado de Sudamérica posee características de calidad muy importantes como, su carne blanca libre de huesos, un excelente sabor y por ello una gran capacidad para ser combinado con una gran cantidad de ingredientes y producir excelentes recetas.

La calidad proteica del pez armado y los ácidos grasos  $\Omega 3$  que posee hacen de esta especie un alimento insuperable, que en Brasil solo se le compara con el róbalo, especie de alto precio en el mercado brasileño y mexicano.

Lo anterior nos habla que tenemos en nuestro país una especie que ha invadido nuestras aguas pero que tiene un excelente potencial pesquero, y un mercado inmejorable.

Con el aprovechamiento de esta especie se explotaría un recurso pesquero existente en la Presa del Infiernillo, de esta manera se reducirían las poblaciones de bagre armado y se le daría utilidad a un producto que tiene una alta calidad nutritiva y un excelente sabor, pues carece de sabor a humedad y a lodo que las tilapias y carpas comparten.

Con el desarrollo de la comercialización de esta especie se beneficiaría a los pescadores de cuatro municipios de muy alta marginación, los cuales se dedican a explotar el embalse. La comercialización de estos peces les permitiría tener nuevas alternativas, al mejorar su calidad de vida, al obtener nuevos productos para un mercado comercial, que forzosamente debe abrirse por medio de la promoción, municipal, estatal y nacional.

Se generarían varias empresas locales que comercialicen y procesen todos los productos factibles de establecerse a partir de las especies explotadas y de esta manera se estaría favoreciendo a los pescadores que actualmente no están obteniendo ningún beneficio por la pesca del bagre armado.

Se resolvería un problema ambiental dando un uso racional y sustentable a una especie exótica que no tiene ningún uso y valor en el mercado como especie acuícola y que debido a su gran proliferación e incremento en sus poblaciones es desechada en la ribera del embalse, ocasionando un estado insalubre, creando un foco de infección.

## PLAN DE NEGOCIO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE ENSILADO

### I.- Uso del bagre armado como ensilado

Como se menciona anteriormente, la invasión de estas especies ha afectado principalmente la pesquería de tilapia de la Presa Adolfo López Mateos. Construida entre 1962 y 1963 con el objeto de generar energía eléctrica, esta presa comenzó a funcionar en 1964.

Diversas especies nativas la habitaban, como *Cichlasoma istlanum*, *Hybopsis boucardi*, *Ictalurus balsanus*, *Poeciliopsis balsana*, *Atherinella balsana*, *Astyanax mexicanus* e *Ilyodon whitei*, pero en 1969 se introdujeron algunas especies exóticas, cuatro de tilapia (*Oreochromis mossambicus*, *O. aureus*, *Tilapia rendalli* y *T. zillii*) y cuatro de carpa (*Cyprinus carpio* var. *especularis*, *Ctenopharyngodon idella*, *Hypophthalmichthys molitrix* y *Mylopharyngodon piceus*), para brindar alternativas económicas a las comunidades de los alrededores.

En 1970 inició la pesquería comercial y pronto se constituyó en la principal actividad de 119 comunidades alrededor de la presa (79 de Michoacán y 40 de Guerrero). En particular, las tilapias exóticas fueron la fuente más importante de recursos económicos, sobrepasando las ganancias de las actividades agrícolas en la región. Sin embargo, un manejo inadecuado (incluyendo la pesca de individuos juveniles antes de que alcanzaran su madurez reproductiva y la sobre pesca), así como la contaminación, condujeron al descenso gradual en la pesquería (Jiménez-Badillo, M. L., 2000).

Notablemente, un aspecto que agravó la situación de esta importante actividad fue la presencia del bagre armado. En la actualidad, entre 70 y 80% de la captura de tilapia se ha sustituido por al menos dos especies de bagre armado y algunos probables híbridos, lo que significa pérdidas por un monto aproximado de 36 millones de pesos al año, y un costo social importante al dejar desempleados o subempleados a 3,600 pescadores, que con los procesadores y sus familias suman 46 mil personas. Otra de las implicaciones sociales que ha traído consigo el severo descenso de la pesquería de tilapia es la migración de jóvenes hacia los Estados Unidos (Escalera, C. y Arroyo, M., 2006).

Los bagres armados causan severos daños en las redes de pesca, al grado que los pescadores tienen que desecharlas; además, representan una amenaza para la salud, ya que lo que se pesca es abandonado en las orillas, descomponiéndose al aire libre.

La invasión del bagre armado requiere de acciones inmediatas. Como actualmente no tiene ninguna utilidad para los pescadores y pobladores del embalse, se deben buscar opciones para su aprovechamiento y uso, desde la investigación aplicada para su manejo e incluso su control, que lleve al adecuado manejo de estos de manera sustentable en la zona.

Una opción sería desarrollar un subproducto con valor agregado, como el ensilado de este pez, capaz de usarse como alimento suplementario en granjas de especies ganaderas. El desarrollar tecnologías adecuadas y el impulso al uso de especies nativas, nos llevará hacia la conservación de nuestros recursos.

La obtención de proteínas de bajo costo constituye actualmente una problemática a nivel de producción de alimentos concentrados para animales, haciéndose necesaria la búsqueda de alternativas de diferentes orígenes.

El ensilado de pescado es un producto que puede ser elaborado partir de los residuos de las pesquerías. El proceso para la obtención de ensilado es práctico, sencillo y económico; no requiere de equipos sofisticados y costosos, como sucede en el caso de la elaboración de harina de pescado y se pueden adecuar volúmenes a las necesidades de cada producción (Berenz, Z., 1990).

Los ensilados pueden ser biológicos y químicos. Los primeros, son aquellos que a la molienda del pescado, se le adicionan hidratos de carbono y microorganismos (*Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus*, *Candida lipolítica*, entre otros). En el caso de los químicos, se utilizan diferentes ácidos, tales como: ácido fórmico, sulfúrico, clorhídrico, propiónico o mezclas de acético, fórmico y fosfórico, fórmico y sulfúrico o propiónico y sulfúrico (Bello, R., 1998, Rodríguez. T. y Montilla, J., 1990, Rodríguez, T., *et al.*, 1990). El resultado final en ambos casos es un descenso del pH.

El ensilado obtenido por vías de auto fermentación, es más económico que la harina de pescado y que el ensilado químico como suplemento proteínico en las raciones alimenticias de animales, ya que no necesita de bacterias ácido lácticas, ni de la incorporación de ácidos orgánicos e inorgánicos que resultan costosos.

En la elaboración del ensilado se genera un descenso del pH a valores cercanos a 4. De esta manera, se activan las enzimas propias del pescado produciendo su autólisis. Como consecuencia se modifican características intrínsecas que inhiben el desarrollo de bacterias de deterioro y patógenas, que le confiere al producto una conservación prolongada en el tiempo, a temperatura ambiente (Guevara y Bello R., 1989).

Según Balsinde Ruano y Oetterer, el ensilado de pescado es un alimento que posee gran digestibilidad, cualidad que le proporciona un gran beneficio en alimentación animal, sin dejar de mencionar que las proteínas que lo constituyen son de un elevado valor biológico. Esta modalidad se ha desarrollado en muchos países europeos, como así también en América Latina (Mattos et al., 2003) con la finalidad de proveer un suplemento dietario para la alimentación de cerdos, aves, pilíferos, ranas y peces, entre otros.

## **II.- Resumen Ejecutivo.**

A mediano plazo se pretende obtener un producto de óptima calidad y una estructura de costos que permita alcanzar mejores mercados, además de darle un valor agregado al producto.

### **II.1.- Técnico.**

El proyecto se desarrollará en la ciudad de Churumuco, donde se contará con un terreno de 1 Ha de extensión y se establecerá una pequeña planta de tratamiento de 362 m<sup>2</sup>, donde se producirán aproximadamente 60 ton de ensilado/mes.

La planta contará con un área administrativa, una de vestidores, control, recepción y lavado, refrigeración, agitación, almacenaje; así como una de laboratorio y reactivos.

Se considerará comprar los peces directamente a los pescadores de la región (se tienen contactos de cooperativas y asociaciones de pescadores de la zona).

Para la elaboración del presente plan se tomaron en cuenta todas las variables de producción, tales como gasto de energía, agua e insumos para la producción de los ensilados, entre otros.

Como variables de salida se consideraron dos indicadores económicos financieros: valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR). Se asumió una tasa de 12% como la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

## **II.2.- Financiero.**

En términos generales el proyecto requiere de una inversión total de \$ 3,964,513.50 pesos de inversión fija y \$ 3,656,274.00 pesos para capital de trabajo durante los primeros años. Al finalizar el primer año se tendrán ingresos netos de \$1,317,318.59 en adelante, recibándose mensualmente \$109,776.59 pesos.

El proyecto presenta una Tasa Interna de Retorno del 23%, con un Valor Presente Neto de \$ 3,478,573.83 pesos, en el décimo año de operación. Demostrando con esto ser económicamente viable.

## **III.- Objetivos y metas.**

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de una planta de producción de ensilado a pequeña escala (artesanal) a partir de la pesquería de bagre armado y tilapia, con la finalidad de obtener un alimento suplementario de alto valor proteico para ser utilizado en micro emprendimientos de producción ganadera.

Las metas del proyecto serían las siguientes:

Producir aproximadamente 720 toneladas de ensilado de bagre armado y desperdicios de tilapia por año, dando uso a un recurso pesquero existente en la Presa de El Infiernillo.

Beneficiar directamente a los 2200 pescadores activos de cuatro municipios de muy alta marginación, los cuales explotan el embalse, puesto que les permitirá mejorar sus ingresos y sobre todo aprovechar al máximo los recursos existentes en el sistema.

Resolver un problema ambiental al utilizar un recurso no aprovechable en el embalse el cual se tira y contamina las orillas del mismo.

Contribuir el incremento de la producción pecuaria con un alimento suplementario de excelente calidad.

#### IV.- Análisis estratégico

##### ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE ORGANIZACIÓN

###### FORTALEZAS

- ✓ Recurso pesquero de un gran valor nutricional que no tiene ningún uso en el embalse
- ✓ Cercanía al principal mercado del producto
- ✓ Experiencia en la parte académica y científica para desarrollar la producción
- ✓ Buena coordinación del sector pesquero con el de investigación
- ✓ Excelente calidad del producto que lo hará competitivo en el mercado

###### DEBILIDADES

- ✓ Producto nuevo en el mercado
- ✓ Inexperiencia en el proceso de comercialización del producto
- ✓ Falta de capital para el desarrollo del proyecto

###### OPORTUNIDADES

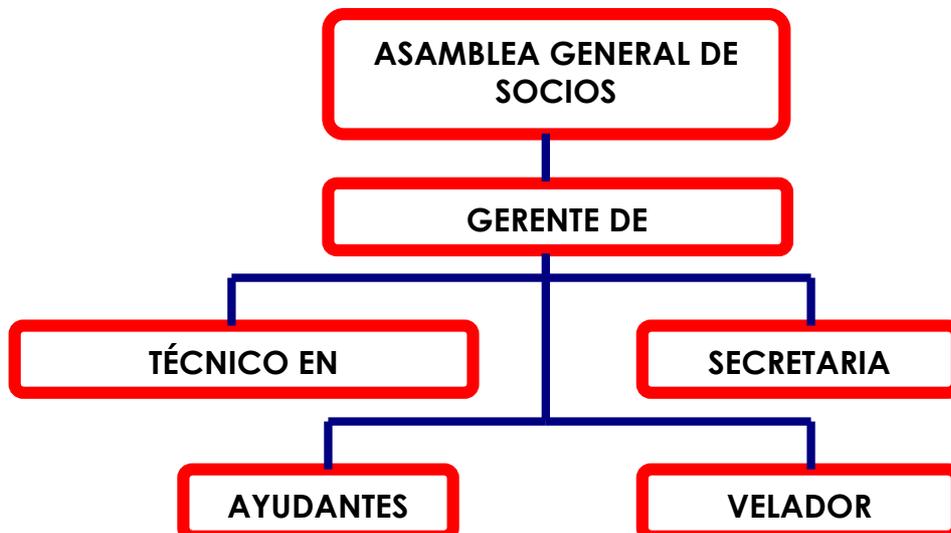
- ✓ Oportunidad para abrir el mercado del producto
- ✓ Poca inversión en comparación con otros proyectos productivos
- ✓ Poca producción de productos similares
- ✓ Entorno legal favorable para la inversión y desarrollo de empresas productivas
- ✓ Propaganda mundial a favor de productos saludables
- ✓ Otorgamiento de apoyos institucionales
- ✓ Acceso a tecnologías altamente productivas
- ✓ Acceso a vías de comunicación importantes en el estado

###### AMENAZAS

- ✓ Falta de certidumbre en la economía Nacional
- ✓ Competencia con alimentos industriales

#### V.- Aspectos organizativos.

La empresa estará organizada de la siguiente manera:



El perfil de los puestos será el siguiente:

<b>PERFIL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES</b>
Asamblea general de socios	Aprobar acuerdos en base al los intereses del grupo, evaluar y supervisar la funciones organizativas y administrativas, distribuir las ganancias
Gerente de producción	Coordinar, revisar el control de calidad del producto
Ayudantes	Realización de todo el proceso del ensilado
Secretaria	Llevar el control de producción, adquisición y ventas
Técnico en contabilidad	Responsabilizarse de la contabilidad y aspectos legales
Velador	Cuidar el inmueble

## **VI.- Análisis de mercados.**

En promedio, México importa el 40 % de los granos de cereales y el 60 % de las oleaginosas que consume, esto, aunado a la insuficiencia de la cosecha nacional, ha encarecido el costo de los insumos primarios para la producción animal intensiva.

En consecuencia la producción animal intensiva ha resultado en una gran dependencia del capital, en donde los esquemas de producción se han supeditado a bienes tecnológicos del extranjero.

En la producción animal, dependiendo de los sistemas de producción de los que se trate, los costos por concepto de alimentación representan entre el 67 y el 83 % del total. La mayor o menor dependencia por estos costos es consecuencia de la intensidad de producción y del costo relativo de los alimentos: a igual producción, alimentos más baratos siempre resultan en una mayor eficiencia económica, pero los alimentos más baratos no son siempre la mejor opción.

A excepción del sorgo y la pasta de soya, no hay otros ingredientes en cantidad suficiente y constante en el mercado. Pocas de las alternativas al sorgo y la pasta de soya que llegan a ofertarse en el mercado satisfacen los requisitos de calidad y precio.

En México hay un gran número de ingredientes alimenticios que se han estudiado, muchos de ellos son desechos pecuarios y acuícolas por citar algunos. Su uso rutinario en la actualidad es casi siempre en la forma de harinas. Aunque en otros países el uso de ensilados de pescado en una opción; en nuestro país ha sido poco el interés en el uso de estos alimentos suplementarios.

Por tanto, la inclusión de ensilado de pescado en dietas de especies pecuarias es técnicamente factible, y de hecho, existe suficiente información sobre sus características químico-nutritivas.

### **VI.1. Perfil del mercado.**

El mercado del producto estará enfocado en el corto plazo a satisfacer a las pequeñas empresas pecuarias a nivel regional; este producto no se ha comercializado, por lo tanto este proyecto sentará las bases para el desarrollo del segmento del mercado.

### **VI.2. Competencia**

Existen trabajos de preservación de materias proteínicas usando medio ácido desde 1920 (Finlandia). Actualmente, se produce ensilado en países como Dinamarca, Finlandia, Polonia, Noruega y algunos países de América Latina para alimentar a cerdos, aves, animales y peces (Poulter y Disney, 1982; Jørgensen y Szymeczko, 1992; Bertullo, 1989).

Hasta el presente, han sido publicados numerosos trabajos sobre los aspectos técnicos de la producción de ensilados pero muy pocos trabajos han considerado los aspectos económicos. En nuestro país los ensilados como alimento suplementario para la producción animal han sido poco utilizados.

Históricamente, los alimentos suplementarios para animales han estado formulados considerando las harinas de pescado. Sin embargo, existen razones económicas y operativas que han estimulado la producción del ensilado de pescado en muchos países. Varios trabajos han tratado las ventajas y desventajas económicas de ambas alternativas (Tatterson and Windsor, 1973; Windsor y Barlow, 1984). Asimismo, desde el punto de vista nutricional, debe considerarse que durante el proceso de elaboración de la harina de pescado se llega a elevadas temperaturas (120-150° C), lo que tiene un efecto perjudicial sobre la calidad de la misma, puesto que el calor produce una importante disminución del valor biológico de las proteínas (FAO, 1971; Avdalov et al, 1992; Villela *et al*, 1992).

Por lo anterior, el producto sería nuevo en el mercado y no tendría competidores directos.

### **VI.3. Plan de marketing**

Como se comentó anteriormente, el segmento del mercado en principio estará enfocado a pequeñas granjas pecuarias; se pretende ir cimentando una estructura de costos que permita alcanzar mejores mercados.

En un inicio se propone la venta del producto a pie de la planta, de tal manera que se reduzcan los costos, puesto que en principio la producción será de manera artesanal.

### **VI.4.- Producto**

En el país existe una gran demanda de alimentos para la producción animal, pero existe un déficit en el mercado de alimentos suplementarios similares al producto que se pretende introducir.

Al elaborar dietas es muy importante tener fuentes nutricionales de buena calidad. Por ejemplo una fuente de proteína puede ser de baja calidad al no contener un perfil completo de aminoácidos, es decir, tener poca variedad de aminoácidos, o no contener suficientes aminoácidos esenciales.

Por ello es importante que el ganado pueda adquirir los nutrientes de diferentes fuentes, para que unas suplan las deficiencias de otras y se completen los requerimientos alimenticios. La harina de pescado es una buena fuente de proteína como componente de las dietas suplementarias, pero su costo es muy elevado. Se han buscado otras alternativas para reemplazar la harina de pescado por otras fuentes de proteína como aquellas de origen vegetal. Una alternativa para reemplazar el uso de harina de pescado es el uso de hidrolizados de proteínas tanto de origen animal como vegetal, así como el uso de ensilados de pescado. Otra ventaja de estos productos es que contienen péptidos y aminoácidos libres, haciéndolos más disponibles para la absorción a nivel del intestino en los animales, permitiendo una inmediata disposición de éstos, incrementando así la tasa de crecimiento y la conversión alimenticia.

Por tanto, es necesario el aprovechamiento de proteína de origen animal con utilización de tecnologías simples y de baja inversión, para obtener productos como el ensilado de pescado, lo que a su vez, minimiza los efectos de la contaminación ambiental con respecto al uso de otras tecnologías aplicadas a la producción de alimentos balanceados para la producción ganadera.

El ensilado de pescado es considerado un producto de alto valor biológico que presenta la misma composición del material original crudo (Vidotti *et al.*, 2002) y se puede utilizar para sustituir fuentes tradicionales de proteína (principalmente harina de pescado).

Además de estas características se puede almacenar por largos periodos de tiempo sin que se altere su calidad nutricional. En comparación con los alimentos balanceados, su proceso es relativamente sencillo y de bajo costo.

#### **VI.4. Precio**

La presentación del producto será en tambos de plástico de 200 litros, el precio de venta estará estimado a pie de planta.

El precio de producción de ensilado por kilo es de \$ 5.00 pesos, el precio de comercialización se propone en \$ 7.00 pesos por kilo.

#### **VI.5. Ubicación y distribución.**

El propósito fundamental de esta variable de marketing es poner el producto o servicio lo más cerca posible del cliente; así como tener lo más cercanos posible los insumos necesarios para la producción, por lo cual la ciudad propuesta para la ubicación de la planta es Churumuco de Morelos. Además, en esta ciudad es donde se localizan la mayoría de fileteadoras de la zona, estableciéndose allí el área principal del mercado.

El número de habitantes aproximados de Churumuco de Morelos es de 41,149. Tiene una distancia aproximada a la capital del Estado de 165 Km y a la presa de El Infiernillo de 24 Km.

Esta ciudad esta comunicada con la autopista Lázaro Cárdenas-Uruapan y con las carreteras Nueva Italia-Arteaga, Nueva Italia-Antúnez y La Huacana-Antúnez.

En el siguiente cuadro se resume la información del municipio y a continuación se muestra su localización con respecto a la ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán:

MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN	
<p><b>CHURUMUCO DE MORELOS</b></p> <p><b>EXTENSIÓN (KM2):</b> Su superficie es de 1,119.44 km<sup>2</sup> y representa el 1.90 por ciento del Estado.</p>	<p>Se localiza al sur del Estado en las coordenadas 18°40' de latitud norte y 101°39' de longitud oeste, a una altura de 200 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con La Huacana, al noroeste con Turicato, al sur con el Estado de Guerrero, al suroeste con Huetamo y al oeste con Arteaga. Su distancia a la capital del Estado es de 235 km.</p>	
<p><b>OROGRAFÍA:</b> Su relieve lo constituyen las estribaciones meridionales del sistema volcánico transversal, la depresión del Balsas y la sierra de Churumuco; los cerros: Cochitiro, Tzicúindio, Cúripan, Piedras Blancas y el Pelón.</p> <p><b>HIDROGRAFÍA:</b> Su hidrografía se constituye por los ríos: Balsas, Poturo, Palma, Huaro, Salitre, Angamio y la presa de Infiernillo.</p> <p><b>CLIMA:</b> Su clima es tropical y seco estepario, con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 639.0 milímetros y temperaturas que oscilan de 22.9 a 36.1 grados centígrados.</p> <p><b>RECURSOS NATURALES Y ECOSISTEMAS:</b> En el municipio dominan los bosques: tropical deciduo, con parota, cuéramo, ceiba, huisache y tepemezquite; el tropical espinoso, con huisache, teteche, cardón, amole y viejito. Su fauna la conforman principalmente zorrillo, cacomixtle, coyote, ocelote, zorro, armadillo, cerceta, tórtola, faisán, pato, chachalaca, codorniz, carpa, mojarra y boa. Sus recursos naturales consisten en superficie forestal maderable que es ocupada por encino; en el caso de la no maderable, por arbustos de distintas especies. Existen yacimientos de minerales metálicos como el cobre, hierro, oro y plata.</p> <p><b>Características y Uso del Suelo.-</b> Los suelos del municipio datan de los periodos mesozoico, cretácico inferior y superior; corresponden principalmente a los del tipo de pradera y castaño. Su uso es primordialmente ganadero y en menor proporción agrícola y forestal.</p> <p><b>DEMOGRAFÍA:</b> En el censo de población y vivienda del 2005 el municipio registró 13 801 habitantes, mismos que representan el 0.35% de la población total del Estado y se concentra en 89 localidades. Las más pobladas son la cabecera municipal con 31.17%, Poturo con 8.53%, Palma de Huaro con 4.28%, El Timbiriche con 4.09% y El Pitirial con 3.38%. La población se concentró en un 31.17% en localidades mayores a los 2500 habitantes, es decir en zona urbana. El municipio ha mostrado una tasa de crecimiento de la población a la baja, en el último período censal, ubicándose en -0.74 en el 1900-2005.</p> <p><b>EMPLEO:</b> La población registrada de 12 años y más fue de 9171 en el año 2000, y económicamente activa representa el 29.79%, mientras que la inactiva el 69.68%. La población activa ocupada representó el 99.41%, de ellos el 55.56% trabaja en el sector primario, 12.11% en el secundario y el 29.90% en el terciario. De ellos el 27.03%</p>		

no recibe ingresos, 20.66% recibe menos de un salario mínimo, 39.21% de 1 a 3 salarios mínimos, 6.41% recibe de 3 a 10 salarios mínimos y 0.70% recibe más de 10 salarios mínimos. El 0.59% se encuentra desocupada. En el 2005 el IMSS reportó 352 personas aseguradas.

### **INFRAESTRUCTURA SOCIAL, DE COMUNICACIONES Y SERVICIOS PÚBLICOS:**

**Educación.-** Se imparten los niveles de: preescolar, primaria y secundaria. Se cuenta con CONALEP y un CECYTEM y 5 telesecundarias. La población de 15 años y más alfabetizada registrada en el censo de población del 2005 fue de 77.19 % y representa el 0.28% de la población alfabetizada estatal.

**Salud.-** Existe un centro de salud tipo "C" de la Secretaría de Salud y una unidad Médica Familiar del IMSS. Los principales problemas de salud son: La septicemia, desnutrición, enfermedades pulmonares y respiratorias.

**Abasto.-** Cuenta con un mercado y tiendas de abarrotes, ferreterías, papelerías y farmacias.

**Deporte.-** Existen 2 campos de fútbol, así como una de basquetbol y voleibol.

**Vivienda.-** El II Censo de Población y Vivienda establece que en el municipio cuentan con un total de 2,814 viviendas de las cuales 2,796 son particulares, la mayor parte de sus viviendas están hechas de adobe y techos de teja; en un menor número existen casas de tabique con losas de concreto, teniendo también casas hechas con muros de carrizo y lodo con techo de lámina de cartón.

**Servicios Públicos:** La cobertura en los servicios públicos según apreciación del H. Ayuntamiento es:

Agua potable: 30%

Drenaje: 40%

Electrificación: 60%

Alumbrado Público: 20%

Recolección de Basura: 40%

Mercado: 40%

Rastro: 50%

Cloración del Agua: 50%

Seguridad Pública: 20%

**Medios de Comunicación.-** Se escuchan estaciones de radio, y hay señal de televisión de cobertura nacional y periódico estatal.

**Vías de Comunicación.-** Al municipio lo comunica la carretera pavimentada, entronca con la carretera de La Huacana a Cuatro Caminos. En cuanto a transporte cuenta con autobuses combis y taxis. En la cabecera municipal de Churumuco se cuenta con teléfono y una oficina de correos. El municipio cuenta con 76.5 kilómetros de carreteras, 46.5 pavimentadas y caminos rurales revestidos 30 Km.

### **ACTIVIDAD ECONÓMICA (Principales Sectores, Productos y Servicios):**

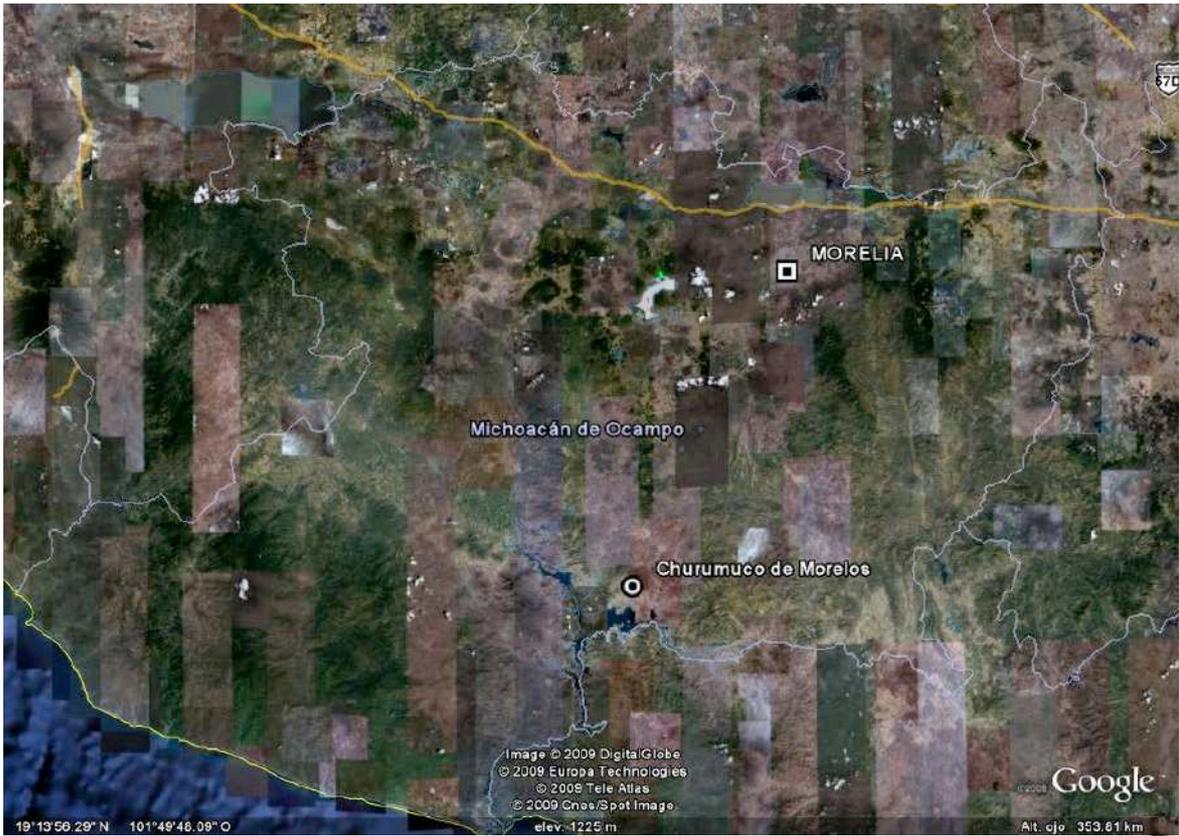
**Agricultura.-** Se cultiva el maíz, sorgo, frijol y ajonjolí y tomate rojo.

**Ganadería.-** Se cría ganado vacuno, porcino, caprino y aves.

**Turismo.-** Cuenta con el volcán del Jorullo.

**Comercio.-** Cuenta con tiendas de abarrotes, ferreterías, papelerías y tiendas misceláneas.

**Caza y pesca.-** Se pesca la mojarra, el bagre y la carpa (en la presa de Infiernillo).



**Microlocalización de Churumuco de Morelos donde se ubicaría la planta**



**Macrolocalización de Churumuco de Morelos.**

Los canales de distribución del producto serán de forma directa, de manera que se vincule a la empresa con el mercado sin intermediarios.

Las ventajas que se tendrían con este tipo de canales de distribución serían: un mayor control, así como una mayor posibilidad de promoción e información, además de una mayor posibilidad de detectar cambios en el mercado.

Las desventajas serían: una mayor inversión, tanto en activos fijos como en bienes de cambio, se tendría un financiamiento propio de las ventas y una menor cobertura.

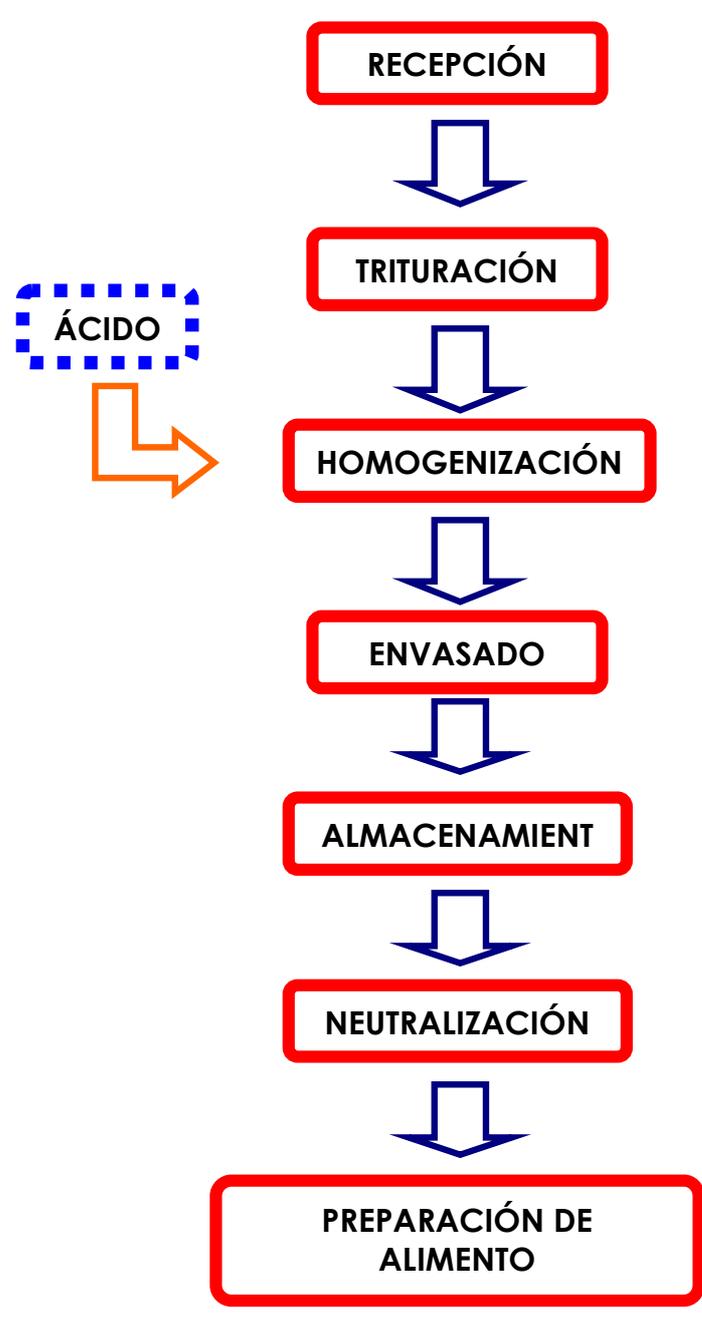
## **VI.6. Comunicación**

Se han realizado varias actividades con la finalidad de promocionar y dar a conocer el producto, dentro de las cuales podemos mencionar varias degustaciones que se realizaron dentro del estado y en la Feria de la Flores en la Ciudad de México, en donde además de dar a conocer al bagre armado como un excelente producto para el consumo humano, se le dio difusión a su uso en ensilado como sustituto alimenticio en dietas para la producción animal. Se elaboraron folletos y publicaciones, además de difundir información a través de programas de televisión y diarios, con apoyo del Gobierno del Estado de Michoacán y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

## **VII. Ingeniería del proyecto**

La ingeniería de producción es el paso imprescindible para la realización de cualquier evaluación económica de un proceso. Esta etapa consiste en la descripción del proceso de producción, con la especificación de equipos y el relevamiento de insumos para la elaboración de una unidad de producto.

Actualmente existen varias técnicas para la obtención del ensilado, ya sea por medios químicos o biológicos. La siguiente figura muestra el diagrama de flujo para el proceso de ensilado químico. Las operaciones comunes son: molienda, homogenización, envasado y almacenamiento. Algunas veces es necesaria una etapa previa, que incluye el lavado y la eliminación de materiales como palos, restos de crustáceos y moluscos que pueden acompañar a la materia prima (Bello *et al*, 1992). Los subproductos de la pesca utilizados generalmente para la producción de ensilado son: residuos de peces, fauna acompañante del camarón; especies marinas subexplotadas, producciones de acuicultura, subproductos de origen animal (sangre, órganos, residuos)



Derechos de Autor

Proceso para la elaboración de ensilado por vía química.

El ensilado químico es elaborado por la adición de ácidos minerales y/o orgánicos al pescado. Se han empleado el ácido fórmico, sulfúrico, clorhídrico, propiónico o combinados, como mezclas de acético, fórmico y fosfórico; fórmico y sulfúrico o propiónico y sulfúrico. La materia prima se tritura, se le agrega el o los ácidos y se mezclan completamente, para que las enzimas presentes en el mismo puedan digerirlo en las condiciones favorables que el medio ácido provee.

Se prefiere la utilización de ácido fórmico ya que asegura la conservación sin descenso excesivo en el pH, lo que a su vez, evita la etapa de neutralización del producto antes de su empleo en la alimentación animal (Tatterson y Windsor, 1974; Windsor y Barlow, 1984; Córdova y Bello, 1986; Barral *et al*, 1989).

La elaboración de ensilado biológico o químico puede llevarse a cabo tanto a nivel artesanal (barriles de 50 kg) como en escala industrial (una tonelada por día o más) (Poulter y Disney, 1982). No se han encontrado límites técnicos en el tamaño de la planta para producir ensilado.

El proceso puede ser manual, discontinuo o totalmente automatizado. En el último caso, la adición de ácido es regulada por la cantidad de materia prima transportada por una bomba trituradora dentro del tanque de ensilado.

Las instalaciones que se utilizan para la elaboración de ensilado dependen del volumen de producción. Los equipos empleados para la etapa de trituración son: adaptación de equipos disponibles localmente como molino picador de coco, picadora de carnes convencional a tornillo con placas perforadas, molino de martillo desintegrador, bomba trituradora, etc. En nuestro caso se diseñó un prototipo de molino para la trituración del bagre armado.

La molienda del pescado debe realizarse eficientemente tanto para el proceso biológico como para el químico. Algunos autores señalan que el tamaño de partícula no debe ser mayor de 10mm de diámetro. A su vez, se recomienda cortar el pescado de manera tal que las superficies interiores queden expuestas al medio ácido preservante y por lo tanto, elegir una cortadora que corte el pescado en segmentos transversales, manejada por un motor o manualmente.

Para lograr este requerimiento, el equipo a utilizar para la trituración podrá ser de características muy distintas, según se trate de desmenuzar pequeños pelágicos o cabezas de gran tamaño y fuerte estructura ósea.

En el caso del ensilado biológico, el mezclado del pescado molido con el inóculo y el substrato puede ser hecho en un tanque de concreto. El tanque de producción puede ser de cualquier tamaño y forma pero resistente al ácido en el caso químico; los contenedores de acero usados para elaborar o transportar el ensilado requieren de un revestimiento de polietileno para prevenir la corrosión. Para manejar grandes cantidades son adecuados los tanques de cemento revestidos. Es necesario que la mezcla se agite regularmente para asegurar uniformidad hasta su completa homogenización.

La acidez de la mezcla debe ser de pH 4 o más bajo para prevenir la acción bacteriana. El pH en el ensilado debe ser continuamente controlado, siendo suficiente la utilización de tiras de papel medidor de pH, si éste está debajo del punto crítico.

Después de la preparación del ensilado, continúa una etapa de extracción de aceite, que no es necesaria si la materia prima está compuesta de pescado magro, con un contenido en aceite menor del 2% en peso húmedo. La extracción de aceite para pequeña escala sería satisfactoria con una auto sedimentación y decantación manual del aceite que flota. La inversión en equipos para extraer el aceite sólo puede ser viable económicamente si el grado de autólisis es alto. De no ser así, una alta proporción de aceite será retenido en la fase de lodos y el rendimiento de los solubles sin aceite será bajo.

Si se requiere un producto seco, no es posible el uso de un equipo convencional de secado de harina de pescado, dado que el ensilado es un material líquido en el cual toda la proteína intacta ha sido hidrolizada a fragmentos solubles y amino ácidos libres.

No hay sólidos presentes para hacer una torta de prensa. En consecuencia la remoción de agua puede ser llevada a cabo sólo por evaporación. El ensilado ha sido secado en un secador de tambor y usado en las dietas para pescados pero este equipo no parece ser económico.

El ensilado puede ser secado por agregado de un pequeño porcentaje de otros ingredientes secos y por co-secado de la mezcla en un equipo convencional de secado de harina de pescado. Esta práctica previene la espuma y facilita el secado por proveer de partículas las cuales el ensilado puede ser absorbido. Además, el secado conjunto crea la posibilidad de formular el valor nutricional y económico de los productos secos por variación de la combinación y proporción de los ingredientes con los cuales el ensilado es secado (Hardy *et al*, 1984; Gildberg, 1993; Raa y Gildberg, 1982; Windsor, 1974; Windsor y Barlow, 1984; Tatterson y Windsor, 1973; Jörgensen y Szymeczko, 1992).

## VIII.- Análisis financiero

### Costos de inversión

CONSTRUCCIÓN			
COMPONENTES	COSTO UNITARIO	UNIDADES	IMPORTE
Terreno	250,000.00	1.00	250,000.00
Construcción	1,232,000.00	1.00	1,232,000.00
Planta de tratamiento	80,000.00	1.00	80,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>1,562,000.00</b>

### Costos de equipo y depreciaciones

TABLA DE DEPRECIACIONES EQUIPO					
Componentes del sistema	Tiempo de vida del equipo	Costo unitario	Unidades	Importe	Depreciación
Apilador hidráulico	20	12,000.00	1	12,000.00	600.00
Patín hidráulico	20	3,500.00	3	10,500.00	525.00
Karcher	15	24,955.00	1	24,955.00	1,663.67
Grúa aérea	20	562,120.00	1	562,120.00	28,106.00
Hidroneumático	10	14,000.00	1	14,000.00	1,400.00
Mezcladoras	10	80,000.00	4	320,000.00	32,000.00
Molinos	10	345,000.00	1	345,000.00	34,500.00
Computadoras	10	4,000.00	3	12,000.00	1,200.00
Impresoras	10	1,500.00	2	3,000.00	300.00
Cámara de refrigeración	20	224,066.00	1	224,066.00	11,203.30
Mobiliario	20	4,600.00	6	27,600.00	1,380.00
Miscelánea	1	4,500.00	1	4,500.00	4,500.00
Vehículo	20	280,772.50	1	280,772.50	14,038.63
Transformador	30	150,000.00	1	150,000.00	5,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>1,990,513.50</b>	<b>136,416.59</b>

## Costos fijos y variables en la producción de ensilado

<b>INSUMOS</b>	
<b>COSTO DE ENERGÍA</b>	
Considerando un transformador propio	
Energía/mes	9,000.00
Energía/año	108,000.00
<b>Gasto de energía</b>	<b>108,000.00</b>
<b>COSTO DE AGUA</b>	
Costo de agua/mes	1,200.00
Costo de agua/año	14,400.00
<b>Gasto de agua</b>	<b>14,400.00</b>
<b>COSTO DE ÁCIDO SULFÚRICO</b>	
Adición de 100 ml por kilo de pescado se producirán 2000kg de pescado por día se consumirán 200 L de ácido por día el costo es de \$7/L	
Costo de ácido/mes	42,583.33
Costo de ácido/año	511,000.00
<b>Costo de ácido</b>	<b>511,000.00</b>
<b>COSTO DE PEZ</b>	
El kilo de tilapia en la zona es de 4 pesos/kg se consideraría a 3 el de pez diablo se necesitan 2 ton/día	
Costo de pez/mes	60,833.33
Costo de pez/año	2,190,000.00
<b>Costo de pez</b>	<b>2,190,000.00</b>
<b>COSTO DE TRABAJO</b>	
Gerente de producción/mes	12,000.00
2 ayudantes/mes	6,000.00
1 secretaria	6,000.00
1 técnico en contabilidad	6,000.00
1 velador/mes	4,000.00
Costo de trabajo/mes	34,000.00
Costo de trabajo/año	408,000.00
<b>Costo de trabajo</b>	<b>408,000.00</b>

## Análisis económico, planta de producción de ensilado de pescado, producción de 2,000 kilos diarios

### COSTOS DE INVERSIÓN

Compra de terreno	250,000.00
Compra de equipo	1,990,513.50
Construcción	1,232,000.00
Planta de tratamiento	80,000.00
Asesoría construcción y operación	412,000.00
<b>Total costos de inversión</b>	<b>3,964,513.50</b>

### COSTOS DE OPERACIÓN

#### Costos variables

Agua	9,600.00
Electricidad	230,000.00
Ácido sulfúrico	511,000.00
Impuestos	28,000.00
Envase	126,000.00
Compra de pez	2,190,000.00
<b>Total costos variables</b>	<b>3,094,600.00</b>

#### Costos de fijos

Reparación y mantenimiento	73,674.82
Otros costos	39,000.00
Seguro trabajadores	41,000.00
Trabajo (mano de obra)	408,000.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>561,674.82</b>

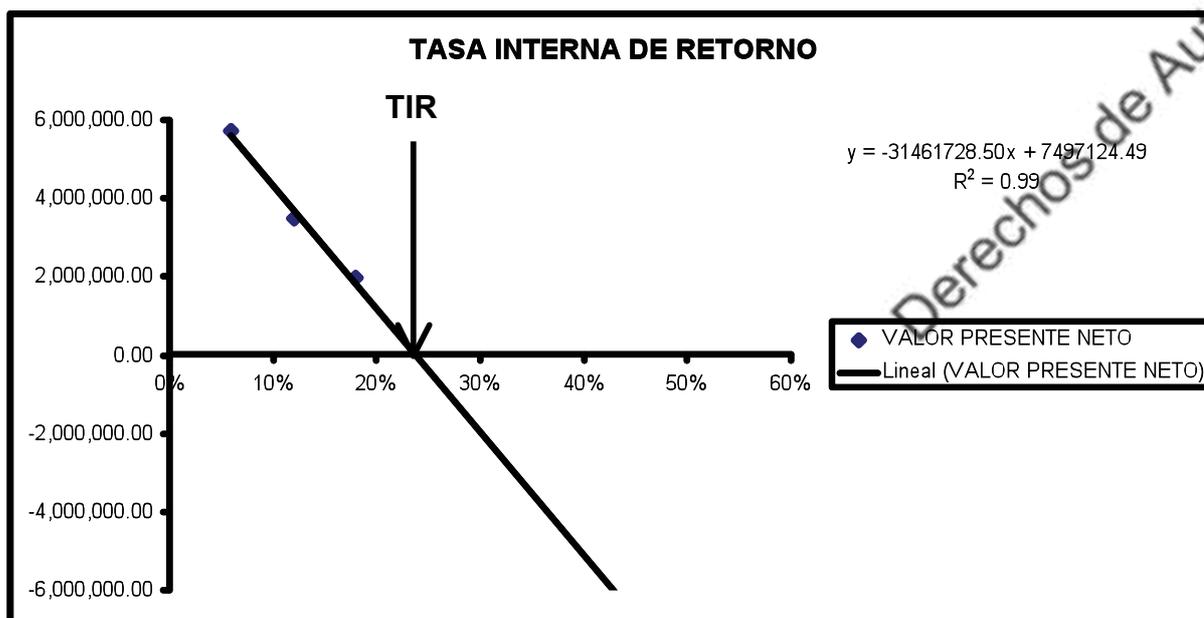
**Costos totales de operación** **3,656,274.82**

<b>Ingresos brutos</b>	<b>1,453,725.18</b>
<b>Depreciación</b>	<b>136,416.59</b>
<b>Ingresos netos</b>	<b>1,317,308.59</b>
<b>Ingresos por ventas</b>	<b>5,110,000.00</b>
<b>Costo de producción</b>	<b>5.00/kg</b>
<b>Costo de comercialización</b>	<b>7.00/kg</b>

### Aproximación al pago de la inversión

Año	Inversión	Costos de operación	Ingresos	Flujo de efectivo neto	Flujo de efectivo acumulado
0	-3,964,513.50			-3,964,513.50	-3,964,513.50
1		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	-2,647,204.91
2		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	-1,329,896.32
3		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	-12,587.73
4		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	1,304,720.86
5		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	2,622,029.45
6		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	3,939,338.04
7		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	5,256,646.63
8		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	6,573,955.22
9		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	7,891,263.81
10		-3,656,274.82	5,110,000.00	1,317,308.59	9,208,572.40

### Tasa interna de retorno



**VPN= 3,478,573.83**

**TIR= 22%**

## **IX.- Conclusiones**

El proyecto de una planta de producción de ensilados de pez armado en Churumuco Michoacán, es rentable, lo cual evidencia el Valor Presente Neto al generar \$3,478,573.83 y la Tasa Interna de Rendimiento del 22%.

Los costos de inversión y operación durante los 2 primeros años para los proyectos de ensilado son por más de 6 millones de pesos, el pago a la inversión es relativamente rápido y se empieza a generar altos beneficios alrededor del cuarto año de iniciado el proyecto.

El proyecto se debe llevar a cabo para beneficiar y apoyar económicamente y socialmente a las comunidades que habitan en las cercanías de la presa el Infiernillo.

La captura pesquera de México se ubica dentro de las veinte más importantes del mundo (Semarnap, 2005). Estas generan grandes cantidades de pérdidas post-cosecha de pescado que ascienden al 10% de la captura total de pescado. Además, existen otras pérdidas por el manipuleo, almacenamiento, distribución, procesamiento y comercialización. El aprovechamiento de esos desperdicios sería la base de una industria de gran importancia, desde el punto de vista económico, social, ecológico.

La pesquería de agua dulce mas importante de México y del Estado de Michoacán ha sido la de de la tilapia, sobresaliendo la producción del embalse del Infiernillo.

## PLAN DE NEGOCIO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE FILETEO

### I. Producción de filete de pescado en el Estado de Michoacán.

La producción pesquera en el estado de Michoacán es un fiel reflejo de la pesca mexicana.

Fue a mediados de los ochentas cuando tanto el país como en el Estado de Michoacán se alcanzan los máximos históricos de producción. A partir de ese período cuando se logra una producción pesquera nacional de 1.5 millones de toneladas, Michoacán logra alcanzar las 50 mil toneladas de producción pesquera, sobresaliendo desde aquel entonces la pesquería de tilapia de la presa “El Infiernillo” (Jiménez, 1999).

En los últimos 15 años, las producciones pesqueras michoacanas han registrado un acelerado proceso de disminución como se ve en el cuadro 1. Debido a esta tendencia, Michoacán se está convirtiendo en un importador neto de productos de origen pesquero, ya se empieza a manifestar la firme presencia de productos importados, principalmente de tilapia entera de los estados de Nayarit y Jalisco, pero sobre todo, filete y tilapia entera congelada de China, bagre y camarón de Vietnam y, salmón y trucha de Chile (Mendoza, 2008).

**Cuadro 1. Producción Acuícola y Marina del Estado de Michoacán 1993-2003, toneladas**

Año	Producción de Acuicultura	Producción del Medio Natural y Marino	Producción Total	Participación % de Acuicultura
1993	24 661	11 916	36 577	67.42
1994	16 011	12 012	28 023	57.13
1995	13 574	17 185	30 759	44.15
1996	20 309	11 941	32 250	62.97
1997	15 862	12 900	25 762	55.15
1998	12 850	6 594	19 444	66.09
1999	11 857	6 431	18 288	64.83
2000	14 272	6 393	20 665	69.06
2001	15 007	6 147	21 154	70.94
2002	15 693	6 178	21 871	71.75
2003	16 701	6 123	22 824	73.17

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca, CONAPESCA, 2003.

La pesca y la acuicultura michoacana se realizan en niveles técnicos muy limitados, con una industrialización precaria que opera en infraestructuras obsoletas y deficientes, con sistemas de comercialización en desequilibrio con la potencialidad productiva del estado.

Por ello, el desarrollo pesquero se encuentra estancado desde la década de los noventa. En 1993 la producción pesquera de la entidad fue 36,577.0 toneladas ocupando el 10° lugar en importancia a nivel nacional; en 2003 se produjeron 22, 824.0 toneladas ocupándose el 12° lugar (SEMARNAP, 2003).

Respecto a la acuicultura, en 1993 se produjeron casi 25 mil de toneladas correspondiendo el segundo lugar nacional, en tanto que en 2003 se produjeron poco

más de 16 mil toneladas correspondiéndole el quinto lugar. En acuicultura la principal producción ha sido históricamente la tilapia que se explota en los cuerpos de aguas interiores, (especialmente en la Presa del Infiernillo), las carpas, los charales, la trucha arco iris y el bagre, como se puede observar en el cuadro 1, en donde se presentan las especies registradas con producciones en 2003, con más de 20 toneladas, tanto de origen marino como dulceacuícola (SEMARNAP, 2003).

A este problema se le suma la aparición del bagre armado que ha desplazado la pesquería de tilapia en la Presa de Infiernillo; según los últimos reportes la pesquería del pez armado representa actualmente alrededor del 70% de la pesquería del embalse (8,000 toneladas anuales).

El bagre armado ha impactado la pesquería de la tilapia de tal manera que algunos pescadores se están retirando de la actividad, debido a que se pescan cada día más de estos organismos (proporción 1:5 con respecto a la pesquería de la tilapia), los cuales por su cuerpo acorazado y provisto de fuertes espinas, dañan las redes y lastiman las manos de los pescadores.

De tal manera que la proliferación del bagre armado en el embalse esta generando una serie de problemas sociales, económicos, así como ambientales en la región, que ha favorecido la migración de los pescadores a Estados Unidos de America.

Por tal motivo es necesario diseñar alternativas interdisciplinarias que permitan ofrecer a los productores pesqueros del embalse del infiernillo, alternativas socio productivas y con ventajas comparativas para la recuperación productiva y el desarrollo de cadenas de valor en esta especie pesquera en particular, por lo que se tiene que establecer un modelo que permita en el corto y mediano plazo la recuperación ecológico-productiva del embalse.

Una alternativa socio-productiva seria el consumo del pez armado en la región incrementando el valor económico en el aprovechamiento industrial del pez, coadyudando al mismo tiempo en el efecto adverso en la mejora de la captura de la tilapia.

De tal manera se podría diseñar un modelo y paquete tecnológico para la recuperación, repoblamiento y manejo productivo de las especies existentes. Se tendría un programa de repoblamiento y de administración pesquera que permita incrementar los niveles de captura, además de una propuesta de desarrollo organizacional y de capacitación para los pescadores que les permita realizar una pesca responsable y eliminar el intermediarismo, así como dar valor agregado a los productos pesqueros principalmente al bagre armado.

Una planta fileteadora de bagre armado en la zona de El Infiernillo ayudaría a recuperar el potencial pesquero del embalse, impulsaría el desarrollo de la pesquería y acuicultura de esta especie debidamente asistida en cuanto a técnicas de producción, buenas prácticas sanitarias y de manejo, de mínimo impacto ambiental y la integración de la cadena productiva que sea competitiva en el mercado.

Con esto se beneficiarían directa e indirectamente las comunidades que se encuentran enclavadas en los alrededores del embalse.

## **II.- Resumen Ejecutivo.**

A mediano plazo se pretende obtener filetes de pez armado de óptima calidad y una estructura de costos que permita alcanzar mercados nacionales, para de esta forma darle un valor agregado a este pez como producto.

### **II.1.- Técnico.**

El proyecto se desarrollará en la ciudad de Churumuco, donde se contará con un terreno de 1 Ha de extensión y se establecerá una pequeña planta de tratamiento de 462 m<sup>2</sup>, donde se producirán aproximadamente 200 ton de filete de pescado por año.

La planta contará con un área administrativa, una de vestidores, control, recepción y lavado, refrigeración, fileteado, congelación y almacén.

Se considerará comprar los peces directamente a los pescadores de la región (se tienen contactos de cooperativas y asociaciones de pescadores de la zona).

Para la elaboración del presente plan se tomaron en cuenta todas las variables de producción, tales como gasto de energía, agua e insumos para la producción de los ensilados, entre otros.

Como variables de salida se consideraron dos indicadores económicos financieros: valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR). Se asumió una tasa de 12% como la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

### **II.2.- Financiero.**

En términos generales el proyecto requiere de una inversión total de \$3,445,241.89 pesos de inversión fija y \$ 3,723,362.09 pesos para capital de trabajo anual. Al finalizar el primer año se tendrán ingresos netos por \$1,237,875.82, recibándose mensualmente \$103,156.31 pesos.

El proyecto presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 26%, con un Valor Presente Neto (VPN) de \$3, 549,032.57 pesos, en el décimo año de operación. Demostrando con esto ser económicamente viable.

## **III.- Objetivos y metas.**

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de una planta fileteadora de bagre armado a pequeña escala, a partir de la pesca de esta especie, con la finalidad de beneficiar a las comunidades en los alrededores de la presa de El Infiernillo, dándole un uso a una especie que no lo tiene, creando así los escenarios necesarios para introducir el pez armado como un producto de alto valor comercial y proteico, además de generar una cadena de subproductos derivados de la pesquería de este pez.

Las metas del proyecto serian las siguientes:

Producir aproximadamente 200 toneladas de filete de bagre armado por año.

Beneficiar directamente a los 2200 pescadores activos de cuatro municipios del embalse del Infiernillo de muy alta marginación, los cuales explotan el embalse, puesto que les permitirá mejorar sus ingresos y sobre todo aprovechar al máximo los recursos existentes en el sistema.

Resolver un problema ambiental al utilizar un recurso no aprovechable en el embalse el cual se tira y contamina las orillas del mismo.

#### IV.- Análisis estratégico

##### ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE ORGANIZACIÓN

###### FORTALEZAS

- ✓ Recurso pesquero de un gran valor nutricional que no tiene ningún uso en el embalse
- ✓ Cercanía al principal mercado de los productos acuícolas y pesqueros
- ✓ Buena coordinación del sector pesquero con el de investigación
- ✓ Excelente calidad del producto que lo hará competitivo en el mercado

###### DEBILIDADES

- ✓ Producto nuevo en el mercado
- ✓ Inexperiencia en el proceso de comercialización del producto
- ✓ Falta de capital para el desarrollo del proyecto

###### OPORTUNIDADES

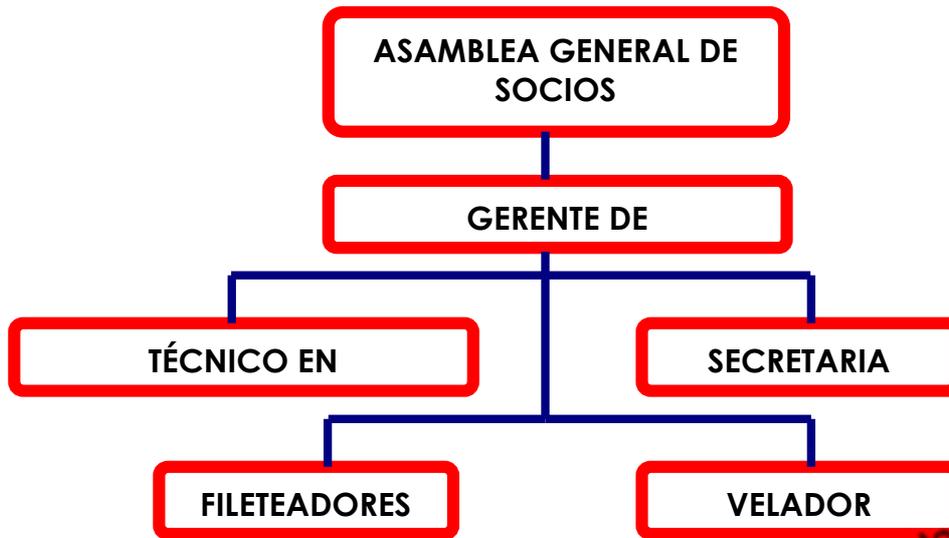
- ✓ Oportunidad para abrir el mercado del producto
- ✓ Poca inversión en comparación con otros proyectos productivos
- ✓ Entorno legal favorable para la inversión y desarrollo de empresas productivas
- ✓ Propaganda mundial a favor de productos saludables
- ✓ Otorgamiento de apoyos institucionales
- ✓ Acceso a tecnologías altamente productivas
- ✓ Acceso a vías de comunicación importantes en el estado

###### AMENAZAS

- ✓ Falta de certidumbre en la economía Nacional
- ✓ Explotación irracional en la pesca
- ✓ Degradación de los recursos naturales

**V.- Aspectos organizativos.**

La empresa estará organizada de la siguiente manera:



Derechos de Autor

El perfil de los puestos será el siguiente:

PERFIL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
Asamblea general de socios	Aprobar acuerdos en base al los intereses del grupo, evaluar y supervisar la funciones organizativas y administrativas, distribuir las ganancias
Gerente de producción	Coordinar, revisar el control de calidad del producto
Fileteadores	Realización del proceso del fileteado
Secretaria	Llevar el control de producción, adquisición y ventas
Técnico en contabilidad	Responsabilizarse de la contabilidad y aspectos legales
Velador	Cuidar el inmueble

## **VI.- Análisis de mercados.**

La pesca como industria, alcanza cada día mayor importancia debido a que es una industria productora de alimentación primaria basada en recursos acuáticos, por lo que, el comercio de los productos que se obtienen puede mantenerse estable al encontrar menos influencias restrictivas como la propiedad privada del recurso, que se presenta en la mayoría de los que están basados en recursos continentales (ALADI, 2006).

El consumo mundial de pescado per cápita viene creciendo desde los años sesentas. Se han observado variaciones entre los continentes y entre los países que los conforman, pero el consumo medio ha sido siempre a la alza en países del primer mundo (Welcomme, 2004).

Muchos estudios prevén que la ingestión de pescado per cápita continuará aumentando en todo el mundo durante los tres próximos decenios y que la mayor parte de este crecimiento será resultado de la prosperidad económica.

La actual elasticidad positiva de la demanda en función del ingreso, que generalmente oscila entre uno y dos, corrobora esa conclusión, aunque parece que la forma en que el consumo responde al aumento de la riqueza depende no sólo de la cuantía de ésta sino también del volumen de pescado que come el consumidor medio.

Las elasticidades son cuantificadores que los economistas utilizan para analizar la sensibilidad de la oferta y la demanda en función de los precios. La demanda de un bien dado depende no sólo de los precios de ese bien y de sus productos sustitutos sino, por encima de todo, de los ingresos de los compradores (FAO, 2004).

Se prevé que los mercados de productos pesqueros de los Estados Unidos y la Unión Europea crecerán en los próximos años como consecuencia de la conciencia saludable del consumidor y de su creencia en las repercusiones positivas del consumo de pescado en la salud. La salubridad de los alimentos es una preocupación creciente en los países desarrollados y la indicación del aporte de calorías, los planes dietéticos y nutricionales y las recetas que figuran en los envases del pescado son una adición útil a los productos con valor añadido.

La hipótesis de poder duplicar la producción mundial actual hasta llegar a los 260 millones de toneladas en los próximos años con productos acuícolas, no parece imposible.

Entre 1991 y el 2000, la acuicultura mostró una tasa de crecimiento del 10% anual. Con sólo mantener esta tasa, se estaría alcanzando en apenas 17 años, una producción de 165 toneladas por año, lo cual, junto con el actual segmento de capturas de 95 millones de toneladas, llevaría a una producción total de productos pesqueros de 260 millones de toneladas (MAPA, 2006).

Esos 260 millones de toneladas representan un segmento del 7,4% superior a la producción de carnes terrestres del 2002. Claro está que en los próximos 20 años, la producción de carnes terrestres, también crecerá.

Sin embargo, para duplicar la producción mundial de productos pesqueros en los próximos 20 años, se necesitan grandes esfuerzos que venzan las dificultades y los cuellos de botella. Uno de los principales obstáculos es la estructura de la comercialización de los productos pesqueros (González, 2007).

Existen tres puntos en la trayectoria del producto en que éste es objeto de comercio: en el mercado de producción, en el mercado de mayoreo y semimayoreo y el mercado detallista. Este último pone los productos al alcance del consumidor o comprador (MAPA, 2006).

La compra venta de la producción de pescado tiene lugar directamente entre los productores o pescadores y los introductores mayoristas, quienes acuden a los sitios de desembarque o a pie de granja y compran a los productores a precios muy bajos, ya que, en la mayoría de los casos, éstos no tienen alternativa de venta, principalmente por la falta de agresividad del pescador o por la falta del proceso postcosecha que otorgue mayor vida o mayor precio al producto (González, 2007).

Esta problemática, además de las mencionadas anteriormente, ha sido una de las razones por la cuáles la producción de tilapia en México ha disminuido.

El filete de bagre armado inicialmente competirá con el de tilapia, por tanto las estrategias comerciales serán las mismas del mercado de la tilapia en el país.

La tilapia es un producto con un amplio mercado, tanto en el interior del país como en el extranjero. La demanda comprende varias presentaciones, desde el pescado fresco entero, hasta el congelado, eviscerado, fileteado, ahumado y otras formas más elaboradas.

Debido a la problemática de la producción de tilapia en el país, cada año se importan más toneladas de tilapia, por tal motivo los precios en el mercado mexicano han bajado considerablemente.

Se debe considerar que las importaciones en México de filete de tilapia congelada, comercializada como “Blanco del Nilo” principalmente desde China y Vietnam, se han multiplicado por cinco entre los años 2000 y 2004, y para el 2005 sobrepasan los 33 millones de dólares según datos de la Secretaría de Economía. La tilapia es un producto que a pesar de cumplir con todas las normas, debido a los subsidios en estos países, llega al mercado Mexicano con un precio 25% por debajo al que son vendidos los filetes nacionales, enmarcando una competencia desleal, pero que es forzada por la creciente demanda de los consumidores por la tilapia o mojarra y la disminución de producción en el país.

Se propone introducir al mercado el pez armado en forma de filete debido a su buena apariencia, blanca rosada. Se utilizará la misma estrategia comercial china en la importación de tilapia en el país, así que se venderá con otro nombre, como bagre armado de Sudamérica, pescado del amazonas o uno similar.

### **VI.1. Perfil del mercado**

El mercado del producto estará enfocado en el corto plazo para satisfacer a las demandas a nivel local, regional y estatal. Este producto no se ha comercializado, por lo tanto este proyecto sentará las bases para el desarrollo del segmento del mercado y las cadenas productivas del mismo.

### **VI.2. Competencia**

Como ya se mencionó anteriormente, el producto competirá con los filetes de tilapia. Sin embargo, las ventajas del bagre armado sobre la tilapia son las siguientes:

Uno de los problemas en la producción de tilapia es su sabor, no es muy atractivo porque evidencia un sabor a cieno o arenoso, probablemente por el alimento que recibe durante su crecimiento o bien por la manera de cultivo en presas y lagunas de baja calidad de agua y profundidades pequeñas. Es por ello que el producto de mayor consumo en México es el procedente de China y Taiwán vía Estados Unidos, país donde queda registrada la operación como si el producto fuera norteamericano. Esta variedad es la que están utilizando los restaurantes porque tiene buena aceptación del comensal quien cree que se trata de un pescado de mejor calidad (ALADI, 2006).

El bagre armado no presenta este sabor a cieno y tiene características y propiedades de mayor calidad que la tilapia, así como una mejor apariencia del filete. En resumen, se ofrecería al consumidor un producto de mejor calidad y a un precio menor que el de la tilapia.

### **VI.3. Plan de marketing**

Como se comentó anteriormente, el segmento del mercado en principio estará enfocado al mercado local, regional y estatal, se pretende ir cimentando una estructura de costos que permita alcanzar mejores mercados y darle un valor agregado al producto.

### **VI.4.- Producto**

El pez armado de Sudamérica posee características de calidad muy importantes como su carne blanca libre de huesos, un excelente sabor y por ello una gran capacidad para ser combinado con una gran cantidad de ingredientes y producir excelentes recetas.

La calidad proteica del pez armado y los ácidos grasos w3 (omega 3) que posee hacen de esta especie un alimento insuperable, solo comparable con especies marinas. En la siguiente tabla se presenta la calidad proteica del bagre armado:

#### Composición del pez armado de Infiernillo

	<b>Humedad</b>	<b>Proteína</b>	<b>Grasa</b>	<b>Ceniza</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Pez completo	70.7	44.8	16.8	32.6
Filete	78.3	91.3	3.6	8.9

#### VI.4. Precio

Se tomaron como base los precios en el mercado para la tilapia. Este precio lo establecen los compradores mayoristas o intermediarios, quienes adquieren el producto a orilla del lugar de pesca o estanque, en primera venta. Dependiendo del precio de la segunda venta o sea del precio de venta a los mayoristas que lo comercializan a los expendios, el primer intermediario fija el precio, conservando siempre un margen de utilidad mínimo y moviendo el precio hacia abajo o hacia la alza según convenga.

El primer precio no se establece de acuerdo a la oferta y la demanda en la región, sino de acuerdo a los volúmenes de inventario de los segundos compradores y estos inventarios se incrementan o disminuyen de acuerdo a la oferta y demanda en los mercados detallistas finales: Distrito Federal; Zacapu, Michoacán; Morelia, Michoacán; Jamay, Jalisco y Ciudad de Guanajuato, Guanajuato.

Actualmente el precio de la mojarra entera, fresca eviscerada a orilla de la presa es de \$ 4.00 a \$ 6.00 el kilogramo dependiendo del tamaño. Sin embargo, en ocasiones el precio baja hasta \$ 3.00 el kilogramo.

Esta misma tilapia se vende al menudeo en los expendios a \$ 27.00 y en ocasiones llega hasta a \$ 45.00 o más por kilogramo. La diferencia entre el precio de compra al productor y el precio de venta al consumidor final es muy alta (SECOFI, 2007).

Se pagará a los pescadores \$6.00 pesos por kilo de pescado entero, el costo de producción de filete de bagre armado por kilo es de \$14.94, el precio de venta se propone en \$25.00 pesos.

## VI.5. Ubicación de la planta de producción y distribución

El propósito fundamental de esta variable de marketing es poner el producto o servicio lo más cerca posible del cliente; así como tener lo más cercanos posible los insumos necesarios para la producción. Se eligió la ciudad de Churumuco de Morelos como ubicación de la planta. En esta ciudad es donde se localizan la mayoría de fileteadoras de la zona; estableciéndose en este lugar el área principal del mercado.

El número aproximado de habitantes de esta ciudad es de 41,149. Tiene una distancia aproximada a la capital del Estado de 165 Km, y de 24 Km a la presa de Infiernillo. Esta ciudad esta comunicada con la autopista Lázaro Cárdenas-Uruapan y con las carreteras Nueva Italia-Arteaga, Nueva Italia-Antúnez y La Huacana-Antúnez.

En el siguiente cuadro se resume la información del municipio y a continuación se muestra su localización con respecto a la ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán:

MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN	
<p><b>CHURUMUCO DE MORELOS</b></p> <p><b>EXTENSIÓN (KM2):</b> Su superficie es de 1,119.44 km<sup>2</sup> y representa el 1.90 por ciento del Estado.</p>	<p>Se localiza al sur del Estado en las coordenadas 18°40' de latitud norte y 101°39' de longitud oeste, a una altura de 200 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con La Huacana, al noroeste con Turicato, al sur con el Estado de Guerrero, al suroeste con Huetamo y al oeste con Arteaga. Su distancia a la capital del Estado es de 235 km.</p>	
<p><b>OROGRAFÍA:</b> Su relieve lo constituyen las estribaciones meridionales del sistema volcánico transversal, la depresión del Balsas y la sierra de Churumuco; los cerros: Cochitiro, Tzicúindio, Cúripan, Piedras Blancas y el Pelón.</p> <p><b>HIDROGRAFÍA:</b> Su hidrografía se constituye por los ríos: Balsas, Poturo, Palma, Huaro, Salitre, Angamio y la presa de Infiernillo.</p> <p><b>CLIMA:</b> Su clima es tropical y seco estepario, con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 639.0 milímetros y temperaturas que oscilan de 22.9 a 36.1 grados centígrados.</p> <p><b>RECURSOS NATURALES Y ECOSISTEMAS:</b> En el municipio dominan los bosques: tropical deciuo, con parota, cuéramo, ceiba, huisache y tepemezquite; el tropical espinoso, con huisache, teteche, cardón, amole y viejito. Su fauna la conforman principalmente zorrillo, cacomixtle, coyote, ocelote, zorro, armadillo, cerceta, tórtola, faisán, pato, chachalaca, codorniz, carpa, mojarra y boa. Sus recursos naturales consisten en superficie forestal maderable que es ocupada por encino; en el caso de la no maderable, por arbustos de distintas especies. Existen yacimientos de minerales metálicos como el cobre, hierro, oro y plata.</p> <p><b>Características y Uso del Suelo.-</b> Los suelos del municipio datan de los periodos mesozoico, cretácico inferior y superior; corresponden principalmente a los del tipo de pradera y castañoíl. Su uso es primordialmente ganadero y en menor proporción agrícola y forestal.</p> <p><b>DEMOGRAFÍA:</b> En el censo de población y vivienda del 2005 el municipio registró 13 801 habitantes, mismos que representan el 0.35% de la población total del Estado y se concentra en 89 localidades. Las más pobladas son la cabecera municipal con 31.17%, Poturo con 8.53%, Palma de Huaro con 4.28%, El Timbiriche con 4.09% y El Pitiral con 3.38%. La población se concentró en un 31.17% en localidades mayores a los 2500 habitantes,</p>		

es decir en zona urbana. El municipio ha mostrado una tasa de crecimiento de la población a la baja, en el último período censal, ubicándose en -0.74 en el 1900-2005.

**EMPLEO:**

La población registrada de 12 años y más fue de 9171 en el año 2000, y económicamente activa representa el 29.79%, mientras que la inactiva el 69.68%. La población activa ocupada representó el 99.41%, de ellos el 55.56% trabaja en el sector primario, 12.11% en el secundario y el 29.90% en el terciario. De ellos el 27.03% no recibe ingresos, 20.66% recibe menos de un salario mínimo, 39.21% de 1 a 3 salarios mínimos, 6.41% recibe de 3 a 10 salarios mínimos y 0.70% recibe más de 10 salarios mínimos. El 0.59% se encuentra desocupada. En el 2005 el IMSS reportó 352 personas aseguradas.

**INFRAESTRUCTURA SOCIAL, DE COMUNICACIONES Y SERVICIOS PÚBLICOS:**

**Educación.-** Se imparten los niveles de: preescolar, primaria y secundaria. Se cuenta con CONALEP y un CECYTEM y 5 telesecundarias. La población de 15 años y más alfabeta registrada en el censo de población del 2005 fue de 77.19 % y representa el 0.28% de la población alfabeta estatal.

**Salud.-** Existe un centro de salud tipo "C" de la Secretaría de Salud y una unidad Médica Familiar del IMSS. Los principales problemas de salud son: La septicemia, desnutrición, enfermedades pulmonares y respiratorias.

**Abasto.-** Cuenta con un mercado y tiendas de abarrotes, ferreterías, papelerías y farmacias.

**Deporte.-** Existen 2 campos de fútbol, así como una de basquetbol y voleibol.

**Vivienda.-** El II Censo de Población y Vivienda establece que en el municipio cuentan con un total de 2,814 viviendas de las cuales 2,796 son particulares, la mayor parte de sus viviendas están hechas de adobe y techos de teja; en un menor número existen casas de tabique con losas de concreto, teniendo también casas hechas con muros de carrizo y lodo con techo de lámina de cartón.

**Servicios Públicos:** La cobertura en los servicios públicos según apreciación del H. Ayuntamiento es:

- Agua potable: 30%
- Drenaje: 40%
- Electrificación: 60%
- Alumbrado Público: 20%
- Recolección de Basura: 40%
- Mercado: 40%
- Rastro: 50%
- Cloración del Agua: 50%
- Seguridad Pública: 20%

**Medios de Comunicación.-** Se escuchan estaciones de radio, y hay señal de televisión de cobertura nacional y periódico estatal.

**Vías de Comunicación.-** Al municipio lo comunica la carretera pavimentada, entronca con la carretera de La Huacana a Cuatro Caminos. En cuanto a transporte cuenta con autobuses combis y taxis. En la cabecera municipal de Churumuco se cuenta con teléfono y una oficina de correos. El municipio cuenta con 76.5 kilómetros de carreteras, 46.5 pavimentadas y caminos rurales revestidos 30 Km.

**ACTIVIDAD ECONÓMICA (Principales Sectores, Productos y Servicios):**

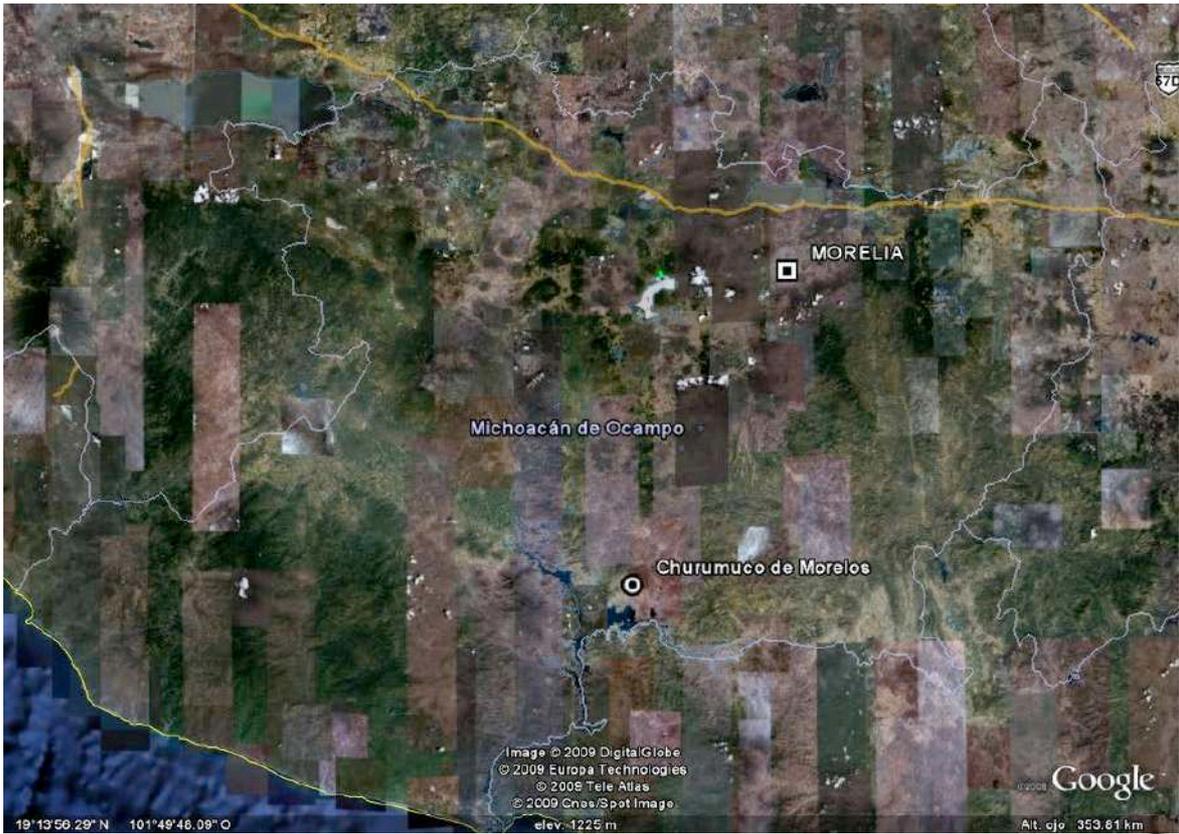
**Agricultura.-** Se cultiva el maíz, sorgo, frijol y ajonjolí y tomate rojo.

**Ganadería.-** Se cría ganado vacuno, porcino, caprino y aves.

**Turismo.-** Cuenta con el volcán del Jorullo.

**Comercio.-** Cuenta con tiendas de abarrotes, ferreterías, papelerías y tiendas misceláneas.

**Caza y pesca.-** Se pesca la mojarra, el bagre y la carpa (en la presa de Infiernillo).



**Microlocalización de Churumuco de Morelos donde se ubicaría la planta**



**Macrolocalización de Churumuco de Morelos.**

Los canales de distribución del producto serán de forma directa, de manera que se vincule a la empresa con el mercado sin intermediarios.

Las ventajas que se tendrían con este tipo de canales de distribución serían: un mayor control; así como una mayor posibilidad de promoción e información, además de una mayor posibilidad de detectar cambios en el mercado. Las desventajas serían: una mayor inversión tanto en activos fijos como en bienes de cambio, se tendría un financiamiento propio de las ventas y una menor cobertura.

## **VI.6. Comunicación**

Se realizaron varias actividades con la finalidad de promocionar y dar a conocer el producto, dentro de las cuales podemos mencionar varias degustaciones que se realizaron dentro del estado, así como muestras gastronómicas en la Feria de la Flores en el Distrito federal y en la Expo-feria Michoacán 2008.

En donde se dio a conocer al bagre armado como un excelente producto para el consumo humano. Se elaboraron folletos y publicaciones, además de difundir información a través de programas de televisión y diarios, con apoyo del Gobierno del Estado de Michoacán y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

## VII. Ingeniería del proyecto

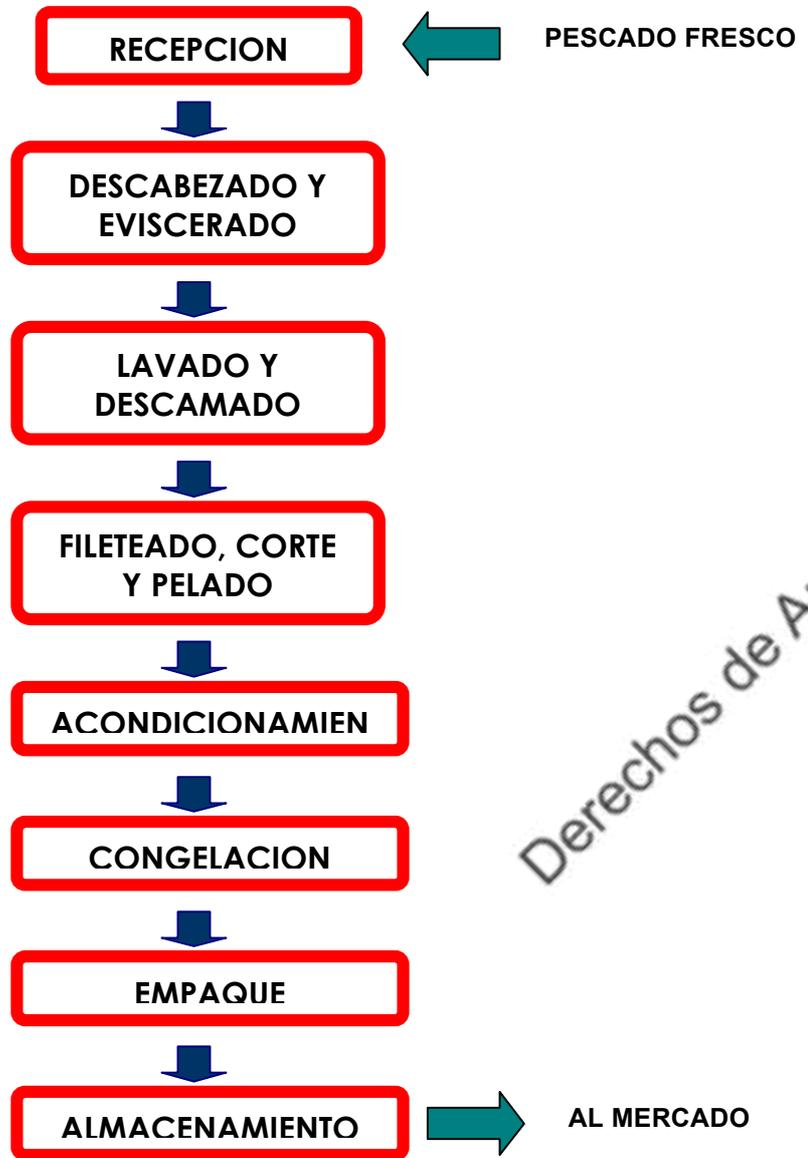


Diagrama de flujo del proceso de fileteado de pescado

## **Recepción**

La recepción de la materia prima se realiza mediante descarga en el muelle de recepción de los productos pesqueros congelados o frescos u otras materias primas.

Tras la descarga, si el producto llega fresco, se introduce la mercancía en las cámaras de almacenamiento refrigeradas o bien, si es necesario primero se pasa a una cámara fría. En función de las necesidades de producción, se pasa la materia prima a la línea de procesado tras la inspección de recepción.

Es importante que esta operación inicial se realice lo más rápidamente posible, indistintamente de si el producto es recepcionado en estado fresco o congelado, para evitar el aumento de temperatura del producto.

En el momento de la recepción se procede a la inspección y control cuantitativo y cualitativo de la materia prima entrante. Las tareas de inspección y control comprenden básicamente la verificación de la especie piscícola, el pesado de la mercancía, control de documentación y etiquetado y un muestreo al azar para realizar un primer análisis de la calidad de la materia prima.

Tras esta primera fase se procede a la preparación del producto fresco para su posterior procesado y almacenamiento en función de la tipología del producto final.

## **Descabezado y eviscerado**

Esta es la primera de una serie de operaciones que se realiza, o más bien, se puede realizar, en la línea de procesado tras la recepción y almacenamiento de la mercancía.

La realización o no de una o varias de estas tareas depende especialmente del tipo de producto final, de la disponibilidad de materia prima, entre otros.

De las tareas que dan nombre a esta operación, el eviscerado es la que con más frecuencia se efectúa fuera de las instalaciones de transformación final del pescado, especialmente en las especies de tamaño mediano o grande.

Sin embargo, en un buen número de casos, el descabezado y corte de colas forman parte de las actividades iniciales de la industria. Las especies de pequeño tamaño suelen llegar enteras a las líneas de procesado, salvo algunas excepciones en las que han sufrido previamente el corte de la cabeza y/o cola y/o la evisceración.

Todas las operaciones que se describen en este apartado pueden realizarse manual o automáticamente, dependiendo de diversas variables como el volumen de materia prima que se procesa, rendimiento, dificultad de la operación, entre otros.

El descabezado y corte de las colas se puede realizar de modo manual con cuchillos sobre las mesas de trabajo. En los procesos automatizados, las piezas de pescado alimentan la máquina descabezadora desde un depósito de suministro. Los sistemas más eficaces son los que trabajan apoyando o fijando el pescado con mordazas o correderas.

La operación finaliza con un lavado de las piezas para eliminar los restos sólidos y la sangre que puede haber quedado adherida en el abdomen del pescado.

## **Lavado**

Se puede realizar en lavadoras automáticas que aplican agua a presión sobre las piezas, con el objetivo de eliminar restos de sangre, impurezas y bacterias que pudiera contener la superficie de los peces.

Existen en el mercado varios modelos de máquinas lavadoras, siendo uno de los más frecuentes el de lavadora de tambor de eje horizontal. El elemento principal de este tipo de lavadoras es un tambor giratorio perforado, provisto interiormente de relieves que facilitan el volteo correcto del pescado para que la acción del agua pueda llegar a todas las partes de la superficie de las piezas.

El suministro de agua se realiza por una tubería que recorre el interior del tambor por su parte superior, provista de difusores que distribuyen el agua a presión de un modo uniforme sobre el producto.

La combinación de los giros del tambor junto a una ligera inclinación del mismo facilita el avance de la materia a lo largo de la máquina. Las lavadoras de tambor de eje horizontal se suelen emplear para lavar piezas de geometría redonda o similar, en factorías que precisen un flujo constante de materia prima.

Otros tipos de lavadoras prescinden del tambor giratorio como elemento de transporte de las piezas, pero mantienen el sistema de duchas de agua a presión. En este caso se sustituye el tambor inclinado por una cinta sin fin que recorre el eje horizontal de una carcasa cilíndrica fija donde se apoyan los elementos principales de la lavadora.

Debido a que no se produce el volteo de las piezas en el interior de la máquina, estas lavadoras incorporan una conducción más de agua que proyectan chorros desde la parte inferior, complementando a las duchas que proyectan el agua desde la parte superior de la carcasa.

El pelado o descamado del pescado se realiza en menor medida, dependiendo de su destino final y modo de presentación al consumidor (filetes, rodajas, entero). Puesto que el pelado o descamado manual necesita mucha mano de obra, es conveniente el empleo de sistemas mecánicos en los casos de instalaciones de tamaño mediano o grande en las que se realice esta operación.

Uno de los sistemas de descamado utilizado es el de tambor, en el que la separación de las escamas se consigue mediante fricción con las paredes rugosas del tambor giratorio. Otro tipo de sistema consiste en hacer pasar el pescado por unos cilindros rascadores estáticos o móviles.

Cuando se van a pelar los filetes no es necesario efectuar la eliminación de escamas del modo anteriormente descrito.

## **Fileteado, corte y pelado**

Al igual que las operaciones descritas hasta ahora, el fileteado puede realizarse de modo manual o automático. En cualquiera de los dos casos, esta es una operación que origina pérdidas.

Los rendimientos del fileteado están en función de varios factores; tamaño y forma del pescado, tipo de maquinaria, capacitación de la mano de obra.

En la operación de fileteado automático, el pescado alcanza la posición del operario de la máquina fileteadora por una cinta transportadora, quien va colocando las piezas en la posición apropiada a la entrada de la máquina. Dos pares de cuchillas efectúan el corte a ambos lados de la espina dorsal, de manera que separan ésta de los dos lomos en los que queda dividida la pieza después de la acción de las cuchillas.

En algunos modelos de fileteadoras, las cuchillas están acopladas a unos soportes elásticos, lo que permite guiar el corte lo más cerca posible de las espinas y de este modo conseguir unas pérdidas mínimas de músculo comestible.

Los tipos y diseños de máquinas fileteadoras son muy variados en función de la especie que se procesa. Pueden variar desde las más sencillas preparadas para filetear piezas que ya han sido evisceradas y desprovistas de cabeza, cola y aletas, hasta las más complejas diseñadas para procesar distintas especies de pescado y de tamaños diversos incluso sin ningún tipo de preparación previa.

### **Acondicionamiento**

Si las piezas de pescado han sido procesadas según las operaciones descritas anteriormente, es decir evisceradas, despedazadas y fileteadas, suele ser necesaria en esta fase una etapa de acondicionamiento para dejar el producto en las condiciones óptimas de presentación al consumidor.

Normalmente, tras abandonar el área de fileteado y pelado, los filetes son sometidos a una operación, generalmente manual, de eliminación de partes de color distinto, restos de membranas, tejidos grasos, partes con formas irregulares.

Otra operación de acondicionamiento es la eliminación de espinas que han podido escapar a las máquinas u operarios encargados del fileteado. Generalmente es una operación manual, aunque también puede realizarse mecánicamente.

Para los pescados que tienen espinas perpendiculares a la espina dorsal se ha diseñado un tipo de máquina extractora de espinas que realiza esta operación haciendo pasar los lomos o filetes por un sistema de rodillos que provocan la salida parcial de las espinas embebidas en el músculo. Unas placas convenientemente ubicadas facilitan la salida de las espinas y una inyección continua de agua a presión finalizan la extracción de espinas.

A la salida de las piezas de esta máquina suele ser habitual otra inspección para extraer manualmente con la ayuda de tenazas de acero inoxidable las últimas espinas que hayan resistido la acción anterior.

### **Congelación**

El objetivo de la congelación es disminuir la temperatura del producto al objeto de preservar las características organolépticas e higiénicas y evitar su deterioro.

Existen básicamente tres métodos para congelar los productos pesqueros:

- Congelación por aire forzado,
- Congelación por placas o contacto,

- Congelación por inmersión o pulverización.

En la congelación por aire forzado una corriente continua de aire frío circula sobre el producto, transfiriéndose la energía por convección. Suelen ser congeladores bastante versátiles, sirviendo para congelar piezas enteras de distintas formas y tamaños, depositados en bandejas sobre carros o colgados, circulando sobre cintas transportadoras por separado o formando bloques, para piezas envasadas o para peces de gran tamaño sin envasar, trabajando por lotes sucesivos o en continuo.

El aire se impulsa mediante ventiladores a una velocidad que puede oscilar entre 5-20 m/s en un circuito cerrado a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta  $-40^{\circ}\text{C}$ , con lo que la acción congelante suele ser bastante rápida.

Los dos tipos principales de congeladores por aire forzado se pueden clasificar en túneles de congelación por cargas y en túneles continuos de congelación.

En el primero de los casos la operación es discontinua. Los productos se cargan en bandejas y se introducen en el congelador de aire forzado. Cuando la operación ha terminado, se vacía el túnel y se carga de nuevo otro lote.

Los túneles continuos se caracterizan por ingresar el producto por un lado y sacarlos congelados por otro. El producto circula por el interior del túnel sobre cintas transportadoras y se van encontrando, generalmente en contracorriente, con el aire frío impulsado desde los ventiladores.

Las dos variantes más frecuentes de los túneles continuos de congelación por aire forzado son los de geometría en espiral y los horizontales.

La congelación por placas o contacto se basa en el contacto directo del producto con placas metálicas huecas por las que circula un fluido refrigerante a baja temperatura. No son tan versátiles como los anteriores, suelen emplearse para congelar los productos en bloques o filetes envasados para consumo. La transferencia de calor tiene lugar a través de las superficies superior e inferior de las placas, y la congelación por contacto directo entre el producto y las placas frías. Para mejorar el proceso de congelación, se aprietan las placas mediante un sistema hidráulico cuando están cargadas para aprovechar mejor toda la superficie de transferencia de las placas y eliminar los huecos de aire entre las piezas para permitir una mejor transmisión del frío.

El contacto entre las placas y el producto y la elevada tasa de transferencia de calor por conducción hace que la congelación ocurra de un modo muy rápido y con pérdidas mínimas de agua en el producto.

Los tipos básicos de congeladores de placas se pueden clasificar en congeladores de placas horizontales y congeladores de placas verticales, estos últimos más utilizados en los buques de pesca. Los congeladores de placas se pueden automatizar con sistemas de alimentación y descarga, entre otras funciones, para trabajar en continuo.

La congelación por pulverización o por inmersión se caracteriza por existir contacto directo entre el fluido refrigerante y el producto a congelar. La transferencia de calor suele ser bastante buena ya que se produce un contacto íntimo entre la superficie del pescado y el medio refrigerante.

El método de congelación por inmersión más común ha sido el que utiliza una salmuera de cloruro sódico. Sin embargo este método está en clara recesión a favor de los métodos de congelación por aire forzado o por pulverización, más rápidos y eficaces.

La congelación por pulverización o aspersion también se conocen con el nombre de congelación criogénica. En los congeladores criogénicos se expone el producto al contacto con el refrigerante con un punto de ebullición muy bajo, por tanto a una temperatura muy fría. El producto puede estar envasado en películas muy delgadas o sin envasar. Con la pulverización de Nitrógeno líquido o de CO<sub>2</sub> en el interior de los túneles se consigue reducir el tiempo de congelación sustancialmente.

Al igual que los dos métodos anteriores de congelación, los diseños de estos sistemas admiten múltiples posibilidades en función de la capacidad de la instalación, del producto a congelar, del coste del sistema, etc. No obstante se pueden clasificar a *grosso modo* en congeladores discontinuos o por cargas, tipo armario, en el que los productos a congelar se disponen en bandejas o parrillas apoyadas sobre carros, y en congeladores continuos, tipo túnel, en el que el producto circula sobre el dispositivo de transporte continuamente mientras se rocía sobre ellos el fluido refrigerante, es decir nitrógeno líquido o anhídrido carbónico.

### **Empaque**

Existen varias posibilidades de empaque/embalado que van a estar determinadas por diversos factores como la durabilidad o vida útil del producto, el modo de presentación requerido por el cliente, el valor añadido del artículo o las operaciones de transformación que ha sufrido el producto hasta su llegada a la línea de empaque/embalado, por citar algunos ejemplos.

### **Almacenamiento a temperatura controlada**

Cuando ha finalizado el procesado de los productos pesqueros, dando como resultado alguna de las modalidades de producto definidas al comienzo de este capítulo, como son el producto fresco, congelado, preparado o transformado, hay que conservarlo a bajas temperaturas hasta el momento de su expedición hasta los puntos de venta.

El almacenamiento se realiza bien en cámaras de refrigeración o bien en cámaras de congelación, dependiendo del estado de conservación del producto y del tiempo que va a transcurrir hasta su venta y consumo.

La temperatura en los almacenes es la necesaria para mantener los productos entre 0°C y 4°C en el caso de los productos refrigerados y a -18°C para los productos congelados.

## VIII.- Análisis financieros

## Costos de inversión

CONSTRUCCIÓN			
COMPONENTES	COSTO UNITARIO	UNIDADES	IMPORTE
Terreno	300,000.00	1.00	300,000.00
Construcción	2,000,000.00	1.00	2,000,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>2,300,000.00</b>

## Costos de equipo y depreciación

TABLA DE DEPRECIACIONES EQUIPO					
Componentes del sistema	Tiempo de vida del equipo	Costo unitario	Unidades	Importe	Depreciación
Maquina de alto vacío	10	1,250.00	4	5,000.00	500.00
Cámara fría	20	289,072.39	1	289,072.39	14,453.62
Computadoras	8	4,000.00	3	12,000.00	1,500.00
Impresoras	10	1,500.00	2	3,000.00	300.00
Cámara de refrigeración	20	224,169.50	1	224,169.50	11,208.48
Mobiliario	20	4,600.00	10	46,000.00	2,300.00
Miscelánea	1	4,500.00	1	4,000.00	4,000.00
Transformador	30	150,000.00	1	150,000.00	5,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>733,241.89</b>	<b>38,762.09</b>

## Costos fijos y variables durante la operación manual

<b>INSUMOS</b>	
<b>COSTO DE ENERGÍA</b>	
Considerando un transformador propio	
Energía/mes	9,000.00
Energía/año	108,000.00
<b>Gasto de energía</b>	<b>108,000.00</b>
<b>COSTO DE AGUA</b>	
Costo de agua/mes	1,041.66
Costo de agua/año	12,500.00
<b>Gasto de agua</b>	<b>12,500.00</b>
<b>COSTO DE PEZ</b>	
El costo del kilo de tilapia en la presa es de 4/kg se considera que el costo de pez armado será de 6/kg	
Costo de pez/mes	100,000.00
Costo de pez/año	1,200,000.00
<b>Costo de pez</b>	<b>1,200,000.00</b>
<b>COSTO DE TRABAJO</b>	
Gerente de producción/mes	12,000.00
1 secretaria	6,000.00
1 técnico en contabilidad	6,000.00
1 velador/mes	4,000.00
Costo de trabajo/mes	28,000.00
Costo de trabajo/año	336,000.00
<b>Costo de trabajo</b>	<b>336,000.00</b>
<b>COSTO DE TRABAJO FILETEADO</b>	
El costo de trabajo por kilo de filete de tilapia es de 3/kg Se considera que el costo de trabajo por kg de pez armado será de 8/kg se necesitan 22 personas para producir 833 kg/día cada persona filetea 40 kg/día	
costo de fileteado/mes	140,800.00
costo de fileteado/año	1,689,600.00
<b>Costo de trabajo</b>	<b>1,689,600.00</b>

## Análisis económico producción de filete de pez diablo o armado, 200 toneladas por año

---

### COSTOS DE INVERSIÓN

Compra de terreno	300,000.00
Compra de equipo	733,241.89
Construcción	2,000,000.00
Asesoría construcción y operación	412,000.00
<b>Total costos de inversión</b>	<b>3,445,241.89</b>

### COSTOS DE OPERACIÓN

#### Costos variables

Agua	12,500.00
Impuestos	16,000.00
Electricidad	108,000.00
Aditivos filete	24,000.00
Seguro médico	150,000.00
Trabajo	336,000.00
Trabajo fileteo	1,689,600.00
Compra de pez armado	1,200,000.00
<b>Total costos variables</b>	<b>3,536,100.00</b>

#### Costos fijos

Reparación y mantenimiento	172,262.09
Otros costos	15,000.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>187,262.09</b>

**Costos totales** 3,723,362.09

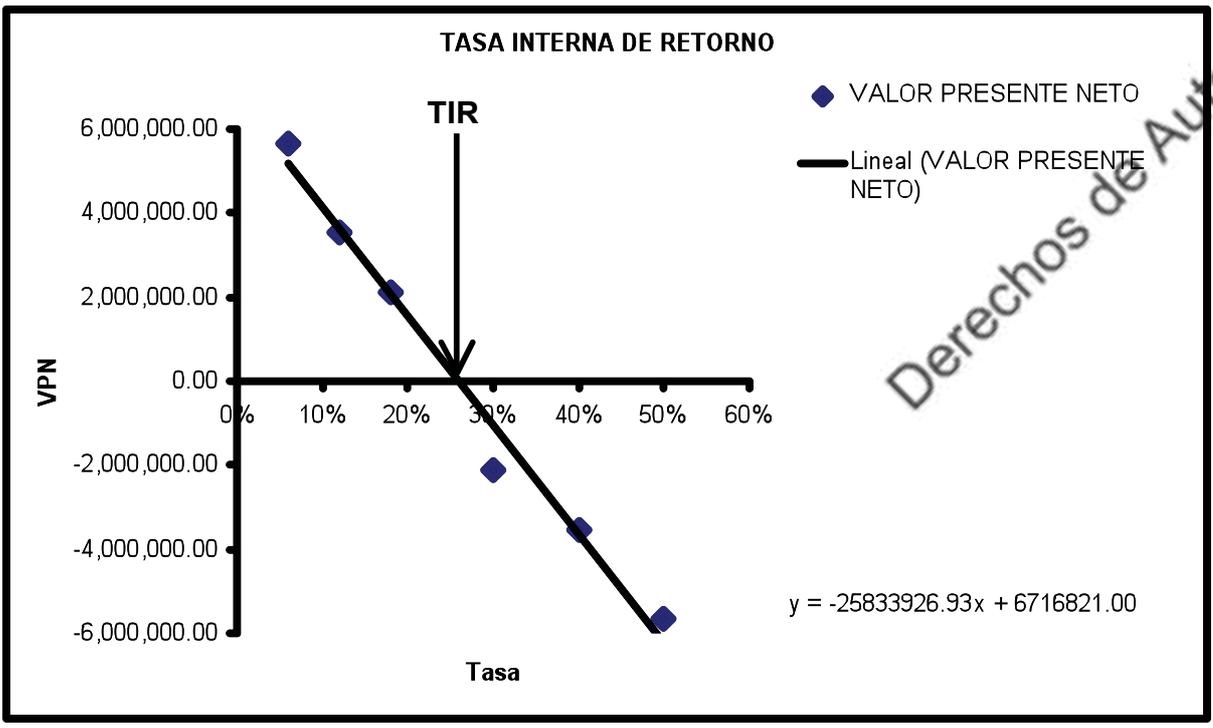
<b>Ingresos brutos</b>	<b>1,276,637.91</b>
<b>Depreciación</b>	<b>38,762.09</b>
<b>Ingresos netos</b>	<b>1,237,875.82</b>
<b>Ingresos por ventas</b>	<b>5,000,000.00</b>
<b>Costo de producción</b>	<b>18.62/kg</b>
<b>Costo de comercialización</b>	<b>25.00/kg</b>

---

**Aproximación al pago de la inversión (tasa 12%)**

Año	Inversión	Costos de operación	Ingresos	Flujo de efectivo neto	Flujo de efectivo Acumulado
0	-3,445,241.89			-3,445,241.89	-3,445,241.89
1		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	-2,207,366.07
2		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	-969,490.25
3		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	268,385.57
4		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	1,506,261.39
5		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	2,744,137.21
6		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	3,982,013.03
7		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	5,219,888.85
8		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	6,457,764.67
9		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	7,695,640.49
10		-3,723,362.09	5,000,000.00	1,237,875.82	8,933,516.31

**Tasa interna de retorno (TIR) y valor presente neto (VPN)**



**VPN= 3,549,032.57**

**TIR= 28**

## **IX.- Conclusiones.**

El proyecto de una planta fileteadora de pez armado en Churumuco Michoacán, es altamente rentable, lo cual evidencia el Valor Presente Neto al generar \$3,549,032.57 y la Tasa Interna de Rendimiento del 28%.

Los costos de inversión y operación durante los 2 primeros años para los proyectos de filete son por más de 6 millones de pesos, sin embargo el pago a la inversión es casi inmediato y se empieza a generar altos beneficios alrededor del tercer año de iniciado el proyecto.

El proyecto se debe de llevar a cabo para beneficiar y apoyar económicamente y socialmente a las comunidades que habitan en las cercanías de la presa el Infiernillo.

Para producir 200 toneladas de filete anuales, se requiere comprar 340 toneladas de pescado entero (considerando que el filete representa el 30% del pez) lo que beneficiara directamente a los pescadores de la presa del Infiernillo.

La captura pesquera de México se ubica dentro de las veinte más importantes del mundo (Semarnap, 2005). Estas generan grandes cantidades de pérdidas post-cosecha de pescado que ascienden al 10% de la captura total de pescado. Además, existen otras pérdidas por el manipuleo, almacenamiento, distribución, procesamiento y comercialización. El aprovechamiento de esos desperdicios sería la base de una industria de gran importancia, desde el punto de vista económico, social, ecológico.

La pesquería de agua dulce mas importante de México y del Estado de Michoacán ha sido la de de la tilapia, sobresaliendo la producción del embalse del Infiernillo.

# PLAN DE NEGOCIO PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PIEL DE TILAPIA

## I. Producción de pieles en México.

La tradición artesanal en la elaboración de productos de piel, junto con la disponibilidad de materias primas y mano de obra, han favorecido el desarrollo de la industria de la curtiduría en nuestro país. Actualmente, México se encuentra ubicado entre los diez mayores productores de pieles a nivel internacional, pues genera aproximadamente el 4% de la producción mundial.

La mayor parte de las curtidurías se encuentran localizadas en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y en los estados de Nuevo León, Jalisco y Guanajuato. El 80% de la producción de piel terminada se lleva a cabo en tenerías integradas, es decir, en aquellas que realizan el proceso completo. El número de tenerías registradas a nivel nacional es de 1000 aproximadamente, con un alto grado de fragmentación, ya que la mayoría tiene una producción menor de 100 cueros diarios y son administradas familiarmente.

El estado de Guanajuato es el mayor productor a nivel nacional ya que genera alrededor del 65% del curtido y acabado de cuero. En la ciudad de León existen más de 500 tenerías y constituye la principal actividad económica.

A comparación de la creciente industria de procesamiento de piel de animales terrestres en nuestro país, el uso y procesamiento de pieles de pescado es casi nulo.

La captura pesquera de México se ubica dentro de las veinte más importantes del mundo (Semarnap, 2005). Estas generan grandes cantidades de pérdidas post-cosecha de pescado que ascienden al 10% de la captura total de pescado. Además, existen otras pérdidas por el manipuleo, almacenamiento, distribución, procesamiento y comercialización. El aprovechamiento de esos desperdicios sería la base de una industria de gran importancia, desde el punto de vista económico, social, ecológico.

La pesquería de agua dulce más importante de México y del Estado de Michoacán ha sido la de la tilapia, sobresaliendo la producción del embalse del Infiernillo.

Fue a mediados de los ochenta cuando este embalse alcanza los máximos históricos de producción, sin embargo durante los últimos 15 años, la producción pesquera del Infiernillo ha disminuido drásticamente debido a diversos problemas, de los cuales podemos mencionar: la pérdida calidad genética de la especie, sobreexplotación, malas prácticas de pesca y ausencia de mecanismos eficientes que regulen las actividades pesqueras.

A este problema se le suma la aparición del bagre armado que ha desplazado la pesquería de tilapia en la Presa de Infiernillo, según los últimos reportes la pesquería del pez armado representa actualmente alrededor del 70% de la pesquería del embalse (8,000 toneladas anuales).

De tal manera, debido a la disminución de la producción de tilapia y a la proliferación del bagre armado en el embalse, se están generando una serie de problemas sociales,

económicos, así como ambientales en la región, que ha favorecido la migración de los pescadores a Estados Unidos de América.

Por tal motivo es necesario ofrecer a los productores pesqueros del embalse del Infiernillo, alternativas socio productivas y con ventajas comparativas para la recuperación productiva y el desarrollo de las entidades que dependen de las actividades pesqueras del embalse.

Una alternativa socio-productiva sería el aprovechamiento de las pieles de tilapia que se desechan en el proceso del fileteado en la región, coadyuvando al mismo tiempo en el efecto adverso en la mejora de la captura de la tilapia.

En otros países, especialmente del hemisferio norte, el curtido y la manufactura de artículos con pieles de pescado constituye desde hace muchos años una fuente de ingresos adicional para artesanos curtidores, pequeños industriales del cuero, pescadores y acuicultores.

A este grupo también se están integrando artesanos de Argentina, Brasil, Uruguay y otros países de Sudamérica. Las pieles curtidas de pescado pueden usarse con fines utilitarios: aplicaciones a vestuario, manufactura de sandalias, correas, carteras estuches, trajes de baño, y otros usos, incluyendo con fines artísticos.

Con los desechos de las plantas fileteadoras se tiene la materia prima necesaria para generar pequeñas empresas de curtido de piel de tilapia. Existen 31 fileteras identificadas en el embalse, generando una gran cantidad de desechos. En cuanto al manejo de los desechos del pescado de las fileteras, el desperdicio está formado de cabeza, esqueleto, piel y hueso. De las 31 fileteras identificadas, 25% tiran su desecho en un basurero oficial (el de Churumuco), 48% lo hace en diversos lugares en forma clandestina, el resto lo hace en su propiedad (3 casos). En 87% de los casos este desperdicio no se emplea para nada, en 12% de los casos (4) se emplea como alimento de ganado.

Por tanto una planta de curtido de piel de tilapia sería factible y rentable, resolviendo un problema ecológico al utilizar un desecho que no tienen ningún uso en el embalse y estableciendo un sistema de recolección con un precio por kilogramo de piel bien cortada y limpia.

Con esto se beneficiarían directa e indirectamente las comunidades que se encuentran enclavadas en los alrededores del embalse.

## **II.- Resumen Ejecutivo.**

A mediano plazo se pretende obtener pieles de pescado de óptima calidad y una estructura de costos que permita alcanzar mercados nacionales, de esta forma darle un valor agregado al pez armado como producto.

## II.1.- Técnico.

El proyecto se desarrollará en una ciudad en la ciudad de Churumuco de Morelos, donde se contara con un terreno de 1 Ha de extensión, se contara con una pequeña planta de tratamiento. Se producirán aproximadamente 60 ton/año, lo que representa 4,320 m<sup>2</sup> de piel, en una planta de 600 m<sup>2</sup>.

La planta contara con área administrativa, de vestidores, control, recepción, congelado, proceso de curtido, lavado, limpieza, confección, acabado; así como una de bodega y reactivos.

Se considerara comprar las tilapias directamente a los pescadores de la región (se tienen contactos de cooperativas y asociaciones de pescadores de la zona), se tomaron en cuenta todas las variables de producción como, gasto de energía, agua, insumos para la producción de los ensilado, entre otros.

Como variables de salida se consideraron los siguientes indicadores económicos financieros: valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR). Se asumió una tasa de 12% como mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

## II.2.- Financiero.

En términos generales el proyecto requiere de una inversión total de \$3,176,038.89 pesos de inversión fija y \$ 1,916,320.00 pesos para capital de trabajo anual. Al finalizar el primer año se tendrán ingresos netos por \$2,267,263.41, recibándose mensualmente \$188,938.61 pesos.

El proyecto presenta una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 26%, con un Valor Presente Neto (VPN) de \$4,267,049.33 pesos, en el décimo año de operación. Demostrando con esto ser económicamente viable.

## III.- Objetivos y metas.

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de una planta de curtido de piel de tilapia a pequeña escala, a partir de la pesca y fileteado de esta especie, con la finalidad de beneficiar a las comunidades en los alrededores de la presa del Infiernillo. Dándole un uso a un subproducto que no lo tiene, creando así los escenarios necesarios para introducir la piel de tilapia como un producto de alto valor comercial, además de generar una cadena de subproductos derivados del curtido de piel de tilapia.

Las metas del proyecto serian las siguientes:

Producir aproximadamente 60 toneladas de piel de pescado (4,320 m<sup>2</sup>) por año.

Beneficiar directamente a los 2200 pescadores activos de cuatro municipios del embalse del Infiernillo de muy alta marginación, los cuales explotan el embalse, puesto

que les permitirá mejorar sus ingresos y sobre todo aprovechar al máximo los recursos existentes en el sistema.

Resolver un problema ambiental al utilizar un recurso no aprovechable en el embalse el cual se tira y contamina las orillas del mismo.

#### IV.- Análisis estratégico

---

#### ANÁLISIS ESTRATÉGICO DE ORGANIZACIÓN

---

##### FORTALEZAS

- ✓ Utilizar un desecho de la industria del fileteo de tilapia que no tiene ningún uso actual.
- ✓ Cercanía al principal mercado de los productos marroquinos
- ✓ Infraestructura industrial
- ✓ Excelente calidad del producto que lo hará competitivo en el mercado
- ✓ Red de tratado de libre comercio
- ✓ Potencial exportador
- ✓ Abasto del mercado interno 90%

##### DEBILIDADES

- ✓ Producto nuevo en el mercado
- ✓ Inexperiencia en el proceso de comercialización del producto
- ✓ Falta de capital para el desarrollo del proyecto
- ✓ Competencia con un producto consolidado en el mercado
- ✓ Cadena productiva desarticulada
- ✓ Desvinculación entre producción y comercialización
- ✓ Falta de capacitación e innovación

##### OPORTUNIDADES

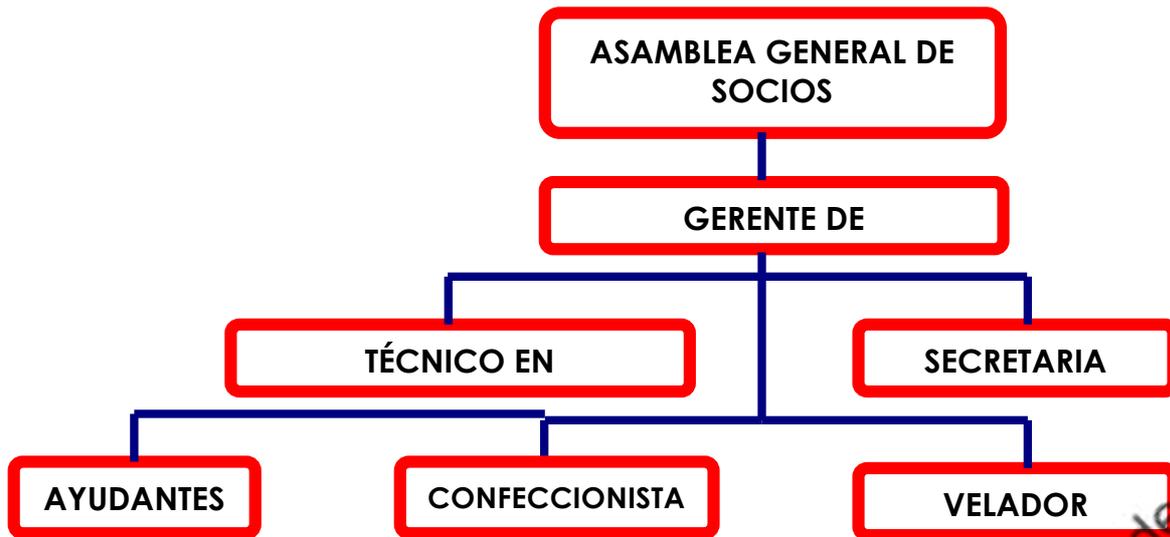
- ✓ Oportunidad para abrir el mercado del producto
- ✓ Poca inversión en comparación con otros proyectos productivos
- ✓ Entorno legal favorable para la inversión y desarrollo de empresas productivas
- ✓ Otorgamiento de apoyos institucionales
- ✓ Acceso a tecnologías altamente productivas
- ✓ Acceso a vías de comunicación importantes en el estado

##### AMENAZAS

- ✓ Falta de certidumbre en la economía Nacional
  - ✓ Competencia con productos similares consolidados en el mercado
  - ✓ Tamaño de la piel de la tilapia en comparación con la piel de organismos terrestres
  - ✓ Tamaño de la piel obtenida por pesquería comparada con la piel obtenida por acuicultura
-

**V.- Aspectos organizativos.**

La empresa estará organizada de la siguiente manera:



El perfil de los puestos será el siguiente:

PERFIL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES
Asamblea general de socios	Aprobar acuerdos en base al los intereses del grupo, evaluar y supervisar la funciones organizativas y administrativas, distribuir las ganancias
Gerente de producción	Coordinar, revisar el control de calidad del producto
Ayudantes	Realización del proceso del curtido de piel
Confeccionistas	Realización del proceso presentación final del producto
Secretaria	Llevar el control de producción, adquisición y ventas
Técnico en contabilidad	Responsabilizarse de la contabilidad y aspectos legales
Velador	Cuidar el inmueble

## VI.- Análisis de mercados.

México es considerado como productor de materia prima para industrias como la peletera y del calzado; además de ser un país maquilador ya que exporta grandes cantidades de pieles exóticas, frescas y saladas; exporta también productos como botas, cinturones y carteras, además de un alto porcentaje de pieles curtidas y terminadas.

La característica de este sector, tanto a nivel mundial como nacional, es que un alto porcentaje de la producción de cueros y pieles se dirige a la fabricación de calzado.

Este hecho ha determinado en gran parte la estructura de mercado del sector a nivel internacional, ya que los países productores de calzado son los compradores más importantes de cuero y pieles.

La producción mundial de calzado se estima en 10 mil millones de pares anuales; en el año 2000, México participó con alrededor del 1.9% de la producción mundial, aproximadamente 190 millones de pares. El principal productor de calzado es China, con una producción de 5,500 millones de pares anuales, seguido de India con 682 millones de pares.

La industria del calzado se caracteriza por estar altamente globalizada y muy sensible a los cambios en la competitividad internacional y a las estrategias de las compañías líderes en el mundo. El ciclo de valor de la industria está interconectado a escala mundial mediante alianzas estratégicas entre empresas, segmentos de producción, regiones productoras y países.

La ventaja competitiva está asociada a la eficiencia operativa y a la integración de la cadena de valor cuero-calzado que consiste en: desarrollo y diseño de productos, abastecimiento de materias primas, tecnología-manufactura, distribución logística, comercialización y venta.

Países como China, India, Taiwán, Corea del Sur, Indonesia, Vietnam y Tailandia están presentes en la competencia mundial con mucho éxito, fundamentalmente por su disponibilidad de mano de obra, aunada a la utilización de tecnología moderna. Actualmente tienen conquistados los mercados que eran dominio de los países industrializados y éstos han adoptado la estrategia de colocarse en el eslabón final de la cadena de valor y controlan la comercialización, dejando a un lado la manufactura.

La búsqueda constante de calidad, la creatividad en los diseños y las buenas materias primas han facilitado que países como Italia, España, Portugal, China, India, Brasil, Italia, Tailandia, Indonesia, Turquía, Vietnam y México tengan una posición dominante en el contexto internacional.

El sector calzado trabaja en la mejora de sus procesos para incrementar la competitividad del sector, lo que permitiría a México subir en el ranking mundial y aprovechar la apertura de nuevos mercados y la consolidación en los que ya tenemos presencia. Lo anterior podrá ser una realidad mediante la innovación, la moda, nuevas tecnologías, profesionalización de las empresas, creación de imagen de marca y un mayor enfoque hacia el cliente.

Los principales países importadores de calzado son Estados Unidos, Japón, Alemania, Francia, Italia, Reino Unido, Holanda, Canadá, Suiza y Chile. En el mercado de insumos destaca China, Corea del Sur, Rumania, Albania, Hungría y Vietnam.

La industria del calzado es una importante fuente generadora de empleo (aproximadamente 100 mil empleos directos y 500 mil en toda la cadena), se localiza fundamentalmente en tres regiones: Guanajuato (41.8%), Jalisco (13.6%); Estado de México-Distrito Federal (10.5%) y el resto del país (16.1%), en los siguientes estados: Nuevo León, Michoacán, Yucatán, Chihuahua y Veracruz.

El mercado interno está dominado por las empresas nacionales; el porcentaje de la producción total que se destinó en el 2002 al mercado interno fue de 91.2%, en promedio. Sin embargo, la importación de calzado aumenta año con año con una tasa de crecimiento en promedio del 16.1 % anual.

El consumo anual de calzado por individuo actualmente es de 1.8 pares, con un potencial e crecimiento a 3 pares por persona.

El origen de la inversión extranjera directa en la industria del cuero y calzado arroja un total de 117 empresas establecidas principalmente en Guanajuato, Distrito Federal, Estado de México y Jalisco. Los países de donde proviene dicha inversión son Estados Unidos, Corea del Sur, Italia, España, Reino Unido, Taiwán, Uruguay y Francia.

Los canales de comercialización del calzado en el mercado interno, están dominados en su mayoría por la relación fabricante - cadenas de tiendas de calzado; le siguen los autoservicios y los mayoristas (bodegas de descuento). En los últimos años los fabricantes están incursionando en la apertura de tiendas propias, con la finalidad de mantener su rentabilidad, a través de la venta directa al consumidor.

Derechos de Autor

## COMERCIO EXTERIOR DEL SECTOR CUERO Y CALZADO

### Exportaciones mexicanas (Millones de USD)

<b>AÑO</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
CALZADO	426.4	405.0	357.0	329.0	318.8
MARROQUINERIA	317.9	381.7	225.0	185.0	196.3
PIELES Y CUEROS	236.5	279.0	255.0	220.0	241.9

## México: Exportaciones de calzado por país 2003 (Millones de USD)

EU	296,5
PUERTO RICO	4,3
CANADA	3,0
GUATEMALA	2,2
DOMINICANA	2,1
ITALIA	1,6
CUBA	1,3
ALEMANIA	1,2
PANAMA	1,1
COSTA RICA	0,9

## México: Importaciones de calzado por país en 2003 (Millones de USD)

Brasil.	69,4
Vietnam.	61,2
España.	46,7
EU	45,4
China.	39,2
Italia.	29,5
Indonesia.	25,6
Taiwán.	20,4
Malasia.	17,8

### **VI.1. Perfil del mercado.**

El mercado del producto estará enfocado en el corto plazo para satisfacer a las demandas a nivel estatal y nacional, este producto no se ha comercializado, por lo tanto este proyecto sentará las bases para el desarrollo del segmento del mercado y las cadenas productivas del mismo.

### **VI.2. Competencia**

El producto no tendrá competidores ya que ocupara un nicho en el que no existe ningún producto, además existe una gran demanda de pieles de pescado pero no hay una oferta estable y constante que satisfaga la creciente demanda por las pieles de pescado en México y en el mundo.

El atractivo del producto radica en los diseños de la textura de la piel determinados por las escamas, que le dan sus características especiales y únicas.

### **VI.3. Plan de marketing.**

Como se comento anteriormente el segmento del mercado en principio estará enfocado al mercado estatal y nacional, se pretende ir cimentando una estructura de costos que permita alcanzar mejores mercados y darle un valor agregado al producto.

### **VI.4.- Producto.**

La piel de todos los peces, al igual que los vertebrados, esta compuesta también por dos capas importantes: la epidermis y la dermis o corium. La epidermis derivada del ectodermo embrionario y esta compuesta, al igual que los mamíferos por un epitelio pluriestratificado.

El número de estratos celulares no varía tan solo de una especie a otra, sino que también en diferentes regiones del pez. Las células epiteliales están estrechamente unidas entre sí por un segmento viscoso intercelular o matriz. El estrato más interno del epitelio se denomina estrato germinativo, el cual regenera rápidamente supliendo a las células de la superficie epitelial que poseen una corta vida.

La epidermis descansa sobre la dermis, nutriéndola ya que esta región posee vasos sanguíneos donde las sustancias alcanzan a las células epiteliales por difusión a través del segmento. Los vertebrados terrestres poseen un estrato corneo en la dermis, formada como bien es sabido por la queratina. En los peces en cambio, no ocurre tal cornificación.

La dermis se origina del esodermo embrionario y esta compuesta por tejido conjuntivo fibroelástico relativamente pobre en células. En los peces en general, la dermis consiste

en una relativamente delgada capa superior de tejido difuso, zona denominada estrato compacto. Esta zona es rica en fibras de colágeno las cuales están dispuestas en forma paralela a la flor y entrecruzadas entre sí en láminas, no formando redes entrecruzadas como en el caso de los mamíferos. Finalmente se encuentra el tejido subcutáneo o hipodermis, caracterizado por poseer tejido conjuntivo desorganizado, adipocitos y sostiene a la dermis a través de musculatura.

Los estratos celulares de la epidermis contienen células mucosas que producen mucina, la cual es una glicoproteína que forma el moco, una delgada secreción lubricante. Las células mucosas derivan de la membrana basal de la epidermis y cuando alcanzan la superficie forman un lumen a través del cual se libera su contenido. Las células mucosas difieren en número y tamaño dependiendo de la especie. La función del mucus es comparable a la queratina de mamíferos. En primer lugar reducen la fricción del pez con el agua permitiéndole alcanzar mayores velocidades con un gasto menor de energía, por otro lado, protege a la piel de colonizaciones de parásitos y hongos. Es bien sabido que si remueve una sección de esta capa mucosa el pez puede morir por una infección de hongos o bacterias o por alguna interferencia que impida el proceso normal de osmosis entre la piel y el medio. Una vez muerto el animal, el mucus deja de ser efectivo ya que, después de un cierto tiempo, se coloniza por bacterias que usan el nitrógeno del mucus como nutriente produciendo la destrucción de la epidermis.

Una característica importante la piel de los peces es su pigmentación que se debe a un tipo de células llamadas cromatóforos. Son células modificadas de la dermis aunque también en algunos casos como el congrio se encuentra en la dermis. Estas células contienen pigmentos y de varios tipos que son distinguidos por su color y naturaleza, pueden ser negros melanóforos, amarillos xantóforos, rojos o naranjas eritróforos o blancos guanóforos.

#### **VI.4. Precio.**

El precio ya se encuentra establecido en el mercado y varía entre los \$ 7.00 y los 10.00 pesos por decímetro cuadrado.

#### **VI.5. Ubicación de la planta de producción y distribución.**

El propósito fundamental de esta variable de marketing es poner el producto o servicio lo más cerca posible del cliente; así como tener lo más cercanos posible los insumos necesarios para la producción, por lo cual la ciudad propuesta para la ubicación de la planta es Churumuco de Morelos. Además, en esta ciudad es donde se localizan la mayoría de fileteadoras de la zona, estableciéndose allí el área principal del mercado.

El número de habitantes aproximados de Churumuco de Morelos es de 41,149. Tiene una distancia aproximada a la capital del Estado de 165 Km y a la presa de El Infiernillo de 24 Km.

Esta ciudad esta comunicada con la autopista Lázaro Cárdenas-Uruapan y con las carreteras Nueva Italia-Arteaga, Nueva Italia-Antúnez y La Huacana-Antúnez.

En el siguiente cuadro se resume la información del municipio y a continuación se muestra su localización con respecto a la ciudad de Morelia, capital del Estado de Michoacán:

MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN	
<p><b>CHURUMUCO DE MORELOS</b></p> <p><b>EXTENSIÓN (KM2):</b> Su superficie es de 1,119.44 km<sup>2</sup> y representa el 1.90 por ciento del Estado.</p>	<p>Se localiza al sur del Estado en las coordenadas 18°40' de latitud norte y 101°39' de longitud oeste, a una altura de 200 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con La Huacana, al noroeste con Turicato, al sur con el Estado de Guerrero, al suroeste con Huetamo y al oeste con Arteaga. Su distancia a la capital del Estado es de 235 km.</p>	
<p><b>OROGRAFÍA:</b> Su relieve lo constituyen las estribaciones meridionales del sistema volcánico transversal, la depresión del Balsas y la sierra de Churumuco; los cerros: Cochitiro, Tzicúindio, Cúripan, Piedras Blancas y el Pelón.</p> <p><b>HIDROGRAFÍA:</b> Su hidrografía se constituye por los ríos: Balsas, Poturo, Palma, Huaro, Salitre, Angamio y la presa de Infiernillo.</p> <p><b>CLIMA:</b> Su clima es tropical y seco estepario, con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 639.0 milímetros y temperaturas que oscilan de 22.9 a 36.1 grados centígrados.</p> <p><b>RECURSOS NATURALES Y ECOSISTEMAS:</b> En el municipio dominan los bosques: tropical deceduo, con parota, cuéramo, ceiba, huisache y tepemezquite; el tropical espinoso, con huisache, teteche, cardón, amole y viejito. Su fauna la conforman principalmente zorrillo, cacomixtle, coyote, ocelote, zorro, armadillo, cerceta, tórtola, faisán, pato, chachalaca, codorniz, carpa, mojarra y boa. Sus recursos naturales consisten en superficie forestal maderable que es ocupada por encino; en el caso de la no maderable, por arbustos de distintas especies. Existen yacimientos de minerales metálicos como el cobre, hierro, oro y plata.</p> <p><b>Características y Uso del Suelo.-</b> Los suelos del municipio datan de los periodos mesozoico, cretácico inferior y superior; corresponden principalmente a los del tipo de pradera y castaño. Su uso es primordialmente ganadero y en menor proporción agrícola y forestal.</p> <p><b>DEMOGRAFÍA:</b> En el censo de población y vivienda del 2005 el municipio registró 13 801 habitantes, mismos que representan el 0.35% de la población total del Estado y se concentra en 89 localidades. Las más pobladas son la cabecera municipal con 31.17%, Poturo con 8.53%, Palma de Huaro con 4.28%, El Timbiriche con 4.09% y El Pitiral con 3.38%. La población se concentró en un 31.17% en localidades mayores a los 2500 habitantes, es decir en zona urbana. El municipio ha mostrado una tasa de crecimiento de la población a la baja, en el último período censal, ubicándose en -0.74 en el 1900-2005.</p> <p><b>EMPLEO:</b> La población registrada de 12 años y más fue de 9171 en el año 2000, y económicamente activa representa el 29.79%, mientras que la inactiva el 69.68%. La población activa ocupada representó el 99.41%, de ellos el 55.56% trabaja en el sector primario, 12.11% en el secundario y el 29.90% en el terciario. De ellos el 27.03% no recibe ingresos, 20.66% recibe menos de un salario mínimo, 39.21% de 1 a 3 salarios mínimos, 6.41% recibe de 3 a 10 salarios mínimos y 0.70% recibe más de 10 salarios mínimos. El 0.59% se encuentra desocupada. En el 2005 el IMSS reportó 352 personas aseguradas.</p> <p><b>INFRAESTRUCTURA SOCIAL, DE COMUNICACIONES Y SERVICIOS PÚBLICOS:</b></p> <p><b>Educación.-</b> Se imparten los niveles de: preescolar, primaria y secundaria. Se cuenta con CONALEP y un CECYTEM y 5 telesecundarias. La población de 15 años y más alfabeta registrada en el censo de población del 2005 fue de 77.19 % y representa el 0.28% de la población alfabeta estatal.</p> <p><b>Salud.-</b> Existe un centro de salud tipo "C" de la Secretaría de Salud y una unidad Médica Familiar del IMSS. Los principales problemas de salud son: La septicemia, desnutrición, enfermedades pulmonares y</p>		

respiratorias.

**Abasto.-** Cuenta con un mercado y tiendas de abarrotes, ferreterías, papelerías y farmacias.

**Deporte.-** Existen 2 campos de fútbol, así como una de basquetbol y voleibol.

**Vivienda.-** El II Censo de Población y Vivienda establece que en el municipio cuentan con un total de 2,814 viviendas de las cuales 2,796 son particulares, la mayor parte de sus viviendas están hechas de adobe y techos de teja; en un menor número existen casas de tabique con losas de concreto, teniendo también casas hechas con muros de carrizo y lodo con techo de lámina de cartón.

**Servicios Públicos:** La cobertura en los servicios públicos según apreciación del H. Ayuntamiento es:

Agua potable: 30%

Drenaje: 40%

Electrificación: 60%

Alumbrado Público: 20%

Recolección de Basura: 40%

Mercado: 40%

Rastro: 50%

Cloración del Agua: 50%

Seguridad Pública: 20%

**Medios de Comunicación.-** Se escuchan estaciones de radio, y hay señal de televisión de cobertura nacional y periódico estatal.

**Vías de Comunicación.-** Al municipio lo comunica la carretera pavimentada, entronca con la carretera de La Huacana a Cuatro Caminos. En cuanto a transporte cuenta con autobuses combis y taxis. En la cabecera municipal de Churumuco se cuenta con teléfono y una oficina de correos. El municipio cuenta con 76.5 kilómetros de carreteras, 46.5 pavimentadas y caminos rurales revestidos 30 Km.

**ACTIVIDAD ECONÓMICA (Principales Sectores, Productos y Servicios):**

**Agricultura.-** Se cultiva el maíz, sorgo, frijol y ajonjolí y tomate rojo.

**Ganadería.-** Se cría ganado vacuno, porcino, caprino y aves.

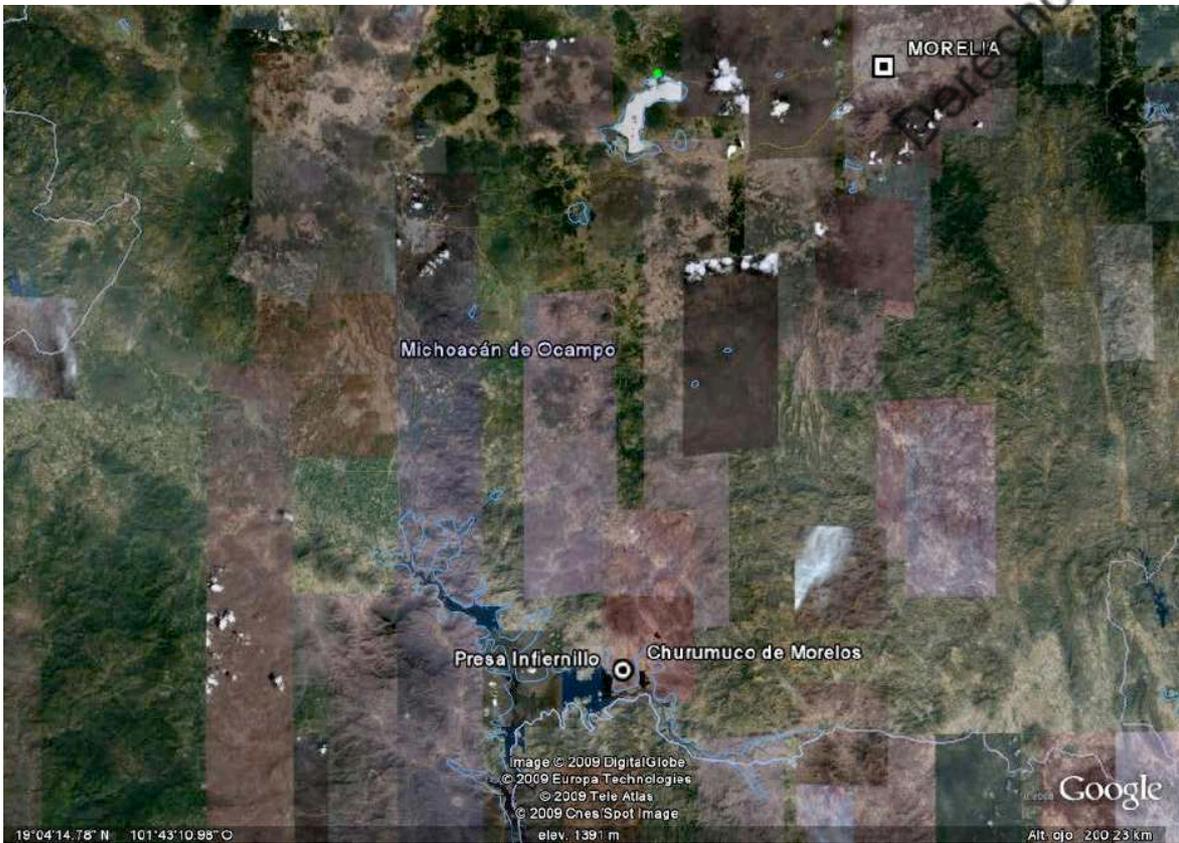
**Turismo.-** Cuenta con el volcán del Jorullo.

**Comercio.-** Cuenta con tiendas de abarrotes, ferreterías, papelerías y tiendas misceláneas.

**Caza y pesca.-** Se pesca la mojarra, el bagre y la carpa (en la presa de Infiernillo).



**Microlocalización de Churumuco de Morelos donde se ubicaría la planta**



**Macrolocalización de Churumuco de Morelos.**

Los canales de distribución del producto serán de forma directa, de manera que se vincule a la empresa con el mercado sin intermediarios.

Las ventajas que se tendrían con este tipo de canales de distribución serían: un mayor control, así como una mayor posibilidad de promoción e información, además de una mayor posibilidad de detectar cambios en el mercado.

Las desventajas serían: una mayor inversión, tanto en activos fijos como en bienes de cambio, se tendría un financiamiento propio de las ventas y una menor cobertura.

#### **VI.6. Comunicación.**

Se aprovechó el marco del proyecto de pez armado con la finalidad de promocionar y dar a conocer el producto dentro del estado en muestras gastronómicas, así como en la Feria de la Flores en la Ciudad de México y la Expo-feria Michoacán 2008. Se elaboraron publicaciones, además de difundir información a través de programas de televisión y diarios, con apoyo del Gobierno del Estado de Michoacán y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

## VII. Ingeniería del proyecto

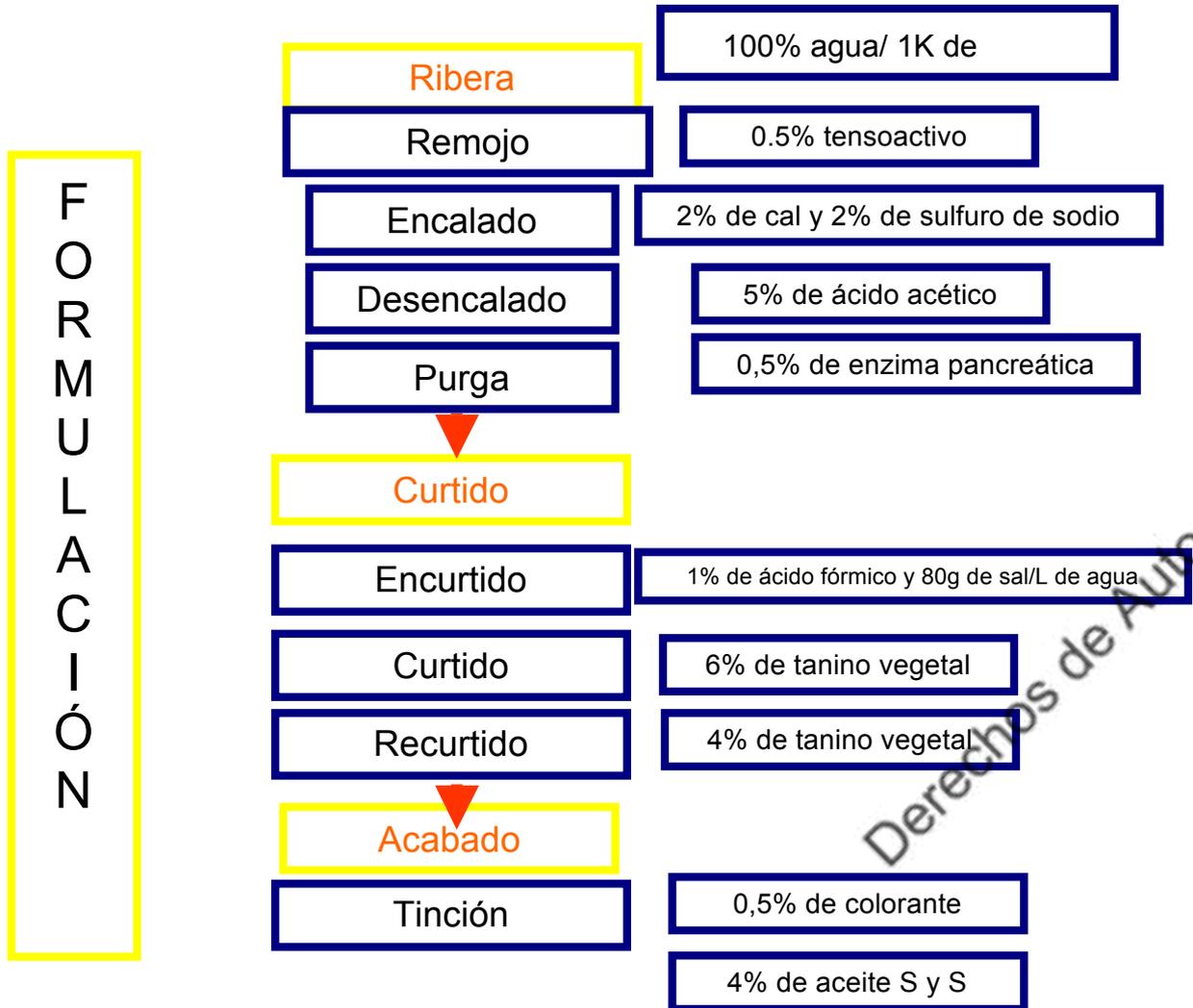


Diagrama de flujo del proceso de curtido de piel de pescado.

### Proceso De Curtido

El proceso de curtido incluye tres operaciones cada una con sus etapas o fases, las cuales siguen un orden específico que se tiene que respetar para obtener un buen resultado en el curtido.

#### 1ª Operación: Ribera

Esta parte del curtido tiene como objetivo limpiar la piel y eliminar los componentes estructurales de sus capas excepto las fibras colágenas que se encuentran en la epidermis.

## **Remojo**

En esta etapa principalmente se hidrata la piel para realizar un eficiente y rápido descarne; además se elimina sangre, grasa y otros materiales que se encuentran en el exterior de la piel. Para el remojo se utiliza agua limpia en un 200% en base al total de la piel a tratar y 0.5% de detergente. El tiempo estimado para esta etapa es de 30 minutos.

## **Descarne**

La finalidad del descarne es eliminar los residuos de carne y grasa adheridas a la piel. Se realiza en la parte interna con acción mecánica, y se utiliza una cuchara metálica, se raspa la piel por la parte donde se adhiere al filete. La piel debe permanecer sin perforaciones ni desgarres para mantener la calidad del producto.

## **Encalado**

En el encalado se inicia la eliminación del material que se encuentra entre las fibras colágenas que forman la piel. A diferencia del remojo, en el encalado la piel se hincha absorbiendo bastante agua, a esto se le llama “entumecimiento” lo que ocasiona que las fibras colágenas se separen entre sí para permitir la salida del material que se encuentra entre éstas. Cuando el calero no se realiza adecuadamente, el cuero que se obtiene es duro o acartonado. El encalado se prepara con cal 2%, sulfuro 3% y 0.5% de detergente en 200% de agua.

El tiempo de exposición en esta mezcla es de 60 minutos en movimiento constante (rotación de 4rpm).

## **Des-encalado**

Se usa el des-encalado para eliminar los reactivos utilizados en el encalado, pues si estos permanecen hasta el final del proceso, afecta a las siguientes etapas y los reactivos próximos a utilizar no realizan su función adecuadamente con las fibras y se obtiene un cuero duro, sin las características adecuadas de un producto final de calidad. En esta fase se utiliza Ácido acético en un porcentaje de 2% durante 20 minutos en movimiento constante (rotación de 4rpm).

## **Purga**

La purga elimina los componentes de queratina sometiéndolos a una cierta digestión y da una mayor limpieza de la piel (estructura fibrosa). Se utiliza enzima pancreática para esta fase en un porcentaje de 0.2% durante 30 minutos en movimiento constante (rotación de 4rpm).

## **Desengrase**

Se realiza como parte final de la ribera para intensificar la limpieza de las fibras colágenas ya que elimina la grasa adherida a éstas. De no realizarse el desengrase, la

grasa que recubre las fibras colágenas evitara que los siguientes reactivos a utilizar no penetren y por lo tanto existe un bloqueo en las reacciones químicas de las siguientes fases lo que da como resultado un producto putrescible, acartonado, duro y sin elasticidad. El desengrase se realiza en una solución a base de 200% de agua, 1% de detergente durante 60 minutos en movimiento constante (rotación de 4rpm).

## **2ª Operación: Curtido**

El curtido propiamente dicho es la parte donde se transforma la piel en cuero, mediante la adición de agentes curtientes que se adhieren a las fibras colágenas para evitar que se descompongan y conservándolas indefinidamente.

### **Piquel**

La finalidad del piquel es preparar las fibras colágenas para una fácil penetración de los agentes curtientes, por lo que es una solución salino-ácida donde el ácido acidifica las pieles para lograr un entumecimiento parcial y la salinidad las protege para evitar una degradación de las fibras colágenas por el entumecimiento.

El piquel se compone de 200% agua, 70gr de sal/L de agua, 0.5% de ácido fórmico durante 20 minutos en movimiento constante (rotación de 4rpm).

### **Curtido**

En esta fase son incorporados los agentes curtientes, los cuales penetran al interior de la piel por difusión. En esta solución se utiliza 200% de agua, 12% de tanino vegetal, se mantiene en movimiento (rotación de 4rpm) durante 2 horas y en reposo 24 horas. Posteriormente se fija el curtiente con 1% de bicarbonato durante 20 minutos en movimiento (rotación de 4rpm).

## **3ª Operación: Acabado**

En esta operación se realizan acciones que determinan la apariencia y aspecto final del cuero.

### **Recurtido**

El recurtido determina el espesor, el volumen y la elasticidad del cuero. En esta fase se utilizan taninos vegetales en un porcentaje de 6% la solución debe estar en movimiento (rotación de 4rpm) durante 2 horas y en reposo 24 horas.

### **Tinción**

Es importante que esta fase se realice adecuadamente pues de lo contrario el color no penetra ó es uniforme esto reduce la calidad del cuero y resta valor al producto final. La solución de esta fase es de 200% de agua, 0.5% colorante, 40 minutos en movimiento (rotación de 4rpm).

## **Engrase**

Esta última fase del acabado, permite obtener cueros más resistentes, elásticos y macizos, ya que las fibras colágenas quedan cubiertas de grasa, la cual actúa como lubricante y evita la aglomeración de las fibras colágenas, en consecuencia se reduce la fricción entre las fibras colágenas y proporciona un cuero más flexible y suave.

Se utiliza una solución de 200% de agua, 8% de una mezcla de aceite sulfatado y sulfatado 50% de cada uno. La solución debe estar a 60°C y se debe mover por 60 minutos (rotación de 4rpm). Finalmente se realiza la fijación utilizando 1% de ácido fórmico.

Al terminar el proceso de curtido se deben seguir las siguientes indicaciones para su posterior utilización en la confección de telas y artículos:

Secar las pieles: al secar las pieles no se deben exponer al sol, de preferencia se deben colgar en pares durante 24 horas aproximadamente. Si se utiliza algún sistema de aireación no debe ser de aire caliente.

Suavizar las pieles: la piel se suaviza mediante la acción mecánica, realizando una fricción utilizando las dos manos y frotando una a una todas las pieles o mediante un tambor de rotación.

Planchar las pieles: se realiza planchando una por una las pieles, utilizando una plancha convencional o una plancha industrial a temperatura de 80°C.

## **Confección y Diseño**

La confección de las telas puede ser de dos maneras una es recortar cada piel dando un formato específico puede ser cuadrado, rectangular, romboide, etc., ó pueden utilizarse las pieles completas utilizando el formato de la misma piel.

Las pieles se unen, una a una con pegamento (cola de zapatero), una vez que ésta seca con una maquina de costura se refuerza la unión y se da por terminado. La confección de telas puede ser en metros cuadrados ó pequeñas mantas de centímetros para la elaboración de artículos.

La elaboración de artículos varía desde sencillos artículos de bisutería como aretes, collares, pulseras hasta elaborados artículos de vestimenta y accesorios como bolsas, monederos, cinturones y calzado.

## VIII.- Análisis financieros.

## Costos de inversión

CONSTRUCCION			
COMPONENTES	COSTO UNITARIO	UNIDADES	IMPORTE
Terreno	250,000.00	1.00	250,000.00
Constricción	800,000.00	1.00	800,000.00
Planta de tratamiento	80,000.00	1.00	80,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>1,130,000.00</b>

## Costo de equipo y depreciación

TABLA DE DEPRECIACIONES EQUIPO					
Componentes del sistema	Tiempo de vida del equipo	Costo unitario	Unidades	Importe	Depreciacion
Maquina de coser	20	100,000.00	7	700,000.00	35,000.00
Plancha industrial	20	4,300.00	4	17,200.00	860.00
Cilindro	20	180,000.00	1	180,000.00	9,000.00
mesas de trabajo	20	4,500.00	8	36,000.00	1,800.00
Hidroneumático	10	14,000.00	1	14,000.00	1,400.00
Cámara de refrigeración	20	224,066.00	1	224,066.00	11,203.30
Equipo de pintura	10	8,000.00	1	8,000.00	800.00
Computadoras	10	4,000.00	3	12,000.00	1,200.00
Impresoras	10	1,500.00	2	3,000.00	300.00
Miscelánea	1	9,000.00	1	9,000.00	9,000.00
Vehiculo	20	280,772.50	1	280,772.50	14,038.63
Transformador	30	150,000.00	1	150,000.00	5,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>1,634,038.50</b>	<b>89,601.93</b>

## Costos fijos y variable durante la operación manual

<b>INSUMOS</b>	
<b>COSTO DE ENERGIA</b>	
Considerando un transformador propio	
Energía/mes	6,500.00
Energía/año	78,000.00
<b>Gasto de energía</b>	<b>78,000.00</b>
<b>COSTO DE AGUA</b>	
Costo de agua/mes	800.00
Costo de agua/año	9,600.00
<b>Gasto de agua</b>	<b>9,600.00</b>
<b>COSTO DE TENSO ACTIVO</b>	
Adición de 0.5% por kg	
Costo/mes	375.00
Costo/año	4,500.00
<b>Costo de tensoactivo</b>	<b>4,500.00</b>
<b>COSTO DE SULFURO DE SODIO</b>	
Adición de 2% por kg	
Costo/mes	2,500.00
Costo/año	30,000.00
<b>Costo de sulfuro de sodio</b>	<b>30,000.00</b>
<b>COSTO DE CAL</b>	
Adición de 2% por kg	
Costo/mes	500.00
Costo/año	6,000.00
<b>Costo de cal</b>	<b>6,000.00</b>
<b>ACIDO ACETICO</b>	
Adición de 5% por kg	
Costo/mes	6,000.00
Costo/año	72,000.00
<b>Costo de acido acetico</b>	<b>72,000.00</b>
<b>ENZIMA PANCREATICA</b>	
Adición de 0.5% por kg	
Costo/mes	425.00
Costo/año	5,100.00
<b>Costo de enzima pancreática</b>	<b>5,100.00</b>
<b>ACIDO FORMICO</b>	
Adición de 1% por kg	
Costo/mes	1,600.00
Costo/año	19,200.00
<b>Costo de acido fórmico</b>	<b>19,200.00</b>
<b>TANINO VEGETAL CURTIDO</b>	
Adición de 6% por kg	
Costo/mes	9,000.00
Costo/año	108,000.00
<b>Costo de tanino vegetal</b>	<b>108,000.00</b>

<b>TANINO VEGETAL RECURTIDO</b>	
Adición de 4% por kg	
Costo/mes	6,000.00
Costo/año	72,000.00
Costo de tanino vegetal	72,000.00
<b>COLORANTE</b>	
Adición de 0.5% por kg	
Costo/mes	2,000.00
Costo/año	24,000.00
Costo de colorante	24,000.00
<b>SAL</b>	
Adición de 1% por kg	
Costo/mes	800.00
Costo/año	9,600.00
Costo de sal	9,600.00
<b>ACEITE</b>	
Adición de 1% por kg	
Costo/mes	750.00
Costo/año	9,000.00
Costo de aceite	9,000.00

## Análisis económico producción de piel de tilapia 60 ton/año

### **COSTOS DE INVERSION**

Compra de equipo	1,634,038.00
Construcción	1,130,000.00
Asesoría construcción y operación	412,000.00
<b>Total costos de inversión</b>	<b>3,176,038.00</b>

### **COSTOS DE OPERACION**

#### **Costos variables**

Agua	6,500.00
Electricidad	24,000.00
Tensoactivo	4,500.00
Sulfuro de sodio	30,000.00
Cal	6,000.00
Acido acético	72,000.00
Enzima pancreática	5,100.00
Acido formica	19,200.00
Tanino vegetal curtido	108,000.00
Tanino vegetal recurtido	72,000.00
Colorante	24,000.00
Sal	9,600.00
Aceite	900.00
Impuestos	28,000.00
Envase	126,000.00
Compra de pez	420,000.00
<b>Total costos variables</b>	<b>955,800.00</b>

#### **Costos de fijos**

Reparación y mantenimiento	63,520.00
Otros costos	39,000.00
Seguro trabajadores	66,000.00
Trabajo (mano de obra)	792,000.00
<b>Total costos fijos</b>	<b>960,520.00</b>

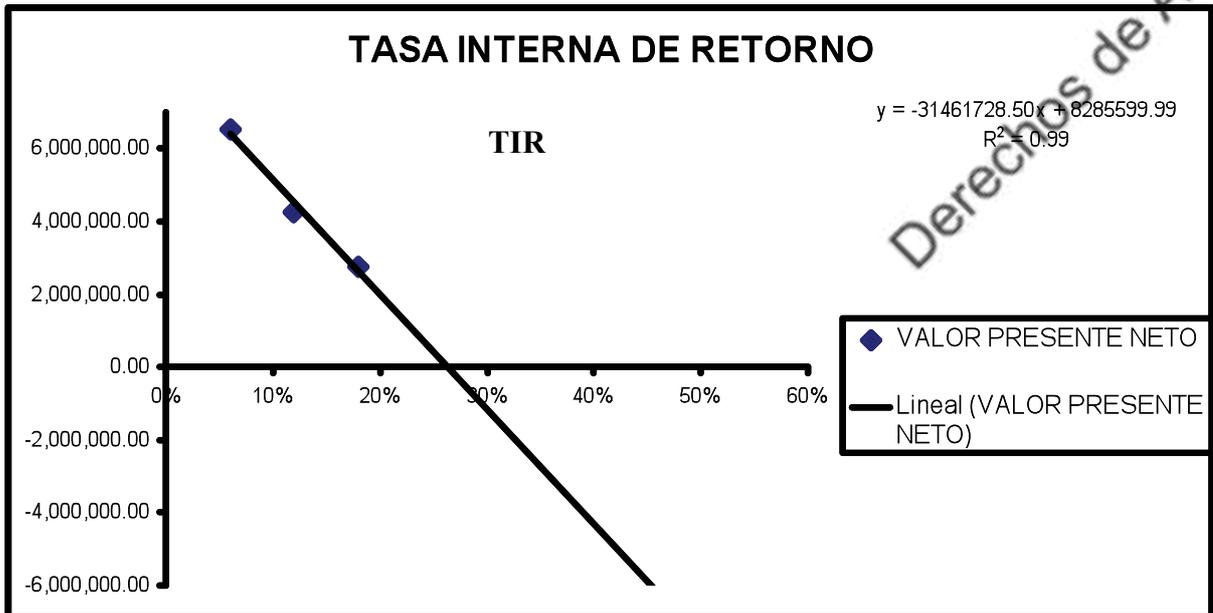
**Costos totales de operación** **1,916,320.00**

<b>Ingresos brutos</b>	<b>2,403,680.00</b>
<b>Depreciación</b>	<b>136,416.59</b>
<b>Ingresos netos</b>	<b>2,267,263.41</b>
<b>Ingresos por ventas</b>	<b>4,320,000.00</b>
<b>Costo de producción</b>	<b>443.59/m2</b>
<b>Costo de comercialización</b>	<b>1,000/m2</b>

### Aproximación al pago de la inversión (tasa 12%)

Año	Inversión	Costos de operación	Ingresos	Flujo de efectivo neto	Flujo de efectivo acumulado
0	-3,176,038.00			-3,176,038.00	-3,176,038.00
1		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	-1,858,729.41
2		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	-541,420.82
3		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	775,887.77
4		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	2,093,196.36
5		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	3,410,504.95
6		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	4,727,813.54
7		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	6,045,122.13
8		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	7,362,430.72
9		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	8,679,739.31
10		-1,916,320.00	4,320,000.00	1,317,308.59	9,997,047.90

### Tasa interna de retorno (TIR) y valor presente neto (VPN)



**VPN= 4,267,049.33**

**TIR= 27%**

## **IX.- Conclusiones.**

El proyecto de una planta de curtido de piel de tilapia en Churumoco, Michoacán, es rentable, lo cual evidencia el Valor Presente Neto al generar \$4,267,049.33 y la Tasa Interna de Rendimiento del 27%.

Los costos de inversión y operación durante los 2 primeros años para los proyectos de filete son por más de 5 millones de pesos, sin embargo el pago a la inversión es casi inmediato y se empieza a generar altos beneficios alrededor del tercer año de iniciado el proyecto.

El proyecto se debe de llevar a cabo para beneficiar y apoyar económicamente y socialmente a las comunidades que habitan en las cercanías de la presa el Infiernillo.

Para producir 60 toneladas de piel, se requiere comprar 105 toneladas de pescado entero lo que beneficiara directamente a los pescadores de la presa del Infiernillo.

La captura pesquera de México se ubica dentro de las veinte más importantes del mundo (Semarnap, 2005). Estas generan grandes cantidades de pérdidas post-cosecha de pescado que ascienden al 10% de la captura total de pescado. Además, existen otras pérdidas por el manipuleo, almacenamiento, distribución, procesamiento y comercialización. El aprovechamiento de esos desperdicios sería la base de una industria de gran importancia, desde el punto de vista económico, social, ecológico.

La pesquería de agua dulce mas importante de México y del Estado de Michoacán ha sido la de de la tilapia, sobresaliendo la producción del embalse del Infiernillo.

# **6. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DE LAS COMUNIDADES PARTICIPANTES DEL PROYECTO**

**DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO  
DE LAS LOCALIDADES  
MICHOACANAS CON IMPORTANCIA  
PESQUERA EN LA PRESA LÓPEZ  
MATEOS INFIERNILLO,  
MICHOACÁN.**

**PAIR OCCIDENTE A.C.**

**Responsable:** Esperanza Pérez Agis

**Colaboradores:** Soto Morales V., Estrada Virgen A., Quintero Mora M.,  
Jiménez Díaz R., Sosa J. y Medina W.

**PROYECTO: “DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL  
APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PEZ DIABLO EN LA  
REGIÓN DEL BAJO BALSAS EN MICHOACÁN”**

(Clave de Registro FOMIX 37147 SEP 2006-FEB 2008)

Diagnóstico socioeconómico de las localidades michoacanas con importancia pesquera en  
la Presa López Mateos Infiernillo, Michoacán.  
PAIR Occidente A.C.

**Informe Final**

E. Pérez-Agis, Soto Morales V., Estrada Virgen A., Quintero Mora M.,  
Jiménez Díaz R., Sosa J. y Medina W.

Derechos

Derechos de Autor

## Introducción

La cuenca del Río Balsas está conformada por nueve subcuencas, la principal área de influencia de la actividad pesquera se concentra en la subcuenca Bajo Río Balsas, la cual está integrada por el total del territorio de los municipios Churumuco y La Huacana, de manera parcial por los municipios Arteaga, Lázaro Cárdenas y Mújica. Se estima que esta subcuenca abarca 390 localidades de las cuales 94% son núcleos poblacionales con 1 a 499 habitantes y 3.5% de 500 a 2,499 habitantes, con un total aproximado de 207,811 habitantes. Lo que hace que se trate de un territorio con población eminentemente rural la cual se dedica principalmente a actividades del sector primario (CONAGUA 2008).

Para las localidades michoacanas que limitan con el embalse Adolfo López Mateos Infiernillo, la pesca y las actividades relacionadas con ésta son uno de los principales ejes económicos, se estima que aproximadamente 8.97 de la PEA regional se dedica a esta actividad, organizados en 36 cooperativas equipados con 1,875 embarcaciones y 61,530 redes (IIAF 2008).

Uno de los principales retos que plantea el proyecto de desarrollo tecnológico es considerar el potencial del capital humano para la apropiación de nuevas alternativas (fileteo de pez armado, transformación de restos de pez armado y tilapia, y engorda de tilapia mejorada en jaulas), así como identificar las dificultades actuales que limitarían este proceso de adopción.

Para el presente estudio se planteo:

- Definir el universo de localidades con actividad pesquera en el estado de Michoacán.
- Describir la tipología de productores, de acuerdo a sus medios de producción, nivel de organización y normas de regulación para el uso de los recursos.
- Conocer experiencias anteriores sobre procesos de transferencia tecnológica en la región.

## Materiales y Métodos

Integración de equipo interdisciplinario, se conformó un grupo de tres promotores comunitarios, cuatro especialistas en planeación participativa y manejo de recursos naturales.

Imagen de satélite SPOT, resolución a 10 metros, fecha 2002 WGS-1984-UTM zona 14.

El trabajo de campo constó de tres fases, la primera consiste en el acopio de información de campo mediante la aplicación de informantes clave del primer eslabón de la cadena productiva y sensibilización a población objetivo como son:

Líderes de organizaciones pesqueras, representantes municipales tales como regidores de ecología, pesca y asuntos agropecuarios, encargados de fileteras y centros de recepción. Se han aplicado 20 encuestas a líderes y 60 a informantes clave.

La segunda fase consiste en la aplicación de entrevistas al segundo eslabón de la cadena como son compradores, dueños de fileteras y procesadoras.

La tercera consiste en la realización de dos talleres con actores clave en el proceso de apropiación de dichas innovaciones tecnológicas como representantes municipales, selección de líderes de organizaciones de pescadores y representantes institucionales.

Para el análisis socioeconómico de las localidades se seleccionaron algunos indicadores reportados por el censo de población (Cuadro 1) relacionados con la dinámica de población, educación, cobertura de servicios públicos y características de la vivienda.

Cuadro 1. Lista de indicadores socioeconómicos seleccionados para el análisis de localidades michoacanas con actividad pesquera.

Área	Indicador
Dinámica de población	rango de edad productiva relación hombres:mujeres
Educación	analfabetas de 15 y mas escolaridad promedio
Cobertura de servicios públicos	Drenaje y alcantarillado Derecho habientes Electricidad Agua entubada
Características de la vivienda	Viviendas con piso de tierra Numero dormitorios Servicio sanitario Hogares con jefatura femenina

## Resultados y Discusión

1. Localidades michoacanas con actividad pesquera en el embalse López Mateos Infiernillo.

De acuerdo a la información recabada en la encuesta a líderes de organizaciones pesqueras se registraron 48 localidades (Cuadro 2), donde la pesca es una de las actividades productivas o la más importante actividad económica para la población. Se identificaron 13 localidades del municipio de Arteaga pero cuatro de éstas no tienen población, 11 de Churumuco, 24 de La Huacana y 5 de Múgica. Lo que representa aproximadamente 50,242 habitantes (INEGI 2005). Cabe señalar que dentro de estas localidades se encuentran las localidades de Churumuco, la cabecera municipal, Infiernillo, Gámbara y Nueva Italia, en estos casos la mayoría de los trabajadores no se dedica a la pesca, sin embargo para el sector de trabajadores jornaleros, la pesca es una de las actividades económicas con la que complementan su economía (Mapa 1).

Cuadro 2. Lista de localidades michoacanas (INEGI 2005)

<b>Municipio: Arteaga</b>	
<b>No. Localidad INEGI</b>	<b>Nombre</b>
0082	El Huindure
0090	Los Horcones
0167	Pinzandarán
0230	La Vinata (Vinata Norte)
0247	Infiernillo (Morelos de Infiernillo)
0337	El Descansadero
	San Simón
0317	Las Cañas
0406	El Platanito

<b>Municipio: Múgica</b>	
<b>No. Localidad INEGI</b>	<b>Nombre</b>
0001	Nueva Italia de Ruiz
0014	Gámbara
0019	El Letrero
0033	Capire de Coróndiro (El Capiri)
0063	Vista Hermosa (El Canal)

<b>Municipio: Churumuco de Morelos</b>	
<b>No. Localidad INEGI</b>	<b>Nombre</b>
0001	Churumuco de Morelos
0005	El Ahujote
0019	Los Cimientos
0028	Cuitzán
0040	Loma el Guayacán
0058	La Noria
0066	El Picacho
0089	San Martín de la Luz
0132	El Cueramato
0153	El Pitiral
0170	Puerto de Ruedas (El Ancón)

<b>Municipio: La Huacana</b>	
<b>No. Localidad INEGI</b>	<b>Nombre</b>
0012	Bellas Fuentes (Nuevo Centro)
0042	San Miguel de la Laguna (Las Estancias)
0060	El Lindero
0065	La Máquina
0082	Piedra Verde
0086	Los Pocitos
0087	Potreros de Rentería (Cupuancillo)
0098	San Pedro Barajas
0115	El Canelo
0116	Tamo
0017	El Capire de Oropeo
0022	El Ciruelo
0027	Las Cruces (Las Crucitas)
0230	El Limoncito
0039	El Chilar
0046	Guadalupe de Oropeo
0047	Hacienda Vieja
0284	La Algodonera
0288	El Coco (El Guache)
0096	San Francisco de los Ranchos (El Falsete)
0138	El Embarcadero
0150	Los Ciriancitos (Lázaro Cárdenas)
0283	San Miguel Silahua (La Nopalera)
0299	Sin Agua (Rancho Nuevo)

## 2. Características socioeconómicas de las localidades pesqueras en el Estado de Michoacán

### 2.1. Dinámica de población

#### 2.1.a. Crecimiento poblacional

El embalse López Mateos Infiernillo abarca territorio de los municipios Arteaga, Churumuco, La Huacana y Múgica. La población total de estos municipios representa aproximadamente el 2% de la población del Estado.

De acuerdo a PNUD (2007) a nivel estatal se registró un decrecimiento promedio de 1.2% durante el quinquenio 2000-05. Esta tendencia también se presenta en la región, al comparar la población total, se observa una reducción de 8,934 habitantes lo que representa un decrecimiento promedio anual de 1.4% anual, donde Arteaga presentó la tasa más alta como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Poblacion total por municipio 2000-2005 (INEGI 2000-05)			
Municipio	año 2000	año 2005	Decrecimiento anual (%)
Arteaga	23,386.00	21,173.00	1.8
Churumuco	14,866.00	13,801.00	1.4
Huacana	34,245.00	31,774.00	1.4
Mujica	42,877.00	40,232.00	1.2
Total	115,374.00	106,980.00	1.4

El decrecimiento en este periodo se debe principalmente a que el Estado muestra un saldo migratorio neto negativo de -1.7% de la población en el 2005. Una consecuencia de esto es la baja en la proporción entre hombres y mujeres (PNUD 2007).

#### 2.1.b. Proporción hombre : mujer

A nivel Estatal se estima que la proporción entre hombres y mujeres ha bajado a 0.93 en el 2005, esto es menos de un hombre por cada mujer.

Sin embargo, a nivel regional en el conjunto de localidades seleccionadas, esta proporción cambia con una tendencia a aumentar la proporción de hombres. La relación más alta la presenta Múgica con un 117.5%, esto es hay 17.5% más hombres que mujeres, seguido de Arteaga con un 107.7%, La Huacana con un 102.4% y Churumuco con un 99.5% esto es con un déficit de 0.5% de mujeres (INEGI 2005).

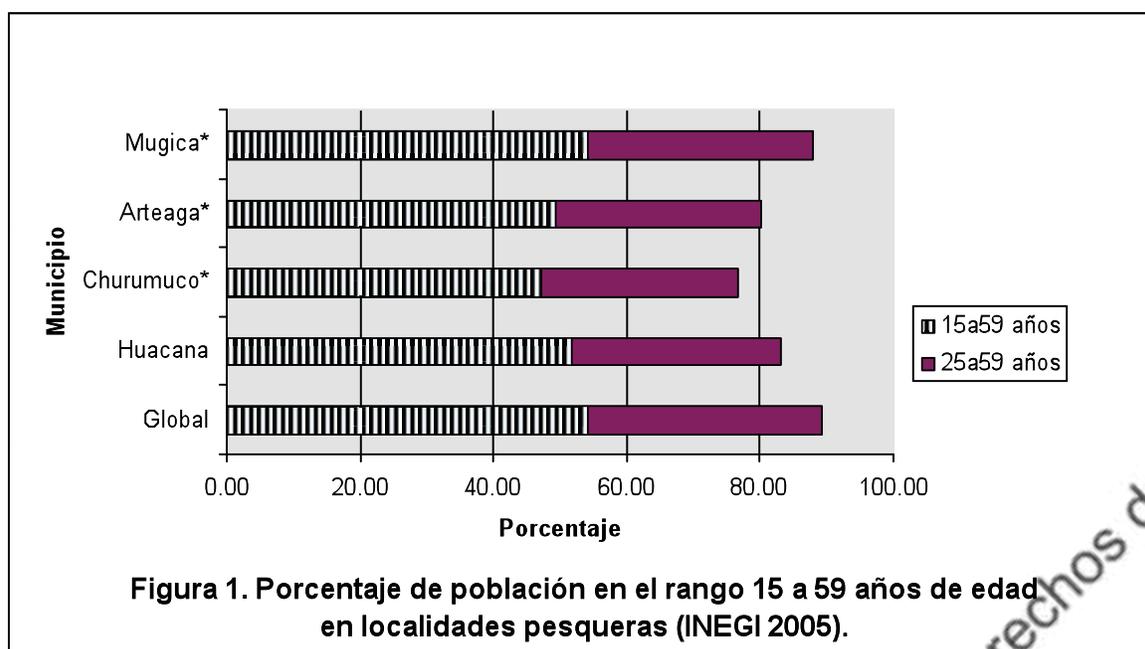
Estos datos sugieren que la tasa de emigración masculina es menor en esta conjunto de localidades, probablemente porque existe alguna razón económica o productiva que les permite permanecer en sus localidades.

#### 2.1.c. Proporción de la población por rango de edad productiva

El grupo de edad que con mayor participación económica se encuentra entre el rango de 15 a 59 años. De acuerdo a los datos reportados por INEGI (2005) se calculó el porcentaje de población en este rango en el conjunto de las localidades identificadas y se estima que un 54.29% de la población total forma parte de este grupo. Desglosado por municipio, en el conjunto de localidades pesqueras y excluyendo a las poblaciones urbanas, el más alto porcentaje se registra en Múgica con un 54.23%, seguido de La Huacana, Arteaga y Churumuco (Figura 1).

Otro rango de especial relevancia para la productividad es el de 25 a 59 años de edad, en general se calculó un 35%, nuevamente el más alto lo registra Múgica con un 33.6%, seguido de La Huacana con un 31.3%, Arteaga con un 30.9% y Churumuco con un 31.3%.

De acuerdo con la encuesta de COMPESCA (2006) dirigida específicamente a pescadores se confirma la tendencia de pobladores en edad productiva, se estimó que 46% de los pescadores tienen entre 25 y 49 años, 34% de 49 a 59 años y 18% de 15 a 24 años, la mediana es de 35 años de edad.



## 2.2 Educación

### 2.2.a. Escolaridad promedio

La escolaridad promedio es muy baja en comparación con el promedio estatal en la población de 15 años de 6.9 años. De acuerdo con lo reportado por INEGI (2005) El promedio global de todas las localidades pesqueras identificadas es de 3.96 grados con mínimas diferencias por sexo, el más alto nivel lo presentan las localidades de Múgica con 4.33 años con una mínima diferencia a favor de los hombres, seguido de 3.8 años en La Huacana con una diferencia de 0.1 año a favor de los hombres, Churumuco con 3.6 años con 0.3 años a favor de la mujeres y 3.19 años en Arteaga con 0.1 año a favor de las mujeres.

Esta baja escolaridad también se registró en la encuesta de COMPESCA (2006), los pescadores encuestados manifestaron que 65% asistieron a la escuela, en promedio se estimaron 4 grados de escolaridad, solo hubo dos casos con secundaria completa y dos con primer grado de bachillerato, 26% declaró no saber leer. Este porcentaje rebasa por mucho

el promedio de la selección de localidades con actividad pesquera y se acerca más a los promedios municipales.

## 2.2.b. Analfabetas de 15 años y más

La población de 15 años en el Estado, alcanzó en el 2005 una escolaridad promedio de 6.9 años, inferior al promedio nacional, de 8.1 años, y sólo superior a Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Esto se debió a que la tasa de analfabetismo a nivel estatal es de 12.6% entre los mayores de 15 años.

A nivel municipal y en el conjunto de localidades pesqueras, la tasa es sensiblemente mayor. Los Municipios con mayor tasa de analfabetismo son La Huacana y Churumuco donde alcanza a un 25% de la población, mientras que en las localidades pesqueras baja hasta un 14.5% en Churumuco (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 4. Indicadores que influyen en el grado de marginación de localidades seleccionadas con actividad pesquera del Municipio de Churumuco. (INEGI, 2005)			
Municipio	Churumuco	Con Churumuco	Sin Churumuco
<b>Población total (habitantes)</b>	14,866	6,393	2,091
<b>Pob. Analf 15 años y más (%)</b>	25.36	12.06	14.58
<b>Viviendas sin drenaje (%)</b>	57.75	35	<b>72.75</b>
<b>Viviendas sin energía eléctrica (%)</b>	19.80	9.8	15.1
<b>Viviendas sin agua (%)</b>	33.85	23.8	<b>64</b>
<b>Viviendas con piso tierra (%)</b>	59.79	32.34	<b>69.31</b>
<b>Localidades con menos de 5 000 hab. (%)</b>	100.00	100	100

Derechos de Autor

Cuadro 5. Indicadores que influyen en el grado de marginación de localidades seleccionadas con actividad pesquera del Municipio La Huacana. (INEGI, 2005)		
Municipio	Huacana	Localidades
<b>Población total (habitantes)</b>	34,245	5,431
<b>Pob. Analf 15 años y más (%)</b>	25.31	17.34
<b>Viviendas sin drenaje (%)</b>	40.63	<b>56.4</b>
<b>Viviendas sin energía eléctrica (%)</b>	9.72	8.2
<b>Viviendas sin agua (%)</b>	19.63	<b>35.4</b>
<b>Viviendas con piso tierra (%)</b>	50.92	<b>54.2</b>
<b>Localidades con menos de 5 000 hab. (%)</b>	73.40	100

Los municipios con menor tasa son Múgica con 11.2% a nivel municipal y un 14.7% a nivel de las localidades pesqueras, seguido de Arteaga con una tasa municipal de 21.8% y de 11% a nivel de las localidades.

Al diferenciar la tasa de analfabetismo por sexo en el conjunto de localidades pesqueras, se observa que la tendencia es que es más alta en mujeres, en Churumuco alcanzan el 56.34%, en La Huacana el 54.14% y en Arteaga el 49.92%, sólo en Múgica se invierte a 51.7% son hombres.

### 2.3 Cobertura de servicios públicos

#### 2.3.a. Derecho habientes

Este rubro es uno de los más rezagados tanto a nivel municipal como en el grupo de localidades seleccionadas. A nivel regional únicamente se cuenta con tres clínicas de salud del IMSS, cuatro de SSA y un hospital regional en La Huacana.

En cuanto al acceso a servicios de salud resalta el alto porcentaje no derecho habientes que alcanza el 82.88% en el conjunto global de localidades. Las localidades pesqueras con más acceso se encuentran en Arteaga con un 55.9% de no derechohabientes, los más rezagados son Churumuco con un 99.2%, La Huacana con un 98.17% y Múgica con un 90.3%. Las localidades con mayor porcentaje de derechohabientes se localizan en las poblaciones urbanas de Churumuco, Infiernillo, Nueva Italia y Gámbara.

A pesar de que se ha incrementado considerablemente la inscripción al Seguro Popular, la realidad es que la región no cuenta con infraestructura suficiente para atender a la población. Los pobladores frecuentemente tienen que recurrir a servicios privados en Nueva Italia y Uruapan. En la encuesta aplicada a los pescadores se señala que 46%

acceden al servicio de salud local y 52% tienen que salir fuera de su localidad para ser atendidos (COMPESCA 2006).

### 2.3.b. Viviendas sin agua

A manera de contradicción, uno de los recursos más limitados tanto para uso humano, doméstico como para la producción es el agua. Por un lado es una región donde la precipitación anual fluctúa entre 600 a 400 milímetros anuales, por otro lado el uso del agua del embalse tanto para consumo doméstico como productivo está prohibido por la Termoeléctrica Infiernillo.

Se estima que en el conjunto global de localidades, aproximadamente 16.4% no cuenta con agua, al desglosar por municipio y excluyendo las poblaciones urbanas el porcentaje más alto se registra en Churumuco donde 64% de la viviendas carecen de este servicio, seguido de La Huacana con un 35.4%, Arteaga con un 24.32% y Múgica con un 10.24%.

En la encuesta a pescadores se registró que un 47% no contaba con el servicio de agua, las formas más recurridas para acceder al agua son mediante norias o pozos artesanos compartidos entre las familias y directamente de la presa, el resto accede por manantiales y norias propias (COMPESCA 2006).

### 2.3.b. Viviendas sin drenaje

El drenaje es otro servicio que se encuentra en franco rezago, el promedio global de viviendas sin servicio es de 17.29, pero cuando se hace el desglose por municipio y localidades pesqueras se registra un fuerte aumento, especialmente en Churumuco, seguido de La Huacana, Arteaga y Múgica, como se muestra en el Cuadro 6 y 7.

Cuadro 6. Indicadores que influyen en el grado de marginación de localidades seleccionadas con actividad pesquera del Municipio de Arteaga. (INEGI, 2005)			
Municipio	Arteaga	Con Infiernillo	Sin Infiernillo
<b>Población total (habitantes)</b>	23,386.00	3,182	573
<b>Pob. Analf 15 años y más (%)</b>	21.84	10.37	11.16
<b>Viviendas sin drenaje (%)</b>	39.47	15.41	<b>43.24</b>
<b>Viviendas sin energía eléctrica (%)</b>	28.22	6.3	12
<b>Viviendas sin agua (%)</b>	22.24	7.09	<b>24.32</b>
<b>Viviendas con piso tierra (%)</b>	36.65	19.5	<b>39.63</b>
<b>Localidades con menos de 5 000 hab. (%)</b>	60.22	100	100

Cuadro 7. Indicadores que influyen en el grado de marginación de localidades seleccionadas con actividad pesquera del Municipio de Múgica. (INEGI, 2005)			
Municipio	Múgica	Con Nva. Italia y Gámbara	Sin Nva. I. y Gámbara
<b>Población total (habitantes)</b>	40,232	33,564	2307
<b>Pob. Analf 15 años y más (%)</b>	11.24	10.44	14.73
<b>Viviendas sin drenaje (%)</b>	11.18	8.7	<b>18.8</b>
<b>Viviendas sin energía eléctrica (%)</b>	5.61	5	5.42
<b>Viviendas sin agua (%)</b>	15.64	13.19	10.24
<b>Viviendas con piso tierra (%)</b>	17.55	14.2	<b>31.52</b>
<b>Localidades con menos de 5 000 hab. (%)</b>	28.85	80	100

### 2.3.b. Viviendas sin electricidad

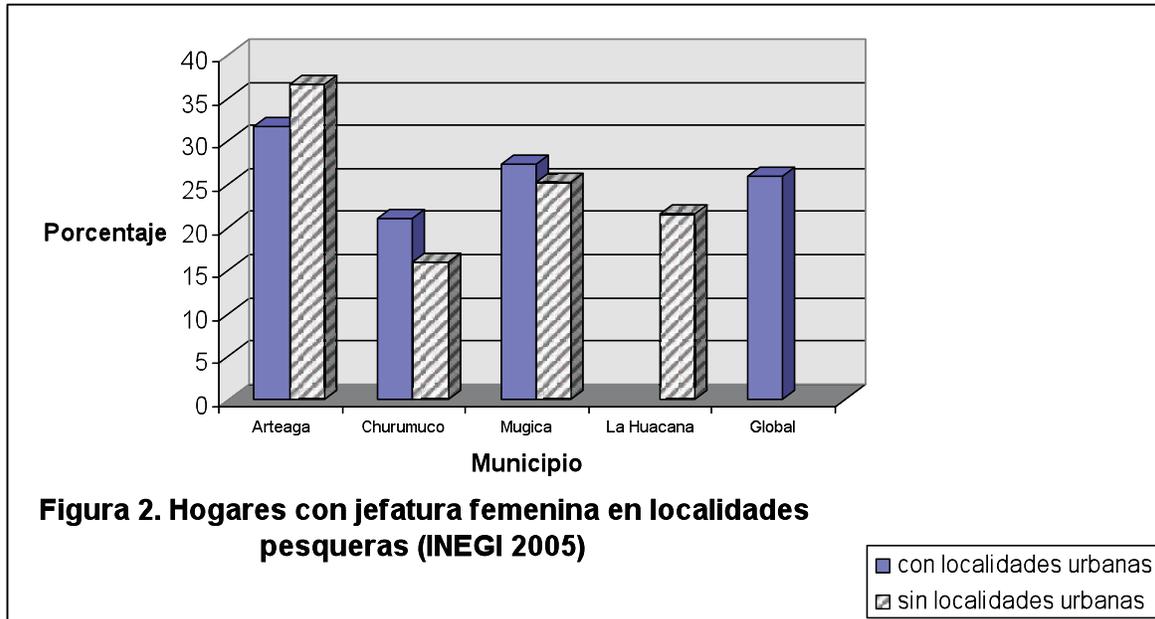
El servicio de electricidad es el que mejor cobertura presenta tanto a nivel municipal como a nivel de las localidades pesqueras. Las localidades pesqueras con menor cobertura se encuentran en Churumuco con un 15% y en Arteaga con un 12%. En el caso de La Huacana y Múgica las localidades pesqueras tienen mejor cobertura que el promedio municipal. Sin embargo en la encuesta a pescadores se registra que un 31% de las viviendas de los pescadores no tienen este servicio (CONAPESCA 2006).

## 2.4 Características de la vivienda

### 2.4.a. Hogares con jefatura femenina

Sobre la jefatura familiar de los hogares, predominan los hogares con jefatura masculina, sin embargo el porcentaje de familias con jefatura femenina alcanza un 25.87% a nivel global. Este fenómeno es más fuerte en poblaciones urbanas en el caso de Churumuco y Múgica, en grupo de localidades pesqueras de Churumuco el porcentaje de hogares con jefatura femenina es de 16%, La Huacana de 21.6%, Múgica de 25.3% y Arteaga 36.7. Es muy probable que esto se deba a la emigración masculina hacia la búsqueda de mejores opciones laborales.

Derechos de Autor



#### 2.4.a. Servicio sanitario

La falta de algún tipo de servicio sanitario dentro de los hogares aún es una costumbre muy arraigada en la región, un factor que influye puede ser los bajos ingresos pero tal vez el más fuerte es la falta de conciencia sobre los daños a la salud de la disposición al aire libre de las excretas humanas y con ello la ausencia de iniciativa por buscar opciones que se adecuen a las condiciones locales.

Se estima que el promedio global de hogares sin servicio de excusado o sanitario es de 20.7%, el más alto se presenta en las localidades pesqueras de Churumuco con un 82.01%, seguido de las de La Huacana con un 57.42%, Arteaga con 41.4% y Múgica con un 29.11%.

Desgraciadamente cuando se accede a este servicio la familia quiere un excusado de agua corriente a falta de la difusión de alternativas más apropiadas al medio y los recursos locales. Los municipios de Arteaga y La Huacana han optado por el establecimiento una "letrina comunitaria" en espacios céntricos de algunas localidades, estas letrinas son con fosa aséptica, hasta el momento no se sabe cual ha sido el impacto de esta estrategia en la conciencia de los pobladores.

#### 2.4.a. Viviendas con un dormitorio

La vivienda típica de las localidades pesqueras es con paredes hechas de ramas y lodo, techo de cartón, piso de tierra, los más con una habitación cuarto, un tejaban muy provisional para la cocina y otro usado como comedor, dormitorio, sala de usos múltiples. Se estima que aproximadamente 43% de las viviendas de las localidades pesqueras cuentan

con un dormitorio propiamente. Este porcentaje se incrementa en las localidades de Churumuco con un 50.2% y La Huacana con un 49.2%.

#### 2.4.a. Viviendas con piso de tierra

Actualmente el piso de tierra dentro de las viviendas es lo más frecuente, tiene la ventaja de ser térmico lo que permite mantener fresca la vivienda, sin embargo influye en la baja calidad salubre para la familia.

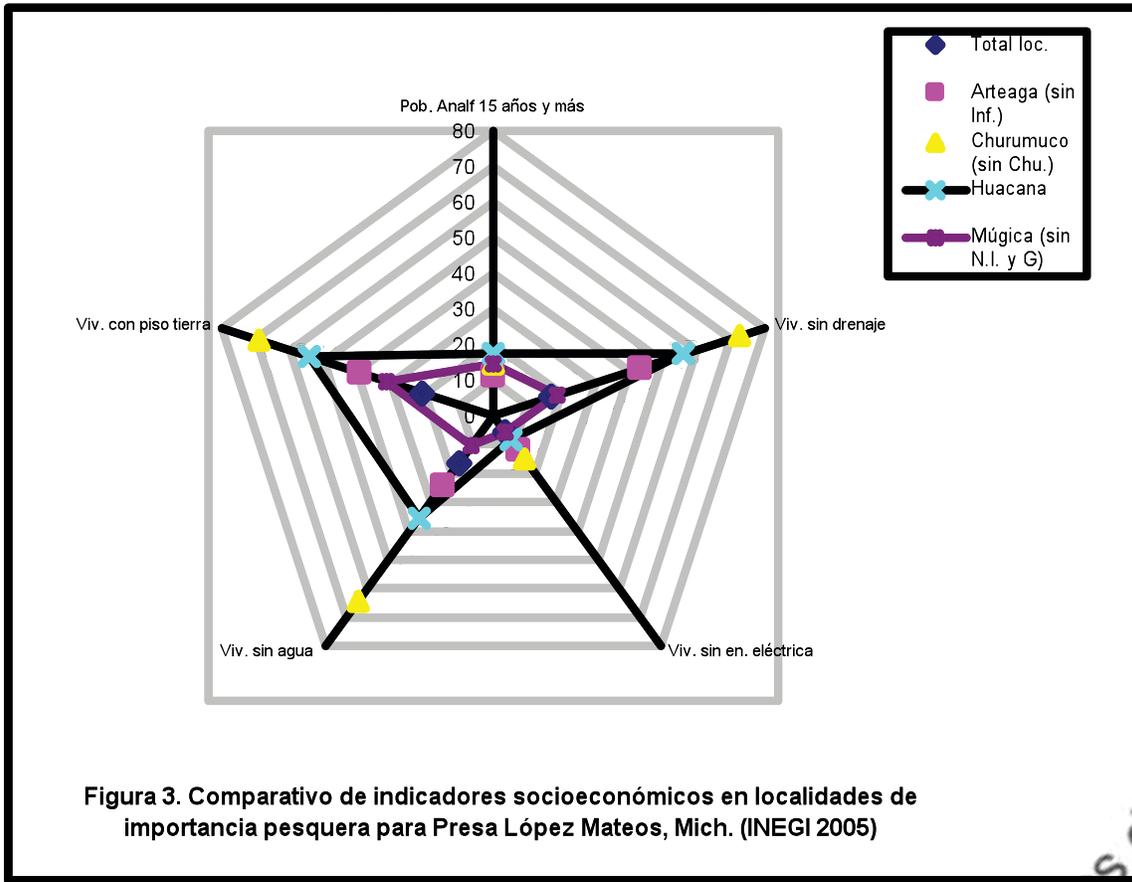
Las viviendas con cantidad con pisos de tierra, son las del municipio de Churumuco donde alcanzan el 69.3%, seguido de las de La Huacana con un 54.2%, Arteaga con 34.45% y Múgica con un 31.5%.

En resumen, de acuerdo a los indicadores seleccionados (Cuadro 8), las localidades de Múgica son las que presentan menos rezago en cuanto a cobertura de servicios excepto en el servicio de salud, nivel de escolaridad y características de la vivienda.

Cuadro 8. Indicadores que influyen en el grado de marginación de localidades seleccionadas con actividad pesquera en el embalse López Mateos. (INEGI, 2005)						
Porcentaje de:	Pob. Analf 15 años y más	Viv. sin drenaje	Viv. sin energía eléctrica	Viv. sin agua entubada	Viv. con piso de tierra	Loc. menos de 5 000 hab.
Total de localidades (48)	13.18	17.29	5.8	16.4	20.92	100
Arteaga sin Infiernillo	11.16	<b>43.24</b>	12	<b>24.32</b>	<b>39.63</b>	100
Churumuco sin Churumuco	14.58	<b>72.75</b>	15.1	<b>64</b>	<b>69.31</b>	100
Huacana	18.17	<b>54.65</b>	7.3	<b>38.5</b>	<b>53.6</b>	100
Múgica sin Nueva Italia y Gámbara	14.73	18.8	<b>5.42</b>	10.24	31.52	100

En la Figura 3 se presenta un comparativo de los porcentajes registrados en el conjunto de localidades pesqueras por municipio. Como se puede observar la curva registra los menores porcentajes en viviendas con piso de tierra, sin agua, sin energía eléctrica y sin drenaje, mientras que en población analfabeta se comporta igual que el resto. La curva con más altos porcentajes corresponde a Churumuco, seguida de La Huacana, mientras que las de Arteaga se encuentran un poco mejor.

Derechos de Autor



Esta tendencia de alta marginación se corrobora con el grado de marginación reportado por la CONAPO (2000) a nivel municipal (Cuadro 9).

Cuadro 9. Marginación en los municipios michoacanos del embalse López Mateos Infiernillo (CONAPO 2000)

Municipio	Índice de Marginación	Grado de Marginación
Arteaga	0.37758	Alto
Churumuco	1.18199	Muy alto
Huacana, La	0.53586	Alto
Múgica	-0.49	Medio

### 3. Tipología de productores.

Para de los tipos de productores identificados se consideraron los criterios de: características de los medios de producción que disponen, acceso a otros recursos productivos, principal fuente de ingreso, organización para la producción.

#### 3.1. Características de los medios de producción pesquera

##### 3.1.a. Características de medios de producción a nivel individual

De acuerdo a la encuesta de COMPESCA (2006) se entrevistaron en total a 16 pescadores de la localidad de Nuevo Centro, de los cuales, 11 pertenecen a la “Unión de Pescadores Nuevo Centro”, dos a la “Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Las Cahuingas S.C.L.”, uno a la “Unión de Pescadores Adolfo López Mateos” y dos no saben a qué organización de pescadores pertenecen.

Los pescadores ejercen su esfuerzo sobre dos especies principales, la tilapia *Oreochromis aureus* y la carpa *Cyprinus carpio*; la faena la realizan cinco días a la semana iniciando esta a las seis de la mañana y terminando en promedio a las 11:00 hrs.

#### **Características de los pescadores de Nuevo Centro, La Huacana.**

Los 16 pescadores encuestados tienen acceso al recurso mediante un total de 495 redes agalleras o *tumbos*; en promedio cada pescador tiene 31 redes. Con este tipo de artes de pesca capturan preferentemente tilapia y carpa; la abertura de luz de malla es de 3 ¼”, 3 ½”, 3 ¾” y 3”

#### Redes agalleras

Estas redes tienen una longitud promedio de 40 m. El tipo de hilo de malla es nylon monofilamento del número 0.17, 0.18 y 0.20; en la relinga superior e inferior utilizan cabo de polietileno del número 36, en donde fijan de 6 a 10 boyas, las que están hechas con botellas vacías y en la relinga inferior utilizan plomo de 0.5 a 1 Kg., Esta arte generalmente tiene un encabalgado de 30 y 50 %. De estas redes 10 (62.5%) tiene una luz de malla de 3 ¼ pulgadas, en tanto que tres (18.75%) son de 3 ¾”; dos (12.5%) de 3 ½” y una (6.25%) de 3”; el costo en promedio de red por pescador es de \$225 pesos.

Las redes las pueden trabajar a media agua o en su caso fijarlo a fondo, también las utilizan aboyado; para operarlas en los extremos de la red utilizan dos piedras o grampines atados a un cabo para fijar las redes en las zonas de trabajo.

#### Embarcaciones

Los pescadores encuestados tienen una embarcación menor cada uno, de las cuales ocho (50%) son operadas con remos y el restante (50%) con motor fuera de borda como medio

de propulsión; las cuales gastan en promedio por semana 62.8 litros de gasolina. Las embarcaciones que son tripuladas por una persona son 13 correspondiente al (81.25%) y tres (18.75%) son operadas por dos pescadores.

Las embarcaciones utilizadas por los pescadores son de diversos materiales, las más frecuentes son las de fibra de vidrio, seguidas de las de madera.

### **Características de los pescadores de Pinzandarán, Arteaga.**

Se entrevistaron a siete pescadores de la localidad de Pinzandarán, los cuales, están repartidos en seis organizaciones pesqueras las cuales son: “S.C.P.P. Atacual de S.C.L., “S.C.P.P. Emiliano Zapata S.C.L.”; “Unión de Pescadores San José de Anota”; “Unión de Pescadores La Algodonera”; “S.C.P.P. Cahuingas de S.C.L.; “Unión de Pescadores Adolfo López Mateos”.

Los pescadores ejercen su esfuerzo sobre dos especies principales, la tilapia *Oreochromis aureus* y la carpa *Cyprinus Carpio*; la faena la realizan cinco días a la semana iniciando esta a las seis de la mañana y terminando en promedio a las 11:00 hrs.

Los siete pescadores encuestados de Pinzandarán que tienen acceso al recurso pesquero en la presa El Infiernillo tienen en total 157 redes agalleras o tumbos; en promedio cada pescador tiene 22 redes. Con este tipo de artes de pesca capturan preferentemente tilapia y carpa; este tipo de redes son de una abertura de luz de malla de 3 ¼ pulgadas.

#### **Redes agalleras**

Estas redes tienen una longitud de 43 m en promedio. El tipo de hilo de malla es nylon monofilamento del número 0.17, 0.18 y 0.20; en la relinga superior e inferior utilizan cabo de polietileno del número 36, en donde fijan de 6 a 10 boyas, las que están hechas con botellas vacías y en la relinga inferior utilizan plomo de 0.5 a 1 Kg., Esta arte generalmente tiene un encabalgado de 30 y 50 %. De estas redes los siete pescadores, es decir el 100% tiene una luz de malla de 3 ¼ pulgadas; el costo en promedio de red por pescador de tres que contestaron es de \$183 pesos.

Las redes para su operación, los pescadores las pueden trabajar a media agua o en su caso fijarlo a fondo, también lo utilizan aboyado; para operarlo los pescadores, en los extremos de la red utilizan dos piedras o grampines atados a un cabo para fijar las redes en las zonas de trabajo.

#### **Embarcaciones**

Los pescadores encuestados tienen una embarcación menor cada uno, de las cuales dos son operadas con remos y cinco con motor fuera de borda como medio de propulsión; las cuales gastan en promedio por semana 206 litros de gasolina. Las embarcaciones que son

tripuladas por una persona son seis y únicamente una embarcación es tripulada por dos pescadores.

Las embarcaciones utilizadas por los pescadores son de diversos materiales, las más frecuentes son las de fibra de vidrio, seguidas de las de madera.

### **Características de los pescadores de Churumuco, Churumuco.**

Se entrevistaron en total a 13 pescadores de la localidad de Churumuco, de los cuales cinco pertenecen a la “Unión de Pescadores Churumuco”, cuatro a la “Unión de Pescadores Nuevo Centro”, dos son libres, uno no contestó y el último a la “Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera El Descansadero S.C.L.”.

Los pescadores ejercen su esfuerzo sobre dos especies principales, la tilapia *Oreochromis aureus* y la carpa *Cyprinus Carpio*; la faena la realizan cinco días a la semana iniciando esta a las seis de la mañana.

Los 13 pescadores encuestados de Churumuco que tienen acceso al recurso pesquero en la presa El Infiernillo tienen en total 191 redes agalleras o tumbos; en promedio cada pescador tiene 16 redes. Con este tipo de artes de pesca capturan preferentemente tilapia y carpa; este tipo de redes son de una abertura de luz de malla de 3 ¼, 3 ½, 3 ⅞.

#### **Redes agalleras**

Estas redes tienen una longitud promedio de 27 m. El tipo de hilo de malla es nylon monofilamento del número 0.17, 0.18, 0.20 y 0.25; en la relinga superior e inferior utilizan cabo de polietileno del número 36, en donde fijan de 6 a 10 boyas, las que están hechas con botellas vacías y en la relinga inferior utilizan plomo de 0.5 a 1 Kg., Esta arte generalmente tiene un encabalgado de 30 y 50 %. De estas redes ocho (61.5%) tienen una luz de malla de 3 ¼ pulgadas, en tanto que tres (23%) son de 3 ⅞” y dos (15.5%) de 3 ½”; el costo en promedio de red por pescador de seis que contestaron es de \$273 pesos.

Las redes las pueden trabajar a media agua o en su caso fijarlo a fondo, también lo utilizan aboyado; para operarlo los pescadores, en los extremos de la red utilizan dos piedras o grampines atados a un cabo para fijar las redes en las zonas de trabajo.

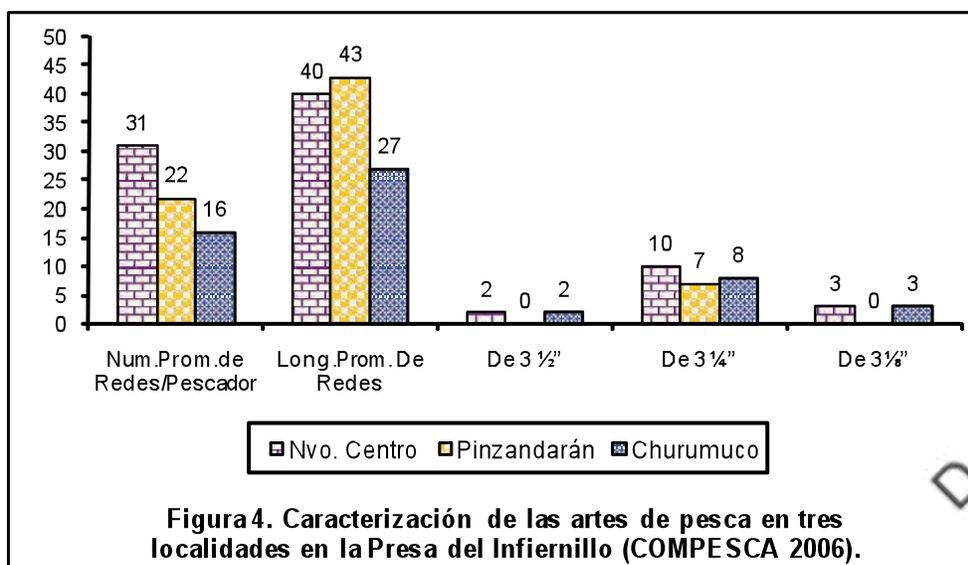
#### **Embarcaciones**

Los pescadores encuestados tienen una embarcación menor cada uno, de las cuales tres (23%) son operadas con remos; tres (23%) no contestaron y la mayoría, siete (54%) con motor fuera de borda como medio de propulsión; las cuales gastan en promedio por semana 51.5 litros de gasolina. Las embarcaciones que son tripuladas por una persona son nueve (69%); tres embarcaciones tripuladas por dos personas (23%) y una no contestó.

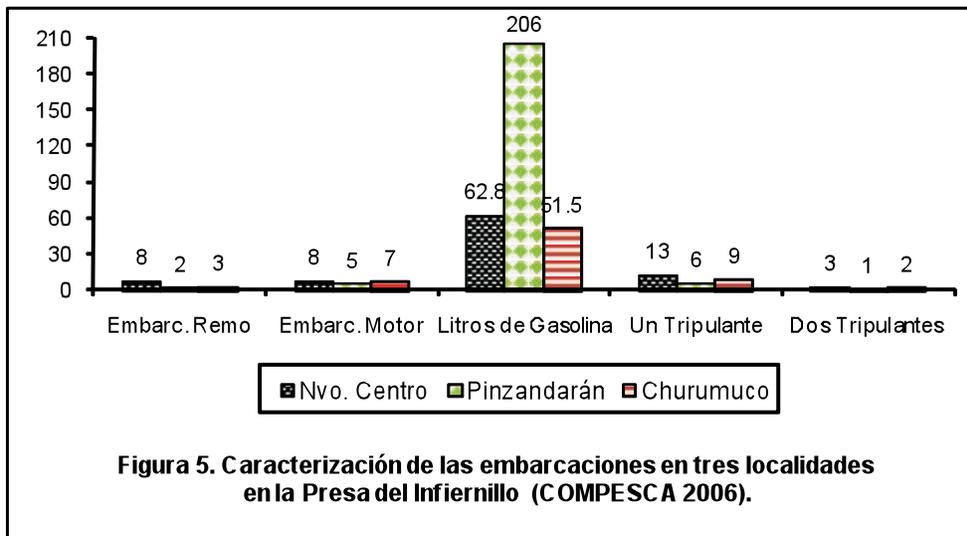
Las embarcaciones utilizadas por los pescadores son de diversos materiales, las más frecuentes son las de fibra de vidrio, seguidas de las de madera.

Al comparar las tres localidades (Nvo. Centro, Pinzandarán y Churumuco) en cuanto a la caracterización de las artes de pesca utilizadas por los pescadores, Nvo. Centro tiene un mayor número de artes de pesca, en promedio 31 redes por pescador, seguido por Pinzandarán con 22 y por último Churumuco con 16, por lo que podemos decir que en Pinzandarán se ejerce un poco de mayor presión al recurso pesquero ya que en esta localidad únicamente se entrevistaron a siete pescadores y aún con esto ocupan el segundo lugar en número de mallas por pescador (Figura 4).

También se puede observar que en Pinzandarán la longitud de sus mallas es mayor que en las otras dos localidades, lo cual le da una mayor probabilidad de pesca. En general el tamaño de luz de malla más utilizado por los pescadores en las tres localidades es de 3 1/4".



En la Figura 5 se realizó una comparación en lo referente a las embarcaciones de estas tres localidades, hay un mayor número de embarcaciones que operan con motor como medio de propulsión en Nuevo Centro, así como de remo tripuladas por una persona. Pinzandarán es la localidad donde más litros de gasolina gastan con 206 litros en promedio por pescador estando muy por encima de Nuevo Centro y de Churumuco.



### 3.1.b. Equipamiento productivo: Formas de acceso

Entre los materiales que con mayor frecuencia hay que renovar se encuentran las mallas para pescar. De acuerdo a las encuestas realizadas a líderes de organizaciones pesqueras la vida promedio de las mallas es de tres meses, debido principalmente al constante deterioro provocado por el pez armado. El sistema más usado para la compra de mallas es crédito con el comprador de tilapia.

El comprador ha desarrollado un sistema de compra - venta a través del crédito a la palabra, a cambio de la entrega de tilapia y con ello el pago en especie, él abastece al pescador principalmente de madejas de redes, equipamiento y hasta despensa de abarrotes. Así en el pago semanal él controla la cantidad que le va a cobrar al pescador y lo que le va a pagar en efectivo. Los pescadores saben que tanto el precio de las redes, el equipo y hasta el abarrote es más alto que el que conseguirían en el pueblo, sin embargo, prefieren comprar en estas condiciones ya que el comprador entrega la mercancía a crédito, en pequeños pagos.

De acuerdo a las encuestas a líderes de organizaciones pesqueras en las organizaciones que pertenecen a La Huacana en términos de equipamiento o infraestructura productiva colectiva ninguna organización manifestó poseer algo, en la misma situación se encuentran las dos organizaciones de Múgica. De las cuatro organizaciones de Churumuco, sólo una tiene una procesadora de pescado equipada con cámara frigorífica y equipo de fileteo de manera colectiva y en Arteaga una organización posee un área techada que utilizan como punto de reunión. Las embarcaciones, los motores y las redes se consideran bienes privados que pertenecen al pescador. Este equipo se obtiene generalmente a crédito con el comprador, la proporción de pescadores varía en cada región, en el caso de Churumuco se estimó que el 100% de los pescadores consiguen a crédito las redes con el comprador, las organizaciones de los otros municipios recurren en menor proporción con el comprador y

eventualmente han conseguido con los gobiernos municipales, autoridades de pesca y hasta con comerciantes poderosos algunas madejas de redes (de 5 a 20 por pescador), especialmente durante tiempos de proselitismo.

Las embarcaciones son el otro medio que más se consigue por la vía de crédito con los compradores. Estos pescadores se ven obligado a trabajar para este comprador hasta terminar de pagar sus deudas, si es que algún día el comprador lo deja pagar sus deudas. En Churumuco y La Huacana es donde más se emplea este sistema.

**Cuadro 10. Medios de producción en organizaciones de pescadores. Diciembre 2008**

Organizaciones por municipio	Infraestructura colectiva	Redes de pesca		embarcaciones	
	Actual	total	A crédito con el comprador	total	A crédito con el comprador
Churumuco	una procesadora	20,745.00	100%	454	51.54%
Arteaga	un almacén	8,515.00	84%	274	16.40%
Huacana		16,474.00	50%	579	62%
Múgica		1,120.00	50%	52	10%
Total		46,854.00		1359	

Este sistema de intercambio de mercancías en especie (tilapia por abarrote, herramientas, equipo o efectivo) le ha otorgado el control absoluto a los compradores sobre el precio del pescado.

### 3.2. Acceso a otros recursos productivos

#### 3.2.a. Tenencia de la tierra

El acceso a la tierra es una garantía de seguridad en cuanto a la posesión de bienes para la producción. A nivel regional se estima que estos municipios cuentan con 106 ejidos y comunidades agrarias los cuales abarcan la mayoría del territorio, los municipios con mayor porcentaje de ejidos son Churumuco con un 80% de su territorio, Múgica con 80%, le sigue La Huacana con 61% y Arteaga con un 21% (Cuadro 11).

Cuadro 11. Tenencia de la tierra en Municipios que rodean Embalse López Mateos. INEGI, 1994					
Municipio	Total (ha)	Propiedad social	Porcentaje	Prop social Parcelada	No. Ejidos y Comunidades agrarias
Arteaga	345,477.00	83,051.80	24.04	18,157.00	19
Churumuco	112,412.00	89,366.90	79.50	24,935.40	21
Huacana	193,864.00	118,231.80	60.99	40,271.30	61
Múgica	37,869.69	30,324.00	80.07	38,969.00	5
Total	689,622.69	320,974.50	46.54	122,332.70	106

En el conjunto de localidades seleccionadas, se estima que hay aproximadamente 16 ejidos con aproximadamente 466 beneficiarios. Una de las principales actividades productivas de estos ejidos es la ganadería extensiva, principalmente los que pertenecen a Arteaga y La Huacana, la segunda actividad es la pesca y finalmente la agricultura de riego en el caso de los ejidos de Música y una pequeña proporción de Churumuco.

De acuerdo a la opinión de los líderes de las organizaciones, en el caso de las organizaciones de Churumuco, Arteaga y La Huacana entre 30% y 40% de los pescadores acceden a la tierra por la vía del ejido, de estos aproximadamente un 50% se dedican a la ganadería, principalmente a la cría de ganado mayor y caprino. En el caso de Música se trata de pescadores sin acceso a la tierra, pero que complementan sus ingresos como jornaleros agrícolas.

En conclusión cerca del 65% de la población de pescadores organizados depende principalmente de la pesca para obtener sus ingresos, el resto lo complementa con la cría de ganado, venta de su fuerza de trabajo como jornalero agrícola y en la agricultura (Cuadro 12).

Cuadro 12. Estimación de número de pescadores y acceso a otros recursos. Diciembre 2008						
Organizaciones por municipio	En el padrón	En activo (%)	Libres en activo (%)	Total aprox. Activo (libres+organizados)	Pescadores del padrón con acceso a tierra (%)	Pescadores con tierra y ganadería (%)
Churumuco	508	90.7	53.14	706	44.4	42.4
Arteaga	275	95.2	39.69	366	42.5	65.9
Música	68	58.8	42.5	57	0	0
Huacana	751	76.4	86.7	1072	39.4	77
Total	1602			2201		

### 3.2.b. Normas de acceso a recursos productivos

Uno de los mecanismos más eficiente para el aprovechamiento sustentable de los recursos productivos, es la seguridad de la tenencia sobre el recurso, normas claras para el acceso a éste de manera que permita el reparto equitativo del usufructo entre los diferentes usuarios y sanciones aplicables para regular el acceso al recurso. El órgano que normalmente vigila y aplica las sanciones son los mismos usuarios conformados en una Asamblea y/o con algún comité encargado de la vigilancia.

En el caso del embalse López Mateos Infiernillo se identificaron factores que influyen directamente en las formas de acceso al recurso pesquero, esto son:

- El embalse pertenece al Estado<sup>1</sup> quien se lo apropió mediante la vía de la expropiación e indemnización en 1963.
- El Estado promovió, mediante la conformación de organizaciones de pescadores, el usufructo del pescado sin definir límites territoriales entre organizaciones, haciendo de este recurso un *bien común*.
- Este bien, a lo largo de 30 años de vida, ha generado diferentes tipos de usuarios entre los que se puede nombrar a la hidroeléctrica, los pescadores, ganaderos, transportistas, agricultores y comerciantes clandestinos.
- El órgano que debería vigilar el adecuado usufructo del recurso pesquero es el Estado, pero éste ha delegado esta responsabilidad a los diferentes usuarios sin definir reglas claras para el acceso al mismo.

Después de años de conflictos entre organizaciones pesqueras por la delimitación de áreas de pesca, creciente pérdida del rendimiento de pesca, y sobreexplotación en la década de los años 90, por iniciativa de un sacerdote de Churumuco se empezó a discutir entre los pescadores la necesidad de establecer acuerdos y definir algunas reglas para pescar. Estas normas son ampliamente conocidas y aparentemente respetadas por casi todas las organizaciones de pescadores de Michoacán, estas son:

- Respetar el horario de pesca de 6 AM a 3 ó 4 PM
- Levantar las redes el viernes
- No pescar el sábado
- Poner las redes el domingo

Con la creación de la norma oficial además se restringió el número de redes por pescador, la luz de malla y las prácticas de pesca.

En la opinión de los líderes encuestados, en Múgica ninguna organización tiene área delimitada para la pesca, ellos van siguiendo el agua y conviven amigablemente con los pescadores de La Huacana. En Churumuco el 75% de las organizaciones no tiene área de pesca delimitada porque el agua de la presa se recorre paulatinamente iniciando la temporada de sequía y el pescador tiene que ir siguiendo el agua, en Arteaga el 66% de las organizaciones tampoco tienen límites definidos a pesar de que a ellos no se les recorre el agua y en La Huacana donde las organizaciones tienen límites definidos ninguna

---

<sup>1</sup> Estado.- en el presente documento se emplea como sinónimo de cualquier instancia de gobierno que incide en el área social, económico productiva y ambiental de la región.

organización los defiende o respeta. En conclusión el pescador tiene libre acceso a las áreas de pesca y depende de su equipo hasta donde pueda acceder.

Recientemente con el apoyo de la policía municipal y pesca, en el caso de Churumuco y Múgica, y de nuevos “inspectores civiles”<sup>2</sup> hay una fuerte presión en las organizaciones por evitar la atarraya (Cuadro 13)

Organización e por municipio	No. Organizaciones	Con área delimitada (%)	Evita la atarraya (%)
Churumuco	4	25	25
Arteaga	6	33	83
Huacana	18	78	38
Múgica	2	0	100

Siendo así, en el embalse López Mateos se identifican cuatro factores que definen el actual acceso al recurso pesquero:

- Alta demanda de pescado de tallas ilegales
- Ausencia de límites definidos como áreas de aprovechamiento y conservación a nivel de organizaciones pesqueras.
- Libre acceso a los diferentes usuarios de este bien común
- Ausencia de un órgano con suficiente autoridad que permita vigilar y aplicar las sanciones pertinentes a quienes violen las normas oficiales.

Desafortunadamente el presente escenario se traduce en una situación tipificada como “la tragedia de los comunes” en la que todos los usuarios hacen uso, extraen y aprovechan el recurso, sin vigilar por su bienestar y un manejo racional.

### 3.3 Organización de productores:

#### 3.3.a. Tipo de organizaciones

En total se identificaron 30 organizaciones de pescadores, las figuras jurídicas dominantes son uniones y cooperativas. Se estimaron 16 uniones y 14 cooperativas.

Las uniones son una forma de organización social integrada por personas físicas con base a intereses comunes, se rigen mediante sus propias bases constitutivas. No están contempladas en la Ley General de Sociedades Mercantiles, por lo que su presencia legal en algunas instancias de Gobierno no es válida jurídicamente.

<sup>2</sup> Inspectores civiles- en el documento se emplea como sinónimo, de acuerdo con los encuestados y comentarios de los pescadores, a trabajadores empleados por las bandas de mafia conocidas localmente como los “Z” y “la familia michoacana”.

En un nivel jerárquico se encuentra muy por debajo de una Sociedad de Producción Rural y de la Sociedad de Seguridad Social. Fiscalmente tampoco tiene presencia.

Las cooperativas, de acuerdo con la Ley General de Sociedades Cooperativas (Diario Oficial 4 julio 2001) son una forma de organización social integrada por personas físicas con base en intereses comunes y en los principios de solidaridad, esfuerzo propio y ayuda mutua, con el propósito de satisfacer necesidades individuales y colectivas, a través de la realización de actividades económicas de producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Están ampliamente reconocidas por instituciones financieras y jurídicas.

En la Huacana se identificaron 18 organizaciones de pescadores, 8 (44 %) son uniones y 10 (56%) son cooperativas. Éstas se encuentran en 24 localidades, en 14 casos estas localidades son núcleos poblacionales de ejidos, en otros casos son pequeñas propiedades o terrenos en litigio o tenencia irregular. Estas organizaciones agrupan aproximadamente a 751 pescadores empadronados, de los cuales se reconocen 574 activos.

Las organizaciones se integraron principalmente entre la década de los años 60 y 70 (52%), el 27% en los años 80 y las últimas (16%) en los 90. En promedio se estima que las organizaciones de La Huacana tienen 28 años de antigüedad

En Churumuco se identificaron 4 organizaciones de pescadores, todas son uniones, éstas se encuentran en 11 localidades de Michoacán, en 4 casos estas localidades son núcleos poblacionales de ejidos y una comunidad indígena. Además se cuenta con la presencia de pescadores de 6 localidades pertenecen al estado de Guerrero, estas son: Aratichanguio, Calera, Tamarindo, Tzetzenguaro, Potero Grande, Bejuco, Picacho, La Cajita. En estas organizaciones se estiman 508 pescadores empadronados de los cuales 461 se reconocen en activo.

Las organizaciones se integraron principalmente entre la década de los años 70 y 80. En promedio se estima que las organizaciones de Churumuco tienen 29.5 años de antigüedad

En Arteaga se identificaron 6 organizaciones de pescadores, 66% (4 casos) son uniones y 33% (2 casos) son cooperativas, éstas se encuentran en 9 localidades de Michoacán, en 5 casos estas localidades son núcleos poblacionales de ejidos y en dos casos se encuentran en propiedad privada y federal, es el caso de La Cooperativa El Platanito y la Unión San Simón. En estas organizaciones se estiman 275 pescadores empadronados de los cuales 262 se reconocen en activo.

Las organizaciones se integraron principalmente entre la década de los años 80. En promedio se estima que las organizaciones de Arteaga tienen 23.6 años de antigüedad

En Múgica se identificaron 2 organizaciones de pescadores, las dos son cooperativas, éstas se encuentran en 5 localidades, en todos los casos son núcleos poblacionales de ejidos una de ellos de Nueva Italia. En estas organizaciones se estiman 68 pescadores empadronados de los cuales 40 se reconocen en activo.

Las organizaciones se integraron en 1975 y 1990. En promedio se estima que las organizaciones de Arteaga tienen 25.5 años de antigüedad

### 3.3.b. Equipamiento de organizaciones

A pesar de la antigüedad de la mayoría de las organizaciones la gran mayoría no cuenta con equipo o infraestructura colectiva. Se registraron evidencias de iniciativas oficiales por el equipamiento de empresas procesadoras de pescado a finales de los años 80 y en la década de los años 90. Es el caso de los “grandes elefantes” en ruinas, la procesadora de La Obra y La Torre en Churumuco y La Fileteadora de El Platanito, Arteaga. De acuerdo con los testimonios de pescadores el Estado dotó de esta infraestructura a las cooperativas, pero después de pocos años de uso en el caso de la Coop. El Platanito, ésta se abandonó por problemas organizativos. Y en el caso de Churumuco ni siquiera se terminó la construcción.

Parece que la estrategia de transferencia tecnológica no mantuvo un esfuerzo sostenido que permitiera el fortalecimiento organizativo y con ello la apropiación del proceso de la cadena productiva y la infraestructura.

Sin embargo, algunos trabajadores del Estado si lo logran, algunos se apropian de infraestructura de las paraestatales y otros crean sus propias empresas.

Actualmente sólo se encuentra con una empresa social en la región, es la procesadora de la U. de P. de Churumuco, que recientemente por la inquietud de un grupo de los socios consiguió el equipamiento de una fileteadora, con mesas de trabajo, cámara de enfriamiento con capacidad de 3 toneladas, actualmente se encuentran en la segunda fase de equipamiento que consta de techado y almacenamiento de agua. A contracorriente con las fileteadoras privadas de Churumuco, esta pequeña empresa logró trabajar en la temporada de cuaresma del 2008. Entre los aprendizajes más importantes de la organización son: i) integrar un comité administrativo que únicamente se dedique a administrar, ii) involucrar a los socios en comisiones de limpieza y comercialización, iii) promover prácticas de compra-venta más equitativas en beneficio del pescador y de la empresa social.

### 3.3.c. Logros

Una de las preguntas obligadas a los líderes de las organizaciones fue ¿qué se ha logrado de manera organizada en los últimos 10 años?. Prácticamente en todos los casos no hubo una respuesta afirmativa, los logros que se mencionaron son subsidios que ha dispuesto el Estado para el fomento pesquero.

En La Huacana, de las 18 organizaciones, 11 han recibido algo y 7 no recordaron nada. El más recordado es el apoyo con el 50% del costo de las redes en 4 casos, otro son cursos sobre procesamiento de pescado (2 casos), reparación de embarcaciones (2 casos) y el apoyo para una procesadora (2 casos).

En opinión de los beneficiarios, los apoyos fueron buenos pero es necesario aumentar estos apoyos.

Como se observa en el cuadro siguiente uno de los apoyos con mejor aceptación y más demanda son las redes bajo el mecanismo de subsidio, una parte del costo la pone el pescador y otra el Estado.

El segundo más demandado es el equipamiento de embarcaciones seguido de motores, los cuales se consiguieron recientemente en Churumuco con el apoyo de las Autoridades municipales y de Pesca.

Los cursos de capacitación son muy bien aceptados pero manifiestan que hace falta darles seguimiento a la implementación de acciones y proyectos derivados de estas capacitaciones.

El apoyo con jaulas es el más mencionado y a su vez el más rechazado, la primera causa es el costo del alimento, la segunda es por el robo de mojarra y con ello la demanda de cuidado permanente, la tercera es que hay zonas que no son apropiadas para ello. En términos generales todas las organizaciones esperan más estímulos por parte del Estado, ya sea materiales o en capacitación.

Cuadro 14. Acciones de fomento pesquero promovidas por el Estado en la región los últimos 10 años. Dic. 2008

Organizaciones por municipio	Mujejas y piola		curso procesamiento		curso fibra		jaulas		equipamiento		estufa solar cocer pez	
	No. Org. Que mencionan	Año	No. Org. Que mencionan	Año	No. Org. Que mencionan	Año	No. Org. Que mencionan	Año	No. Org. Que mencionan	Año	No. Org. Que mencionan	Año
Huacana	4	2001, 02, 04, 08	2	2004, 05	2	2004, 05	2	2006, 08			1	2004
Churumuco			1	2008	2	2008	2	1991, 2008, 2000, 02, 03, 04	2	2008		
Arteaga	1	1985			1	2008	4		1	2006		
Múgica	1	2008			1	1999						
Total	6		3		6		8		3		1	

Como se puede observar son muy pocos los estímulos en 9 años por parte del gobierno, el más frecuente es el más efímero y de menor inversión, madejas de redes.

Tampoco se observa una estrategia sostenida de fomento pesquero, se apoya con redes y se tiene el problema de la excesiva presencia de redes; se dan algunos cursos de procesamiento pero no se cuenta con un programa de fomento a la transformación; las capacitaciones para mantenimiento de equipo se presenta en forma muy aislada y los de equipamiento son muy escasos y puntuales.

¿Tiene el Estado definida alguna estrategia para el fortalecimiento productivo de las organizaciones?, si no la tiene, ¿a quién le corresponde?

### 3.3.d. Principales dificultades

De acuerdo a la encuesta a líderes de las organizaciones de pescadores, las dificultades que con mayor frecuencia se nombraron son: la presencia del pez armado en la presa y con ello la reducción de la vida útil de las redes, las constantes violaciones a la norma oficial y las acordadas entre las organizaciones, la baja rentabilidad y reducción del rendimiento, el rapaz intermediarismo y el control de precios, el debilitamiento de las organizaciones y el abandono de programas públicos de fomento pesquero. Sin embargo, existe consenso en que los principales problemas son: para las organizaciones de Churumuco y Arteaga las dificultades prioritarias están relacionadas con las violaciones a las normas para un aprovechamiento racional del recurso.

Para lo cual han implementado un refrendo a los acuerdos de levantar las redes el viernes, no pescar dos días a la semana, respetar el horario de pesca de 6 AM a 3 PM, solicitar el apoyo de la policía municipal para la inspección y vigilancia e incentivar al pescador mediante estímulos de equipamiento de embarcaciones y motores.

Mientras que para las organizaciones de Múgica y La Huacana la prioridad es controlar la presencia del pez armado en la presa, para lo cual no han hecho más que tirarlo en la orilla de la presa y hacer llegar su solicitud al Estado para que se resuelva este problema.

Entre las prioridades secundarias, aparecen las violaciones a la norma en La Huacana, el bajo precio de venta en Churumuco, donde se ha tratado de impulsar el procesamiento y comercialización directa por parte de la U. de P. de Churumuco con fuertes obstáculos por parte de la competencia. La falta de apoyo a las organizaciones en Arteaga, donde algunas organizaciones se están reintegrando para gestionar apoyos vía el subsidio de jaulas de engorda y equipamiento, mientras que en Múgica una de las organizaciones (C. Huerta de Gámbara) para solucionar su problema, ha acordado suspender la pesca hasta que cada pescador haya cambiado sus redes por la talla oficial y actualmente está gestionando un apoyo para el establecimiento de una procesadora de tilapia.

Organizaciones por municipio	Prioridad 1 (Porcentaje de organizaciones que opinaron)		Prioridad 2 (Porcentaje de organizaciones que opinaron)			
	violación a normas pesca	pez armado	violación a normas pesca	bajo precio de venta	falta apoyo a las organizaciones (equipamiento)	desorganización
Churumuco	50			25		
Arteaga	66				50	
Múgica		100				100
Huacana		27	16			

Sin embargo, la solución de estas prioridades no sólo dependen de las organizaciones, los líderes opinan que para controlar las violaciones a la normatividad pesquera, se requiere del funcionamiento de las autoridades de pesca, sobre la función de éstas así como instituciones relacionadas, en términos generales, opinan que hay una fuerte ausencia de las autoridades en la región, no hay inspección ni vigilancia en tiraderos clandestinos de desecho de tilapia, luz de mallas y prácticas de pesca, a los compradores y manejo de del producto. Aproximadamente un 13% de las organizaciones hacen mención de la labor de inspección y vigilancia de “inspectores civiles” que mediante medidas de fuerza intimidatoria, coercitiva y amenazas han logrado en pocos meses controlar el uso de atarraya, el motoreo y el robo de motores (Cuadro 16).

Cuadro 16. Lista de opiniones sobre el funcionamiento de las Autoridades de pesca en la región. Diciembre 2008	
Opinión	Porcentaje de organizaciones que opinaron
no vienen/no hacen nada	63.33
falta inspeccion de tiraderos	23.33
falta inspeccion de mallas	20.00
hasta ahora el gobierno de la letra inspecciona y vigila	13.33
falta inspeccion sanitaria a compradores	10.00
abandono completo de las organizaciones	6.67
son groseros con la gente	3.33
no piden credencial a pescadores libres	3.33
estar bien regular motores	3.33
no conviene que vigilen porque solo sacamos mojarra chica	3.33
falta inspeccion del lado de guerrero	3.33
se apoya a los libres por igual, demerita a las organizaciones	3.33

En cuanto a la presencia del pez armado en la presa varios líderes están consientes de que este organismo llegó para quedarse, que no afecta a la población de tilapia y que es un recurso potencial pero que se necesita hacer mucha labor para que los consumidores lo acepten y lo demanden. Otros opinan que lo echaron al propósito y que el Estado debería acabar con él, les da mucho asco y repulsión (Cuadro 17).

Cuadro 17. Lista de opiniones sobre la presencia del pez armado en el embalse López Mateos. Dic. 2008

Opinión	Porcentaje de organizaciones que opinaron
deteriora las redes	60.00
compite por espacio y cría más que la mojarra	36.67
esta sabroso	30.00
se necesita promover su consumo	30.00
mal manejo de desecho, contaminamos	26.67
come mojarra	20.00
vino del Balsas	16.67
lastima los dedos	10.00
lo echaron al propósito en la presa	10.00
espanta la mojarra	10.00
vino de la presa de Churumuco	6.67
el desecho se lo come el ganado	6.67
llegó por accidente	6.67
daña la tilapia	3.33

### 3.3.e. Retos para las organizaciones

Dada la prioridad de superar la condición de marginación en que se encuentran las localidades de pescadores en la región, en la opinión de los líderes, ellos plantean retos para el desarrollo de sus organizaciones y con ello de los pescadores. Esto requerirá del esfuerzo tanto de ellos como de instituciones, gobiernos. Los retos se agruparon en los relacionados con el a) fortalecimiento organizativo, en este aspecto para las organizaciones de La Huacana la mayoría opinó que se debería fomentar la capacitación en cooperativismo administración y gestión de proyectos así como en diversificación productiva; para las de Churumuco en el desarrollo de habilidades para mejorar el trabajo; para las de Arteaga y Múgica en la dotación de créditos.

b) Regulación ambiental, para las organizaciones de la Huacana la mayoría opinó que debería regular la disposición de desechos y respetar la normatividad y capacitar en normatividad; para las de Churumuco la capacitación y para las de Arteaga y Múgica la prioridad es la regulación de desechos.

c) Comercialización de productos, las organizaciones de La Huacana opinan que para mejorar el precio de venta es necesario mejorar el diálogo con los compradores y promover la unión de las organizaciones para ellas regular el precio de venta; las de Churumuco opinan que es necesario que se capacite a los pescadores en este tema y las de Arteaga y Múgica opinan que es necesario el diálogo con los compradores.

d) Fomento microempresarial, para las organizaciones de La Huacana y Múgica la prioridad es el equipamiento de fileteras o procesadoras; para las de Churumuco el mejoramiento genético lo que permitirá recuperar paulatinamente los rendimientos y para las de Arteaga una opción son las engordas de tilapia y su venta certificada.

e) Diversificación, en este aspecto sin duda para todas las organizaciones la opción fue el fomento del aprovechamiento del pez armado.

Otro reto de relevada importancia para los pescadores es la conservación del recurso pesquero a través de la protección de áreas de anidamiento o desove de tilapia, a pesar de la escasa delimitación de las áreas de aprovechamiento por parte de las organizaciones, algunas de ellas han identificado áreas que por sus condiciones naturales son propicias para la reproducción de la tilapia, algunos líderes a pesar de estar consientes de la prioridad de protección de dichas áreas dijeron que en ciertas temporadas es en donde más acuden los pescadores.

Cuadro 18. Áreas prioritarias para la conservación en la opinión de líderes de organizaciones. Diciembre 2008.								
Municipio	Organización	paraje	área aproximada	uso potencial		uso actual		
				área de cría	zona de engorda	extracción sin control	abandonada	bajo protección
Churumuco	U.P. Churumuco	ancon de la obra y pitiral		X	X	X		
	U.P. Loma de Guayacán	piedra verde		X			X	
Arteaga	U.P. de Huidure	la loma	250 m de largo	X	X		X	
Múgica	S.C. El Letrero	San Pedro	20 has	X				
	S.C. Huerta de Gámbara	puente el Marquéz	4 km	X			X	

Cuadro 18. Opciones de fomento pesquero en la opinión de los líderes de organizaciones (%). Diciembre 2008				
Organización del municipio	Huacana	Churumuco	Arteaga	Múgica
<b>a. Fortalecimiento Organizativo</b>				
créditos	84.21	50.00	100.00	100.00
capacitación en cooperativismo	89.47	25.00	16.67	
capacitación al trabajo	78.95	75.00	16.67	50.00
diversificación productiva	89.47	50.00	16.67	
<b>b. Regulación ambiental</b>				
regulación de desechos pesqueros	89.47	25.00	33.33	50.00
vedas y artes	89.47	50.00	0.00	
capacitación en normatividad	89.47	75.00	16.67	
<b>c. Comercialización de productos</b>				
fomentar el diálogo entre pescadores y compradores	73.68	25.00	33.33	100.00
venta directa	68.42	25.00	16.67	
capacitación en comercialización	89.47	75.00	0.00	50.00
unión de organizaciones	73.68	25.00	33.33	
<b>d. Fomento microempresarial</b>				
equipamiento a fileteras	89.47	25.00	16.67	100.00
procesadoras a organizaciones	84.21	25.00	16.67	
mejoramiento genético	84.21	100.00	33.33	
engordas	10.53	25.00	66.67	
control sanitario	78.95	50.00	16.67	50.00
<b>e. Diversificación productiva</b>				
aprovechamiento del pez armado	100.00	75.00	83.33	100.00
fomento turístico	52.63	0.00		
artesanías	94.74	25.00		
producción de abonos y concentrados con los desechos de pesca	84.21	50.00		

De acuerdo con la información descrita sobre medios de producción de los que disponen los pescadores, no se registra algún medio que marque la diferencia entre los pescadores, tampoco en el empleo de formas para hacerse llegar de equipo y herramientas o las normas de acceso para el recurso. Por lo anterior se puede afirmar que los pescadores michoacanos

que trabajan en el embalse López Mateos Infiernillo, son un grupo con características socioeconómicas muy similares. Cabe señalar que el nivel de dependencia de los ingresos de esta actividad puede ser el criterio que permita distinguir dos grupos, el grupo de pescadores que dependen totalmente de esta actividad, el cual abarca aproximadamente el 60% de la población de pescadores y el grupo que tiene acceso a recursos complementarios o alternativos a la pesca, ya sea por el acceso a la tierra por la vía del ejido, cría de ganado o el jornaleo agrícola, que representa a aproximadamente el 40%.

Sin embargo, en cuanto a las formas de organización si se muestran diferencias, de manera puntual se pueden señalar los siguientes criterios:

- Tipo de asociación: unión o sociedad cooperativa
- Con infraestructura colectiva: en proceso de gestión, si
- Con mecanismos de vigilancia al interior: padrón de socios actualizado

A continuación se hace una propuesta de calificación del grado de fortaleza organizativa de acuerdo a los criterios anteriores, esto con el propósito de contribuir a la identificación de sujetos potenciales como usuarios de avances tecnológicos.

(Mpio+Org+Nb)	clave de ficha de captura	nombre	tipo de organización		Infraestructura colectiva util		Padrón actualizado	calificación	fortaleza organizativa
			Unión	Cooperativa	en gestión	si			
chU1		U. de Pescadores de Churumuco	1				2	1	4 muy buena
muC17		Cooperativa huerta de gambara			2	1		1	4 muy buena
HuC1		Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Los Cirianritos			2			1	3 buena
HuC2		Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cahuingas			2			1	3 buena
HuC8		Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Potrerillos de Rentería			2			1	3 buena
HuC12		Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Piedra Verde			2			1	3 buena
HuC13		Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera El Infiernillo			2			1	3 buena
HuC15		cooperativa de pescadores unidos de oropeo			2	1			3 buena
arC11		cooperativa atacual			2		1		3 buena
HuC3		Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pedricos			2				2 baja
HuC4		Union de Pescadores Nuevo Centro	1					1	2 baja
HuC5		Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera San Pedro Barajas			2				2 baja
HuC6		Union de Pescadores Adolfo López Mateos	1					1	2 baja
HuC9		Union de Pescadores El Veladero	1					1	2 baja
HuC10		Union de Pescadores El Colorado	1					1	2 baja
HuC11		Union de Pescadores El Canelo	1					1	2 baja
HuC14		Union de Pescadores San Miguel	1					1	2 baja
HuC16		Cooperativa Curicave			2				2 baja
HuC17		Cooperativa Sinagua			2				2 baja
arC15		Cooperativa el Descansadero			2				2 baja
muC16		Cooperativa el Letrero			2				2 baja
HuC7		Union de Pescadores El Mezquite	1						1 muy baja
HuU18		U. de pescadores el Lindero	1						1 muy baja
chU2		U. de pescadores del Guayacan	1						1 muy baja
chU3		U. de pescadores de San Martin de la Luz	1						1 muy baja
chU4		U. de pescadores Loma del Guayacan	1						1 muy baja
arU10		U. de pescadores pinzandaran	1						1 muy baja
arU12		U. de pescadores el huindure	1						1 muy baja
arU13		U. de pescadores los Nopales	1						1 muy baja
arU14		U. de pescadores Democráticos	1						1 muy baja

Como se puede observar, sólo dos organizaciones calificaron con un grado muy bueno, éstas representan el 11% del total, siete con un buen grado representan el 38%, con un bajo grado 12 organizaciones y representan el 66% y muy bajo nueve organizaciones y representan el 50%.

Cabe mencionar que esta es una propuesta perfectible, ya que hay otros aspectos que no se tomaron en cuenta por falta de información como, grado de endeudamiento con los compradores, nivel de negociación del precio de venta con el comprador y respeto de acuerdos al interior de cada organización.

#### 4. La cadena productiva

##### 4.1. Manejo del producto y subproductos

###### 4.1.a. Centros de Acopio de pescado

Una vez extraído el pescado del agua, el pescador para entregarlo tiene que eliminar las vísceras, lo cual va haciendo a lo largo de camino de regreso hacia su centro de acopio, arrojando por la borda el desecho, o al llegar, en la orilla del centro se eliminan vísceras e individuos completos de pez armado. En todos los casos, en los Centros de Acopio de pescado hay fauna nociva: perros 76%, aves de rapiña 70% y puercos 35%. También hay mucha basura no biodegradable.

El lugar de compra-venta no cuenta con ninguna medida o inspección sanitaria para el manejo del producto.

Se registraron 17 Centros de Acopio, 56% en el territorio de La Huacana, 37% localizados en Churumuco y 12% en Arteaga. A estos centros se han identificado aproximadamente 1000 pescadores de diferentes organizaciones pesqueras.

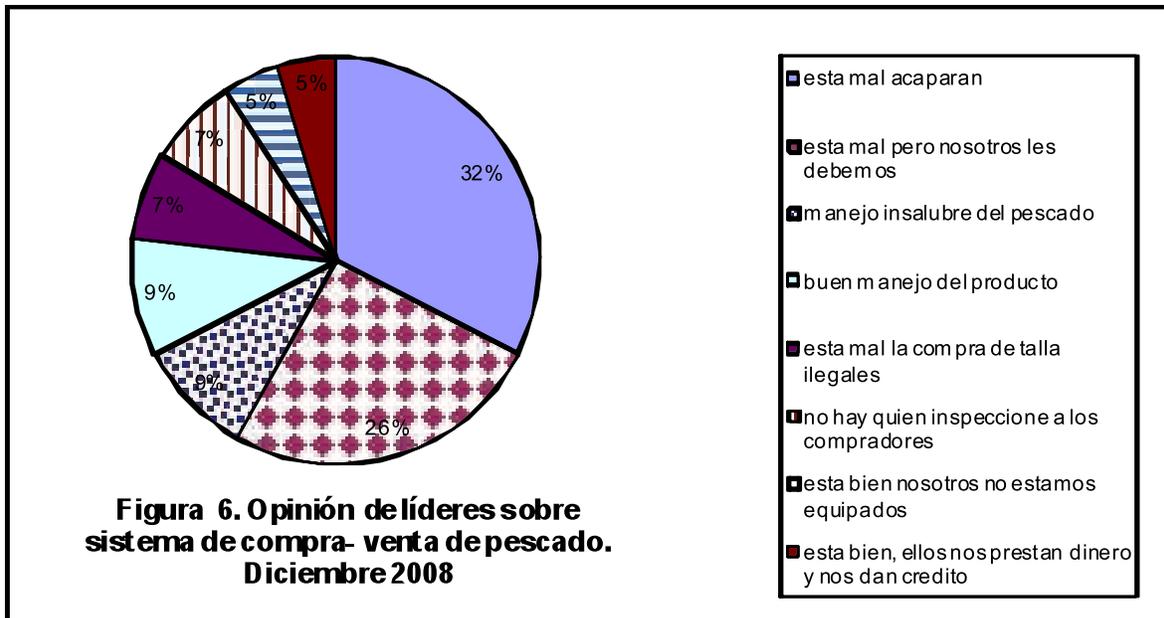
###### 4.1.b. Los compradores: “Dios aprieta pero no mata”...

En toda la región a los compradores se les llama *patrones* ¿Por qué se les llama *patrones*?, el comprador facilita al pescador en forma de crédito, a tasas usureras y que sólo él conoce, redes, lanchas, despensa y abarrotes, préstamos personales. La principal forma de pago es en especie y a precios que varían en cada centro y para cada pescador.

Los centros de acopio con más compradores son La Torre y La Obra de Churumuco donde se han registrado 6 compradores diferentes en cada centro.

Cada comprador trae hielo en su camioneta, palas, báscula y a veces guantes. Frecuentemente hay un encargado de pesar el pescado y el comprador determina el valor de la carga y la cantidad de efectivo que se entrega al pescador.

Así la opinión de los líderes sobre este sistema va desde la resignada aceptación del sistema e incluso lo aceptan con agradecimiento “al patrón” pues sin trámites administrativos los apoya, hasta total rechazo, como se muestra en la Figura 6.



#### 4.1.c. Procesamiento local del pescado: Las Fileteras

Una vez que el producto sale del centro de acopio una proporción de la carga sale fuera del Estado y otra se queda para un primer paso de transformación el fileteo.

Se han identificado 31 fileteras dispersas a lo largo de localidades rurales, 41% se encuentran en territorio de Churumuco, 38% en La Huacana y 19% en Arteaga, en 50% de los casos los dueños son habitantes locales, los otros viven en Uruapan, Nueva Italia y Churumuco.

Las fileteras cuentan con una escasa infraestructura, todas tienen una báscula, acceso a agua corriente para el lavado del pescado y mesas (metálicas y de madera). Sólo 16% cuentan con asientos para las trabajadoras, 77% con techo y 80% con piso de cemento.

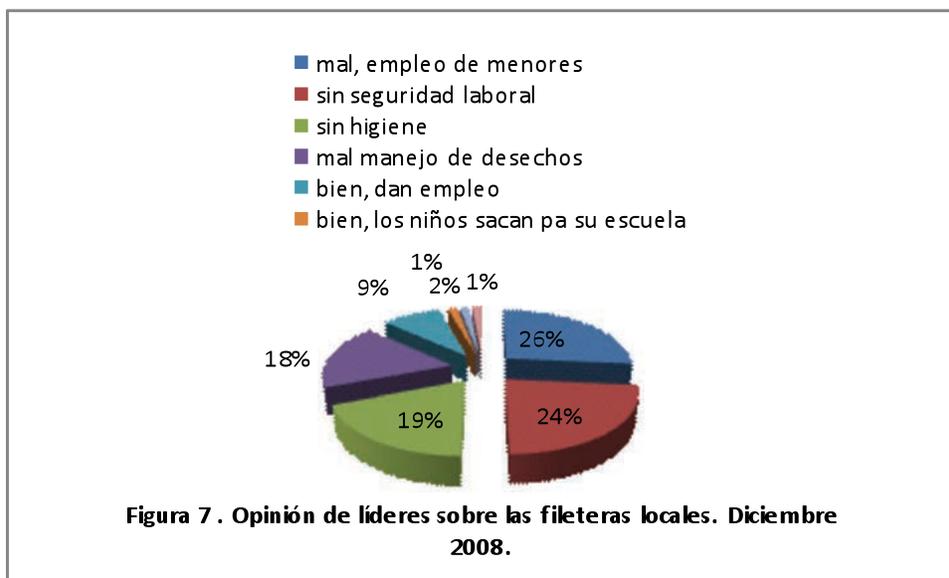
La cantidad de trabajadores varía mucho y depende de la temporada de pesca. En el mes de Enero-Febrero 2009 se han registrado aproximadamente 609 trabajadores, de los cuales 31% son mujeres adultas, 41% son jóvenes de ambos sexos y 27% niños y niñas (166 menores).

Ningún trabajador tiene alguna prestación de ningún tipo, ni siquiera cuando se presentan accidentes con los cuchillos.

Tampoco se observan medidas de manejo higiénico ni de inspección. No se cuenta con ningún tipo de supervisión por el empleo de niños y niñas a lo largo de los cuatro municipios, incluso en la cabecera de Churumuco la cual concentra 8 fileteras en la ciudad.

El horario de empleo va de 10, 12, 14 horas hasta las 16, 18 ó 20 horas. Trabajan 6 días a la semana y la jornada diaria en promedio es de 5 horas diarias.

En la opinión de los líderes las fileteras locales, son una fuente de contaminación y de empleo muy marginado, a pesar de que es una importantes fuente de empleo y esto representa una fuente de ingresos complementarios y frecuentemente la única fuente de ingresos cuando las trabajadoras son madres solteras (Figura 6).



#### 4.1.d. Manejo de desechos de pescado

En cuanto al manejo de los desechos del pescado de las fileteras, el desperdicio está formado de cabeza, esqueleto, piel y hueso. De las 31 fileteras identificadas, 25% tiran su desecho en un basurero oficial (el de Churumuco), 48% lo hace en diversos lugares en forma clandestina, el resto lo hace en su propiedad (3 casos). En 87% de los casos este desperdicio no se emplea para nada, en 12% de los casos (4) se emplea como alimento de ganado.

A pesar de que la mayoría de los tiraderos son clandestinos y en la vía pública es de dominio popular que estos pertenecen a alguien: 25% (8 casos) al municipio, 61% al dueño de la filetera y 12% (4 casos) a nadie.

Finalmente el filete se destina al consumo interno y se distribuye a diferentes lugares del Estado.

Se han localizado 25 tiraderos de desecho de los cuales 48% se encuentran en Arteaga, 36% en la Huacana y 16% en Churumuco. De estos un 4% pertenecen al municipio de Churumuco, 88% a su dueño y 4% a nadie. Aproximadamente estos tiraderos abarcan 2.2 hectáreas dispersas en pequeños manchones a lo largo de la carretera, o la entrada o salida de los poblados. La fauna nociva con mayor frecuencia observada fue en 72% de los casos registrados gusanos, seguido de aves de rapiña.

## 5. Conclusiones

De acuerdo a los indicadores socioeconómicos reportados por INEGI (2005), las localidades pesqueras del estado de Michoacán son unas de las más marginadas en términos de cobertura de servicios de salud, saneamiento doméstico, acceso de agua para uso doméstico y escolaridad promedio.

Uno de los factores que pueden influir en la posibilidad de adopción de innovaciones tecnológicas es el grado de escolaridad de los sujetos, según Schmelkes (2008), en teoría la educación, inclusive la educación básica, aumenta la capacidad de los individuos de percibir nuevos tipos de problemas, de clarificar dichos problemas y de encontrar formas de resolverlos. Esta habilidad, es uno de los mayores beneficios individuales de la educación en economías en proceso de modernización. La educación puede disminuir la aversión al riesgo, aumentar la agresividad hacia el uso de nuevas técnicas, contribuye a una actitud positiva ante la modernización, valora la asistencia técnica, facilita el contacto con el exterior, incrementa la capacidad de razonar con abstracciones y de comprender problemas complejos. Se ha correlacionado que con menos de 4 grados de escolaridad, un trabajador difícilmente accede a la adopción de innovaciones, aunque sí se cuenta con un contexto que estimula los cambios mediante incentivos financieros, oferta informativa, asesoría técnica y seguimiento, este mismo trabajador, con bajo nivel escolar puede acceder a la innovación.

Así un pescador con menos de 4 grados de escolaridad promedio y un contexto adverso hacia la innovación difícilmente accederá a experimentar, modernizarse o confiar en el exterior.

De acuerdo a las características de medios de producción y normas de acceso a los recursos no se notó una diferencia clara entre los pescadores de los cuatro municipios que rodean a la presa. Un elemento que podría diferenciar a los pescadores es que tan dependientes son de la pesca como principal fuente de ingresos. Así se estima que aproximadamente 60% de los pescadores son dependientes estrictos y el resto complementan este ingreso con el jornaleo agrícola, la agricultura y ganadería extensiva.

A lo largo de la descripción de la cadena productiva del pescado se describieron una serie de vacíos de autoridad que facilitan la sobreexplotación del recurso pesquero, entre ellos: i) la falta de seguridad en la tenencia del recurso, ii) la ausencia de reglas para acceder al recurso y garantizar su reproducción, iii) el vacío de autoridad a lo largo del proceso de producción, en la extracción, la compra, la transformación, el transporte y la comercialización y iv) la alta demanda de tallas ilegales de pescado.

Las organizaciones de productores son instituciones sociales antiguas, probablemente bien arraigadas en la región, pero que se encuentran en franco deterioro, desde su creación, hace más de 30 años, la política de fomento pesquero ha ido en constante abandono, lo cual se refleja en la percepción que los líderes tienen de las Autoridades de pesca, logros de las organizaciones, manejo de infraestructura colectiva y nivel de impunidad que se vive en cada fase del proceso de producción, de tal suerte que la presente cadena productiva más parece una cadena de abusos a: los pescadores, a las mujeres, jóvenes y niños que se

emplean en las fileteadoras, al consumidor que recibe un producto sin ninguna garantía sanitaria y finalmente al recurso pesquero. Sin embargo, este es el capital humano y natural que permite que en la región, la pesca represente el principal eje económico y con ello de retención de mano de obra joven, con bajos niveles de emigración local.

El actual sistema de procesamiento del pescado en la región, por el momento resulta ser una actividad rentable, sin embargo, requiere una serie de mejoras que garanticen: i) respeto a los derechos humanos de los menores, ii) el respeto a los derechos laborales de los trabajadores, iii) adquisición de materia prima legal, iv) seguridad sanitaria del producto y v) disposición adecuada de los desechos. Actualmente esta microindustria emplea a cerca de 3000 personas y cuenta con infraestructura básica ya establecida en la región, para fortalecerla los microempresarios necesitarán del esfuerzo conjunto de las instituciones relacionadas, para generar una política afirmativa que incentive el mejoramiento paulatino: créditos baratos, incentivos fiscales, asesoría técnica, innovación tecnológica, capacitación para el trabajo, premios de sanidad, fomento a la certificación.

Por la experiencia en el fileteo, dominio del mercado, infraestructura y capital de trabajo, la microindustria filetera probablemente sea el capital social con mayor oportunidad para la introducción y adopción del nuevo producto que representa el troncho de pez armado del infiernillo.

En este campo, el empleo femenino ha demostrado ser el capital humano más importante para la microindustria procesadora, tanto por la disponibilidad como por los requerimientos que demanda el fileteo, estas mismas características ofrecen una oportunidad para el tratamiento de los desechos y la diversificación productiva en la región con el desarrollo de una línea nueva de artesanías en la región y el Estado.

Tanto pescadores como microindustriales están consientes de la importancia del tratamiento de los desechos del pescado, sin embargo por un lado no se cuentan con recursos normativos que obliguen a esto a la disposición adecuada de estos desechos, no hay inspectores, ni recursos normativos para sancionar esta conducta. Por otro lado hay oportunidades para introducir el reciclamiento de estos desechos tanto en el sector agrícola como ganadero, actualmente hay experiencias en la región que demuestran el potencial de los desechos como enmienda orgánica en la agricultura con huerteros de papaya en Churumuco y como suplemento alimenticio para ganada en Arteaga. Hace falta un programa que estimule el reciclamiento de desechos: subsidio de maquinaria básica para el tratamiento de desechos, asesoría técnica para su empleo en la agricultura y ganadería, fomento micro empresarial a pescadores y fileteros para el tratamiento de desechos, estímulos financieros para ganaderos y agricultores que emplea desechos en su sistema de producción.

Es innegable que el agotamiento del principal recurso del embalse López Mateos, la tilapia, ha llegado a un nivel de agotamiento en el que se conjugan pérdida del vigor genético de la especie, sobreexplotación, malas prácticas de pesca y ausencia de mecanismos eficientes que regulen su pesca. Este escenario ofrece la mejor oportunidad para un programa de mejoramiento integral de este recurso pesquero, empezando por el mejoramiento genético en zonas adecuadas y potenciar el programa de siembra de crías que tiene el Estado, sin

embargo es necesario prever el impacto de la falta de control sobre el territorio pesquero, la fuerte presión sobre el recurso, la alta incidencia de robo, la baja escolaridad promedio de los pescadores y la falta de estímulos a la pesca certificada.

De acuerdo a los resultado de la encuestas tanto a pescadores, fileteros, empresarios y funcionarios, hay un buen nivel de consenso sobre la necesidad del aprovechar el pez armado y explotar el potencial de este recurso. La mayoría coincide en la necesidad de difundir su potencial entre el sector comercial y consumidor y probablemente incentivar su aprovechamiento. Son pocos los pescadores que no reconocen el valor nutritivo de este pez, es cuestión de tiempo para que los pobladores locales se apropien de este recurso y lo conviertan en otro producto de importancia económica del embalse López Mateos Infiernillo.

# **7. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

Derechos de Autor

# **INFORME DE POSDOCTORADOS**

Derechos de Autor

## INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

### ESTANCIA ACADÉMICA

#### DRA. MARÍA GISELA RÍOS DURÁN

##### Actividades específicas realizadas dentro del proyecto:

- Asesoría y codirección de Tesis de Licenciatura de la estudiante Citlalic Pimentel Acosta: “Uso del Bagre Armado (*Pterigoplichthys disjunctivus*) en ensilado ácido como fuente de proteína alterna en dietas para el cultivo de pez blanco de Pátzcuaro (*Menidia estor*)”. Experimento concluido; Tesis en proceso de escritura. (Entiéndase Pez Armado como Pez Diablo de Infiernillo)
- Elaboración y análisis de ensilados de pez diablo para alimentación de peces y cerdos (Anexo 1).
- Formulación y elaboración de dietas a base de subproductos de pez diablo, como es el caso de los ensilados para el crecimiento de juveniles de pez blanco (Anexos 2 y 3).
- Asesoría en la elaboración de dietas experimentales para peces utilizando fuentes alternas de proteína como ensilados e hidrolizados de pez diablo, para su posterior evaluación.
- Ensayo de alimentación con dietas elaboradas a base de ensilado de pez diablo, en juveniles de pez blanco de Pátzcuaro, en el que se evaluó, crecimiento, supervivencia y eficiencia alimenticia (Anexo 4).
- Ensayos de hidrólisis enzimática, con diferentes enzimas, para la elaboración de Hidrolizados de pez diablo.
- Colaboración para el montaje de corrales experimentales para llevar a cabo experimentos de alimentación en cerdos con ensilado de pez diablo.

- Participante en la Exposición de Pez diablo, degustación y exposición de artesanías elaboradas con subproductos de pescado, en la Expo-Feria Regional Michoacán 2008, 2-18 de mayo de 2008.
- Edición y coautoría del Folleto:

Martínez-Palacios, C.A; Castillo de Carvalho, E; Aguilar-Valdez, M.C. y **M.G. Ríos-Durán**. 2007. 10 Platillos fáciles y exquisitos preparados con pescado armado. Un obsequio de sabor de Sur América y Michoacán para México. Folletos de Divulgación Científica y Tecnológica del Consejo Estatal de Ciencia y tecnología de Michoacán, C+Tec. N°1. ISBN 968-5762-07-4. Morelia, Michoacán. 28p. (Entiéndase Pez Armado como Pez Diablo de Infiernillo)

- Edición del Folleto:

Martínez-Palacios, C.A. 2007. El Pez Armado del Infiernillo. Producto Michoacano de Alta Calidad para el consumo humano y animal. Folletos de Divulgación Científica y Tecnológica del Consejo Estatal de Ciencia y tecnología de Michoacán, C+Tec. N°2. ISBN 968-5762-07-4. Morelia, Michoacán. 16p. (Entiéndase Pez Armado como Pez Diablo de Infiernillo)

- Participante y expositor en la Feria de Ciencia y tecnología, del Proyecto: “Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento e industrialización del pez diablo en la región del Bajo Balsas en Michoacán”, celebrada en la Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión de la Ciudad de México, D. F. 21 de septiembre de 2007. El proyecto se expuso como representación del Estado de Michoacán en la Feria.
- Apoyo en la elaboración del primer informe para Fondos Mixtos del proyecto “Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento e industrialización del pez diablo en la región del bajo balsas en Michoacán”.

- Organizadora y Maestra de Ceremonias del evento: PRIMERA MUESTRA GASTRONÓMICA Y DE DEGUSTACIÓN: “UNA PROPUESTA ALIMENTICIA PARA HACER NEGOCIO” Y EXPOSICIÓN DE ARTESANÍAS ELABORADAS CON SUBPRODUCTOS DE PESCADO. Miércoles 23 de enero del 2008. En este evento se expuso la problemática del pez diablo en el infiernillo y las posibles alternativas para su aprovechamiento y utilización. Se llevó a cabo una degustación de diferentes platillos elaborados con pez diablo (pez o bagre armado). Se expusieron diferentes artesanías, bisutería y prendas de vestir elaboradas con pieles de pescado para mostrar posibles usos de los subproductos de la pesquería del Infiernillo.
- Presentación en congreso: C. A. Martínez-Palacios; E. M. Toledo-Cuevas; A. Campos-Mendoza; J. Fonseca-Madrigal; **M. G. Rios-Durán**; R. Rueda; E. Díaz-Pardo; T. Viana; I. Racotta Dimitrov; M. E. Palacios; A. Shimada; R. Pacheco; A. Sotelo-López; F. Arreguín; E. Gasca; M. Rodrigues de Souza y L. G. Ross. 2007. Desarrollo tecnológico para el aprovechamiento e industrialización del pez diablo en la región del Bajo Balsas. Presentación de Póster. 2do. Congreso IDEAR, para el futuro de Michoacán: Investigación, Desarrollo, Avances y Resultados. Junio de 2007. Morelia, Michoacán, México.
- Edición y coautoría del Libro: “Nutrición con sabor. Delicias del pez diablo”. En prensa (Ed. Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo). Realizado como una actividad para fomentar el consumo de pez diablo (pez armado), en el que se expone una alternativa del uso directo de esta especie actualmente no aprovechada en México.
- En el momento se está generando un manuscrito para su publicación y se llevará a cabo una presentación en el Congreso: 2nd Latin American Conference on Culture of Native Fish, en la ciudad de Chascomús, Argentina, en el mes de noviembre del presente año.

***LISTA DE ANEXOS:***

*Anexo 1. Características del ensilado de pez diablo en términos de nutrición para consumo animal.*

*Anexo 2. Elaboración del alimento seco a base de ensilado de pez diablo para consumo animal (peces).*

*Anexo 3. Manual para la elaboración de alimento seco en hojuelas a base de ensilado de pez diablo para peces.*

*Anexo 4. Ensayo de alimentación con dietas elaboradas a base de ensilado de pez diablo, en juveniles de pez blanco de Pátzcuaro*

Morelia, Michoacán a 12 de marzo del 2009,



DRA. MARÍA GISELA RÍOS DURÁN



Vo.Bo. DR. CARLOS ANTONIO MARTÍNEZ PALACIOS

Responsable del proyecto

Derechos de Autor

## ANEXO 1

*Características del ensilado de pez diablo en términos de nutrición para consumo animal*

El ensilado ácido de pescado es un producto semi-líquido o pastoso, que aprovecha los residuos de desechos de la industria pesquera, pescado entero no utilizado para consumo humano o partes del mismo: cabeza, colas, huesos, piel, escamas o vísceras. Se elabora a partir de la mezcla del pescado o sus desperdicios con ácidos orgánicos y/o inorgánicos a temperatura ambiente. El principio es que el ácido disminuya el pH y evite la putrefacción bacteriológica del pescado, al evitar el desarrollo bacteriano, mientras que las enzimas presentes lo digieren. La adición de ácido baja el pH y con ello se mantiene el producto estable química y microbiológicamente, de forma tal que se puede almacenar a temperatura ambiente por un largo período sin descomponerse. Es de fácil elaboración y de bajo costo y puede ser componente de raciones alimenticias para animales. Se puede usar en la formulación de dietas para ganado porcino, vacuno, ovino, aves de corral, peces etc.

Es una buena alternativa como fuente proteica al contener altos niveles de proteína que se presenta en forma de polipéptidos o aminoácidos libres más disponibles para su absorción. Además el ensilado posee cualidades nutritivas, antimicrobianas y atrayentes con menores costos que la harina de pescado, ampliamente utilizada en la alimentación animal.

La digestibilidad de la proteína y aminoácidos de los ensilados de pescado es mayor que la del pescado del que procede, por lo tanto este producto puede ser una buena fuente de proteína de fácil digestión para animales por los aminoácidos libres que contiene.

En este caso, se utilizó pez diablo fresco completo y molido para la elaboración del ensilado, que después se probaría en peces y algunos animales de corral.

El pescado fue molido en un molino expresamente diseñado para tal fin, obteniendo una pasta homogénea. Se tomó una muestra del pescado así procesado para realizarle análisis proximales y así determinar su composición inicial de humedad, cenizas, extracto etéreo (grasas), proteínas y extracto libre de nitrógeno (Carbohidratos principalmente), mediante procedimientos estándar (AOAC, 2000). Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 1 y 2.

El pescado molido se colocó en un recipiente de plástico con tapa, al cual se le adicionó ácido fórmico en un 2% y se homogenizó perfectamente para que todo el material quedara impregnado del ácido y se realizara la acción de hidrólisis. Se comprobó que el pH no fuera mayor a 4.5, lo cual es necesario para evitar la acción microbiana sobre el producto. Después de esto el ensilado se conservó en recipientes de plástico cerrados y diariamente se monitoreó la temperatura y el pH para asegurar que este no estuviera por arriba de 4.5, (cuando era mayor el pH se añadía más ácido fórmico) hasta que se estabilizó, lo cual se logró en 15 días. Al cabo de este tiempo, se llevaron a cabo análisis proximales del ensilado estabilizado (Tablas 1 y 2), de la misma manera que al pescado molido antes de añadir el ácido, para ver la composición nutricia general.

**Tabla 1.-** Composición proximal en base húmeda del pez diablo completo fresco y molido y del ensilado ácido de pez diablo estabilizado

<b>Material</b>	<b>Humedad (g/100g)</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>Extracto etéreo* (g/100g)</b>	<b>Cenizas (g/100g)</b>	<b>ELN** (g/100 g)</b>
Pez diablo completo molido	71.41	13.82	3.73	9.00	2.03
Ensilado ácido de Pez diablo	70.59	14.34	3.67	9.72	1.68

\* Extracto etéreo: grasas.

\*\*ELN: Extracto libre de nitrógeno.

**Tabla 2.-** Composición proximal en base seca del pez diablo completo fresco y molido y del ensilado ácido de pez diablo estabilizado

<b>Material</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>Extracto etéreo (g/100g)</b>	<b>Cenizas (g/100g)</b>	<b>ELN** (g/100 g)</b>
Pez diablo completo molido	48.34	13.05	31.48	7.10
Ensilado ácido de Pez diablo	48.76	12.49	33.05	5.71

\* Extracto etéreo: grasas.

\*\*ELN: Extracto libre de nitrógeno.

Se observó que el proceso de ensilado llevado a cabo no afecta significativamente la composición nutricia del pez diablo completo y si ofrece buena una alternativa para usarlo como una fuente de proteína de fácil digestión para los animales.

### Referencias

A. O. A. C. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 th EDITION. Washington, E.U.A. 1018p.

**Elaboración del alimento seco a base de ensilado de pez diablo para consumo animal (peces).**

Se elaboraron dietas en hojuelas con ensilado ácido de pez diablo, para probarlas en el desempeño de juveniles de pez blanco de Pátzcuaro en cultivo. En total se obtuvieron cinco dietas isoenergéticas, cuatro de ellas con diferentes porcentajes de inclusión (10, 20, 40 y 60 %) de ensilado de pez diablo y un control (sin inclusión de ensilado) utilizando filete de jurel (*Caranx* sp.), Calamar (*Loligo* sp.) y camarón (*Litopenaeus* sp.) como fuentes adicionales de proteína. Previo a la elaboración de las dietas se realizaron análisis bromatológicos (proximales) de estos ingredientes: humedad, extracto etéreo (lípidos), proteína, ceniza y extracto libre de nitrógeno (AOAC, 2000) (Tabla 1). Se utilizaron además como ingredientes, aceite de pescado, aceite de maíz, almidón crudo, vitaminas, minerales, alginato de sodio como aglutinante y BHT como antioxidante.

Con base en los resultados obtenidos de la composición proximal de los ingredientes, se realizaron las formulaciones de las dietas (Tabla 2), para determinar la cantidad requerida de cada uno de ellos.

**Tabla 1.-** Análisis proximal de las fuentes de proteína utilizadas para la elaboración de dietas experimentales. Los datos se expresan en base húmeda.

<b>Ingredientes</b>	<b>Humedad (g/100g)</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>Extracto etéreo (g/100g)</b>	<b>Cenizas (g/100g)</b>	<b>ELN* (g/100g)</b>
<b>Filete de Jurel</b>	74.97	22.04	0.87	1.55	0.56
<b>Calamar</b>	83.32	13.54	0.68	0.91	1.54
<b>Camarón</b>	75.03	19.54	0.20	3.23	1.99
<b>Ensilado de pez diablo</b>	70.59	14.34	3.67	9.72	1.68

\*ELN: Extracto libre de nitrógeno.

**Tabla 2.-** Formulación de dietas experimentales con diferentes porcentajes de inclusión de ensilado ácido de Pez diablo. Los datos se expresan en g Kg<sup>-1</sup>

<b>INGREDIENTE</b>	<b>E0</b>	<b>E10</b>	<b>E20</b>	<b>E40</b>	<b>E60</b>
--------------------	-----------	------------	------------	------------	------------

<b>Ensilado</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>
Filete de jurel	170.4	153.3	136.3	102.2	68.1
Camarón	319.4	287.5	255.5	191.6	127.8
Calamar	123.1	110.8	98.5	73.9	49.3
Aceite de pescado	16.5	17.3	18.2	19.9	21.6
Aceite de maíz	20.0	13.0	6.1	0	0
Almidón de maíz	224.2	191.16	159.0	93.8	28.6
BHT	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Premezcla de minerales <sup>1</sup>	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Premezcla de vitaminas <sup>1</sup>	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Alginato de sodio	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Colina	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitamina E	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitamina C2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Lecitina de soya	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0

*1 Premezclas de vitaminas y minerales (DSM Nutritional Products).*

*2 Vitamina C estabilizada: L-Ascorbil-2-Polifosfato (AsPP), Rovimix® Stay-C® 35 (DSM Nutritional Products).*

Inicialmente, para cada dieta se pesaron por separado tanto los ingredientes frescos como los secos. Los ingredientes frescos utilizados como fuente de proteína se trituraron en un molino de carne. Posteriormente se homogenizaron hasta obtener una pasta sin grumos ni fibras. Se preparó un gel añadiendo agua al alginato de sodio para luego obtener una emulsión añadiéndole los aceites de pescado y maíz, la lecitina de soya y el BHT. Las vitaminas y minerales se mezclaron por separado con almidón. Finalmente todos los ingredientes se mezclaron, hasta que se obtuvo una pasta homogénea, la cual se extendió en papel encerado con ayuda de una espátula y tiras de acrílico para después secar en un desecador de aire forzado durante 12 horas a 35° C.

Una vez transcurrido el tiempo de secado se obtuvo el alimento en forma de hojuelas, las cuales se quebraron de forma manual y se tamizaron en una batería de tamices, para obtener los tamaños de partícula adecuados para la alimentación de los peces (420, 800 y 1000 micras). El alimento se almacenó en frascos de plástico etiquetados a -20° C. De cada una de las dietas ya elaboradas se tomó una muestra por triplicado, para realizarle análisis bromatológicos (AOAC,2000) (Tabla 3).

**Tabla 3.-** Análisis bromatológico de las dietas experimentales. Los datos se expresan en base húmeda.

<b>Dieta</b>	<b>Humedad (g/100g)</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>Extracto etéreo (g/100g)</b>	<b>Cenizas (g/100g)</b>	<b>ELN* (g/100g)</b>
<b>E 0</b>	8.36	53.06	6.64	9.49	22.44
<b>E 10</b>	7.36	51.95	5.9	12.51	22.27
<b>E 20</b>	7.58	50.56	5.53	16.48	19.85
<b>E 40</b>	7.31	48.59	6.32	23.3	14.48
<b>E 60</b>	8.42	48.52	6.91	28.05	8.1

\*ELN: Extracto libre de nitrógeno

Derechos de Autor

## Referencias

A. O. A. C. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 th EDITION. Washington, E.U.A. 1018p.

***Manual para la elaboración de alimento seco en hojuelas a base de ensilado de pez diablo para peces.***

1. Inicialmente es necesario seleccionar los ingredientes a utilizar en la elaboración de las dietas, los cuales deben ser fuentes de nutrientes de buena calidad, que en una adecuada proporción puedan suplir los requerimientos de los peces.

Los ingredientes a utilizar en este caso serán:

*Ensilado neutralizado de pez diablo (Pterigoplichthys disjunctivus):* El ensilado ácido de pescado se neutraliza con Bicarbonato de sodio.

*Filete de jurel (Caranx sp.) fresco*

*Calamar (Loligo sp.) fresco y eviscerado.*

*Camarón (Litopenaeus sp.) fresco, sin cabeza ni exoesqueleto.*

*Aceite de maíz*

*Aceite de hígado de bacalao*

*Lecitina de soya*

*BHT (Antioxidante)*

*Almidón de Maíz*

*Premezcla de vitaminas para peces*

*Colina*

*Premezcla de minerales para peces*

*Tierra de diatomeas*

*Alginato de Sodio (Aglutinante)*

2. Una vez adquiridos los ingredientes será necesario realizar análisis bromatológicos o proximales de aquellos que sirven como fuentes de proteína (Ensilado, filete de jurel, calamar y camarón). Dichos análisis son en este caso: Humedad, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza y extracto libre de nitrógeno. En este caso no se mide fibra debido a que son ingredientes de origen animal sin contenido de fibras. A continuación se describe brevemente el procedimiento para llevar a cabo los análisis:

***Humedad analítica***

El contenido de humedad se determina por desecamiento de las muestras en un horno a 105°C por 12 horas. La diferencia de los pesos entre la muestra antes y después de pasar por el horno nos indica el contenido de humedad (AOAC, 2000).

Cálculos:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = [(A-B) / A] * 100$$

Donde: A = Peso de la muestra húmeda (g)

B = Peso de la muestra seca (g)

### ***Proteína cruda***

El análisis de proteína cruda evalúa el contenido de nitrógeno total proteico en la muestra. Este se determina por medio de un autoanalizador (LECO FP528) por medio de la técnica de conductividad de gases utilizando helio como referencia y multiplicando el resultado por el factor 6.25 (se asume que en 100 g de proteína existen 6.25 g de nitrógeno) (Ebling, 1968).

### ***Extracto etéreo (lípidos)***

El contenido de los lípidos en los ingredientes alimenticios se determina mediante el método de Soxhlet, con el uso de un equipo Soxtec Avanti Tecator (modelo 2050) utilizando éter de petróleo como solvente (AOAC, 2000).

Cálculos:

$$\text{contenido de extracto etéreo (\%)} = [(B - A) / C] * 100$$

Donde: A = Peso del crisol limpio y seco (g)

B = Peso del crisol con grasa (g)

C = Peso de la muestra (g)

### ***Ceniza***

La ceniza es considerada como el contenido de minerales totales o material inorgánico de la muestra. Su determinación se realiza mediante la calcinación total de la muestra a 550° C en una mufla durante 12 horas hasta peso constante (AOAC, 2000).

Cálculos:

$$\text{contenido de ceniza (\%)} = 100 - [(B - A) / C] * 100$$

Donde: A = Peso del crisol con muestra (g)

B = Peso del crisol con ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

### ***Extracto libre de nitrógeno (ELN)***

Este se obtiene de sustraer a 100 la sumatoria de los valores porcentuales determinados para humedad, proteína, extracto etéreo y ceniza (AOAC, 2000).

$$\text{Extracto libre de nitrógeno (\%)} = 100 - (A+B+C+D).$$

Donde:

A = Contenido de humedad (%).

B = Contenido de proteína cruda (%).

C = Contenido de extracto etéreo (%).

D = Contenido de ceniza (%).

Derechos de Autor

3. Una vez realizados los análisis bromatológicos de los ingredientes se procede a formular las dietas para los peces, dicha formulación será diferente cada vez que se utilicen nuevos ingredientes, pues depende de su composición bromatológica.

A continuación se muestra un ejemplo de formulación de una dieta al 50% de proteína y 5% de lípidos, hecha con los ingredientes mencionados, donde un 10% de la proteína de la dieta es aportado por el ensilado de pez diablo:

**Tabla 2.-** Formulación una dieta para peces con el 10% de inclusión de ensilado neutralizado de pez diablo. Los datos se expresan en g Kg<sup>-1</sup>

<b>INGREDIENTE</b>	<b>g Kg<sup>-1</sup></b>
<b>Ensilado de pez diablo</b>	<b>100</b>
Filete de jurel	153.3
Camarón	287.5
Calamar	110.8
Aceite de pescado	17.3
Aceite de maíz	13.0
Almidón de maíz	191.16
BHT	0.5
Premezcla de minerales <sup>1</sup>	15.0
Premezcla de vitaminas <sup>1</sup>	45.0
Alginato de sodio	50.0
Colina	1.0
Lecitina de soya	15.0

*1 Premezclas de vitaminas y minerales (DSM Nutritional Products).*

4. Teniendo la formulación, se procede a elaborar las dietas, de la siguiente manera:

- Pesar ingredientes (Figura 1). Guardar en el congelador muy bien etiquetado lo que sea necesario (Carnes, aceites, vitaminas).
- Preparar una emulsión con los aceites, la lecitina, el alginato de sodio y el BHT, de la siguiente manera:
  - Mezclar los aceites
  - Añadir el BHT
  - Dispersar la lecitina en la mezcla de aceites y BHT
  - Aparte disolver el alginato por separado en agua caliente, sin que queden grumos, con ayuda de una espátula, hasta que quede un gel transparente (Figura 1).

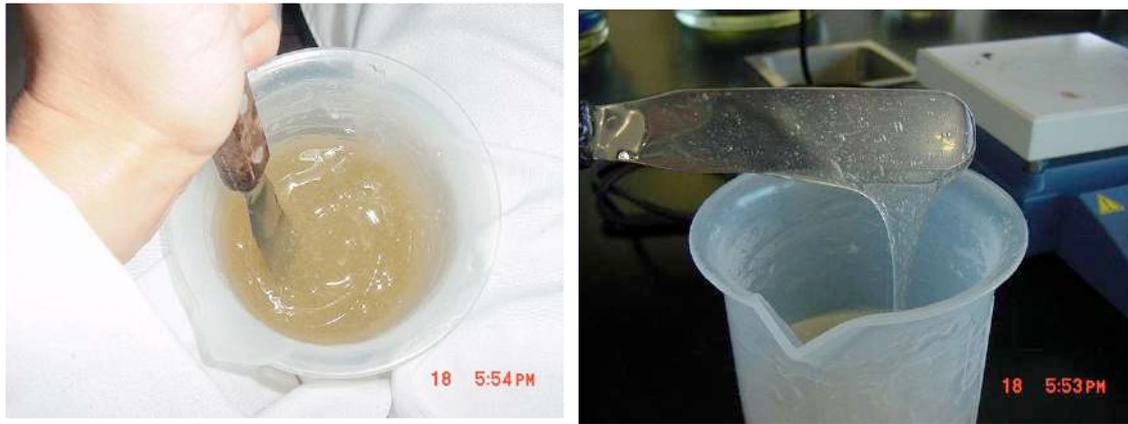


Figura 1. Disolución del alginato de sodio. Debe quedar un gel transparente sin grumos.

- Añadir gota a gota la mezcla de aceites al alginato disuelto mientras se mezcla en un homogenizador (homogenizar a velocidad lenta hasta que se termine de añadir el aceite y luego aumentar máxima velocidad homogenizando durante 1-1.5 minutos hasta formar la emulsión (como una mayonesa).
- Mezclar los polvos: Mezclar una parte del almidón con la colina, las vitaminas y minerales (en una bolsa plástica, agitar bien hasta mezclar todo). Meter al refrigerador.
- Obtenida la mezcla así preparada, mezclarla luego con el almidón restante y la tierra de diatomeas.
- Aparte, licuar las carnes de pescado, calamar y camarón (que previamente se molieron en un molino de carne) con un poco de agua en la licuadora y mezclarlas. Pasar el licuado a un homogenizador, añadir el ensilado neutralizado de pez diablo y homogenizar a velocidad media; ir probando con los dedos hasta que quede sin fibras ni grumos (Figura 2).



Figura 2. Molienda de los ingredientes frescos en licuadora y su posterior homogenización.

- Mezclar en una batidora o mezcladora el homogenizado con los polvos previamente mezclados, durante 10 min a velocidad de baja (Figura 3).



Figura 3. Mezclado de ingredientes en la batidora

- Añadir la emulsión preparada previamente con el alginato, los aceites, la lecitina y el BHT y mezclar durante otros 5 min. Se obtiene una pasta homogénea.
- Extender la pasta en papel encerado con ayuda de una espátula y unas regletas de acrílico para obtener una capa fina y secar a 35°C durante 12 horas, en un secador de aire forzado (Figura 4).
- Al cabo de las 12 horas se saca del secador y se obtienen las hojuelas, triturando con las manos (Figura 5).

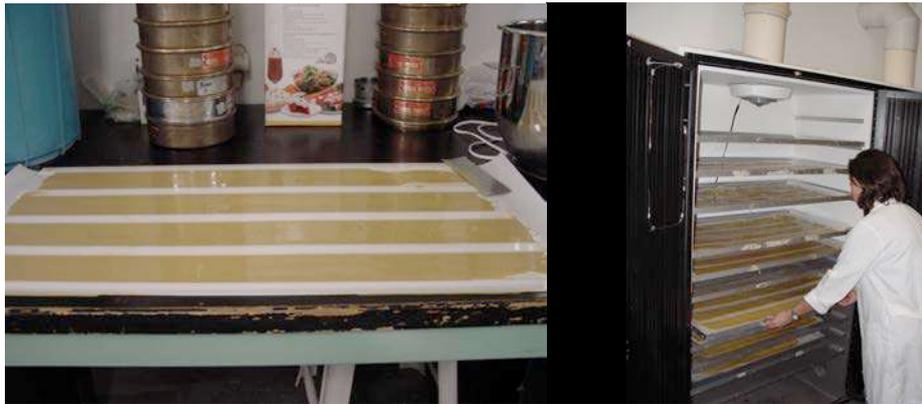


Figura 4. Pasta extendida en papel encerado para obtener hojuelas y secado en un secador de aire forzado.



Figura 5. Hojuelas obtenidas después del secado de la pasta.

- Una vez obtenido el alimento, se procede a hacer análisis bromatológicos para ver la composición real de proteínas, lípidos (extracto etéreo), cenizas y extracto libre de nitrógeno. Los análisis se llevan a cabo de la misma manera descrita anteriormente para el caso de los ingredientes frescos.

## **Referencias**

A. O. A. C. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 th EDITION. Washington, E.U.A. 1018p.

Ebling, M.E. 1968. The Dumas method for nitrogen in feeds. Journal of Association of Official Analytical Chemists, 51: 766-770.

## ANEXO 4

### ***Ensayo de alimentación con dietas elaboradas a base de ensilado de pez diablo, en juveniles de pez blanco de Pátzcuaro***

Se llevó a cabo un experimento de alimentación en juveniles de pez blanco utilizando dietas a base de ensilado ácido de pez diablo, para observar su desempeño en cultivo, en términos de crecimiento, supervivencia y eficiencia alimenticia. Para tal fin se elaboraron cinco dietas isoenergéticas (50% proteína y 5% de lípidos), cuatro de ellas con diferentes porcentajes de inclusión (10, 20, 40 y 60 %) de ensilado de pez diablo y un control (sin inclusión de ensilado) utilizando filete de jurel (*Caranx sp.*), Calamar (*Loligo sp.*) y camarón (*Litopenaeus sp.*) como fuentes adicionales de proteína (Tablas 1 y 2).

El experimento consistió de cinco tratamientos correspondientes a cada una de las dietas elaboradas (4 dietas con diferentes niveles de inclusión de ensilado y una dieta control), las cuales se evaluaron por triplicado, teniendo un total de 15 unidades experimentales.

Se utilizó un sistema cerrado de recirculación con 15 tanques de fibra de vidrio de 90 litros de capacidad. Cada tanque se mantuvo con aireación constante, a una salinidad de 5 y temperatura de 25° C, ly con fotoperíodo controlado (12L:12O).

En cada una de los tanques se sembraron al azar 40 juveniles de *Menidia estor* de 3 meses de edad, los cuales se obtuvieron de la planta de cultivo de pez blanco del Laboratorio de Acuicultura y Nutrición del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF). Los peces se aclimataron al sistema experimental por 15 días, durante los cuales se alimentaron con *Artemia franciscana* y hojuela comercial. Al cabo de este tiempo se inicio la alimentación únicamente con las dietas experimentales.

**Tabla 1.-** Formulación de dietas experimentales con diferentes porcentajes de inclusión de ensilado ácido de Pez diablo. Los datos se expresan en g Kg<sup>-1</sup>

INGREDIENTE	E0	E10	E20	E40	E60
<b>Ensilado</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>400</b>	<b>600</b>
Filete de jurel	170.4	153.3	136.3	102.2	68.1
Camarón	319.4	287.5	255.5	191.6	127.8
Calamar	123.1	110.8	98.5	73.9	49.3
Aceite de pescado	16.5	17.3	18.2	19.9	21.6
Aceite de maíz	20.0	13.0	6.1	0	0
Almidón de maíz	224.2	191.16	159.0	93.8	28.6
BHT	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Premezcla de minerales <sup>1</sup>	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Premezcla de vitaminas <sup>1</sup>	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Alginato de sodio	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Colina	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitamina E	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Vitamina C <sup>2</sup>	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Lecitina de soya	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0

*1 Premezclas de vitaminas y minerales (DSM Nutritional Products).*

*2 Vitamina C estabilizada: L-Ascorbil-2-Polifosfato (AsPP), Rovimix® Stay-C® 35 (DSM Nutritional Products).*

**Tabla 2.-** Composición proximal de las dietas elaboradas. Los datos se expresan en base húmeda.

Dieta	Humedad (g/100g)	Proteína (g/100g)	Extracto etéreo (g/100g)	Cenizas (g/100g)	ELN* (g/100g)
<b>E 0</b>	8.36	53.06	6.64	9.49	22.44
<b>E 10</b>	7.36	51.95	5.9	12.51	22.27

<b>E 20</b>	7.58	50.56	5.53	16.48	19.85
<b>E 40</b>	7.31	48.59	6.32	23.3	14.48
<b>E 60</b>	8.42	48.52	6.91	28.05	8.1

\*ELN: Extracto libre de nitrógeno

Al inicio del experimento se sacrificó una muestra de peces de cada tanque, los cuales se secaron en una estufa de aire forzado a 105° C durante 12 horas, y se almacenaron a – 20° C, para posteriormente analizar la composición proximal (Humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y extracto libre de nitrógeno) de los peces al momento de iniciar el experimento (AOAC, 2000).

Diariamente las dietas preparadas se suministraron manualmente a saciedad, cuatro veces al día, con intervalos de hora y media por un período de 120 días. Se registró la cantidad de alimento que consumieron los peces diariamente al igual que la supervivencia. Los peces se pesaron los días 0, 20, 40, 60, 80, 100 y 120, para lo cual se anestesiaron con una solución de Benzocaína a 24 mg/L.

Al final del experimento se tomó una muestra de peces por cada tanque para evaluar su composición proximal (Humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas y extracto libre de nitrógeno).

Diariamente antes de la primera alimentación se midió la temperatura y oxígeno disuelto, con un Oxímetro digital (Oxygen Metter Ysi model 51 B) y la salinidad con un refractómetro (modelo Atago –S/Mill-E). Semanalmente se evaluó el pH con un potenciómetro digital (Modelo AB15 Fisher Scientific), amonio total y nitritos con un equipo Hach-Fish Farming Marine (Tabla 3). Diariamente los tanques se limpiaron después de suministrar la última alimentación del día mediante el uso de un sifón.

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos medidos en el agua durante el experimento.

<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	
<b>Temperatura (°C)</b>	25±0.03
<b>Oxígeno disuelto</b>	5.94±0.02
<b>Amonio (mg/L)</b>	0.0±0.0

<b>Nitritos (mg/L)</b>	0.03±0.01
<b>pH</b>	8.02±0.04
<b>S%</b>	5.0±0.0

Con los datos registrados de peso y alimento consumido, se calculó la tasa específica de crecimiento (%/día), el peso ganado (%), ganancia de peso individual (mg/día), alimento consumido individual (mg/día) y la Tasa de conversión alimenticia.

Los datos obtenidos de crecimiento, supervivencia, consumo alimenticio y eficiencia alimenticia de los diferentes tratamientos, se compararon mediante un análisis de varianza ANOVA de una vía, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ ; también se realizó un análisis Pos-hoc de Tuckey, para contrastar las diferencias entre los tratamientos. Dichos análisis se realizaron con el Programa MINITAB (Release 13.32).

### ***Resultados obtenidos***

Los resultados del crecimiento de los peces y la eficiencia de las dietas suministradas durante el experimento se muestran en la tabla 4. Teniendo en cuenta el peso final y el peso ganado, el mejor crecimiento de los peces se obtuvo con la dieta sin inclusión de ensilado ácido, mostrando diferencias significativas con los demás tratamientos ( $p < 0.05$ ), aunque los tratamientos de 10 y 20% de inclusión también presentaron crecimientos favorables sin diferencias entre ellos. El tratamiento con el que se obtuvo menor crecimiento fue el de 60% (Figura 1). En cuanto a la tasa específica de crecimiento, los mejores resultados se presentaron con la dieta sin inclusión de ensilado y la de 10% de inclusión.

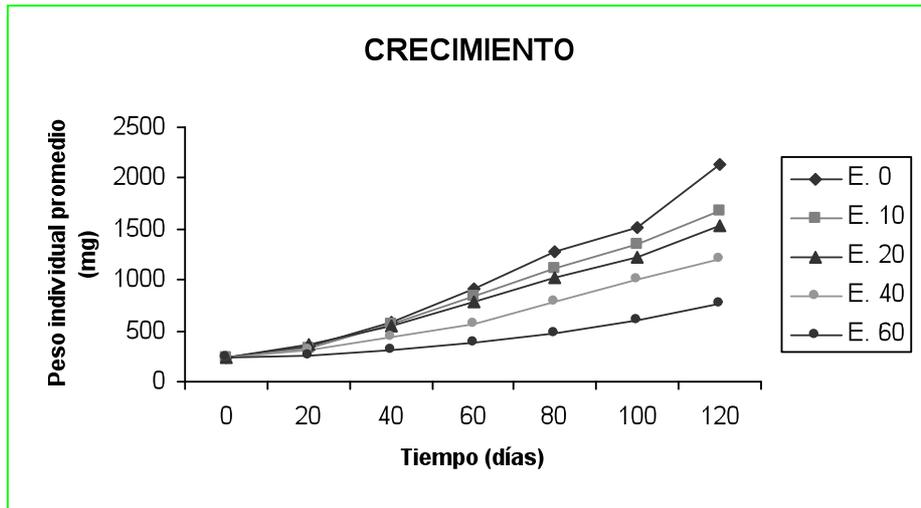


Figura 1. Crecimiento de los juveniles de pez blanco a lo largo del experimento. Índices diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

La mejor supervivencia se presentó con las dietas de 0, 10 y 20% de inclusión de ensilado, las cuales no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Con el tratamiento de 60% se presentaron las mayores mortalidades (Figura 2).

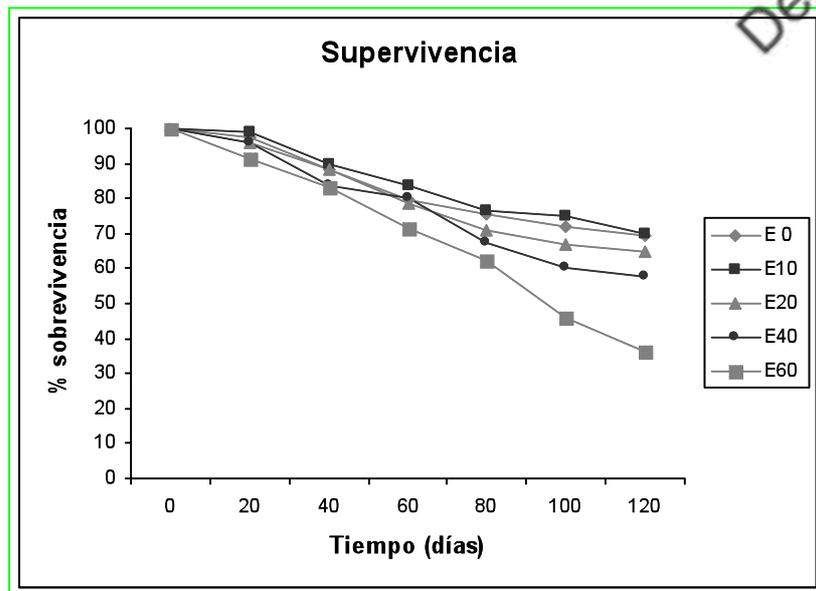


Figura 2. Supervivencia de los juveniles de *M. estor*, alimentados durante 120 días con los diferentes niveles de inclusión de ensilado ácido de pez diablo.

## INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

### ESTANCIA ACADÉMICA

DR. CRISTIAN MARTÍNEZ CHÁVEZ

#### **Evaluación de la estrategia reproductiva del pez armado *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991) del embalse “Lic. Adolfo López Mateos” Michoacán –Guerrero, México.**

Este subproyecto tiene como principal objetivo describir la biología reproductiva de esta especie a través del desarrollo gonadal de muestras obtenidas del embalse a lo largo del año. Esta información será de gran importancia para conocer la estrategia reproductiva de la especie en el embalse que a su vez permita en un futuro desarrollar herramientas de manejo pesquero para su explotación comercial sustentable.

#### **Objetivo**

Determinar la estrategia reproductiva del pez armado en el embalse Adolfo Lopez Mateos.

#### **Objetivos específicos**

Obtención de muestras de gónadas de organismos silvestres a lo largo del año.

Procesamiento histológico de muestras en un laboratorio (preparación de cortes histológicos, montaje en parafina y preparación de laminillas).

Análisis histológico del desarrollo gonadal.

Determinar la estrategia reproductiva del pez armado en el embalse.

#### **Materiales y Métodos**

En el presente trabajo se seleccionaron cuatro sitios de colecta en el embalse, Churumuco (La torre) y la Obra, en el Municipio de Churumuco, Nuevo Centro, Municipio de la Huacana y Pinzanadaran, Municipio de Arteaga. Los cuatro sitios son representativos de los diferentes escenarios que conforman el embalse, ya que se tiene una zona de influencia lótica, una parte de transición lotico-lentico y una parte lenticia típica.

Se realizaron salidas de campo mensuales, hasta completar un ciclo anual, en los sitios de colecta, se obtuvo el material biológico a partir de la pesca que se desarrolla en el lugar el cual fue fijado en

formaldehído para su posterior análisis en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) campus Mazatlán ya que nuestro laboratorio no cuenta con el equipo necesario.

### Proceso histológico

Se seleccionaron muestras de gónadas de hembras de un total de 7104 organismos capturados a lo largo del año, las cuales fueron procesadas de la siguiente manera.

Las muestras seleccionadas fueron inicialmente tratadas bajo un proceso de deshidratación el cual consiste en eliminar lentamente el agua de el tejido fijado y sustituirlo por diferentes concentraciones de alcohol hasta llegar al 100% de este y finalmente sustituirlo por Xilol antes de pasar las muestras a parafina líquida. Este proceso dura aproximadamente 12 horas.

Una vez en parafina líquida, las muestras son embebidas en moldes con parafina líquida y enfriadas para endurecer previo al corte. Los cortes son realizados en un micrótopo a un grosor de 5 micras y montadas en laminillas en preparación para la tinción. Para esto, la tinción de Hematoxilina de Harris fue usada proceso el cual lleva aproximadamente 3 horas. Las láminas después son terminadas con un cubreobjetos y listas para verse al microscopio y analizarse.

### **Resultados**

De las muestras obtenidas se pueden sacar las siguientes conclusiones. El pez armado observa una estrategia reproductiva anual (estacional) en el embalse el cual corre entre los meses de Julio a Octubre bajando marcadamente su actividad el resto del año. Sin embargo debido a que se encontraron cohortes de oocitos en distintos estadios a lo largo del año, es posible que en realidad esta especie tenga una estrategia reproductiva continua y que en el embalse, debido a las características limnológicas y ambientales (específicamente, la temperatura, el fotoperiodo, disponibilidad de alimento y el nivel de la presa el cual puede restringir acceso a sitios de anidación), su reproducción sea restringida a cierta época del año. De hecho, un par de estudios realizados en esta especie, la reportan como un desovador continuo en florida (Gibbs et al., 2008) y en Texas (Hubbs et al., 1978). Esto no es común y ocurre con otras especies de peces como el bagre Africano *Clarias gariepinus*, el cual tiene una marcada época de reproducción durante la temporada de lluvias en el medio silvestre y es generalmente considerado de reproducción anual, aunque en condiciones de cautiverio presenta un potencial reproductivo continuo (Comm. Pers. Migaud H.). En resumen, esta especie parece ser altamente adaptativa a nuevos ambientes y es necesario hacer estudios más detallados para confirmar estos conocimientos y poder entender las variables ambientales que pudieran estar restringiendo su actividad reproductiva más a fondo.

## Bibliografía

Gibbs M. A., Shields J. H., Lock D. W., Talmadge K. M., Farrell T. M., (2008), Reproduction in an invasive exotic catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* in Volusia Blue Spring, Florida, U.S.A., *Journal of Fish Biology* 73: 1562-1572

Hubbs, C., T. Lucier, G. P. Garrett, R. J. Edwards, S. M. Dewan, E. Marsh, and D. Belk. 1978. Survival and abundance of introduced fishes near San Antonio, Texas. *Texas Journal of Science* 30:369-376

## **INFORME DE ACTIVIDADES POSTDOCTORALES. DR. ENRIQUE MÁRQUEZ RÍOS (CIAD A.C.-HERMOSILLO)**

Por medio de la presente hago de su conocimiento que he finalizado mi estancia posdoctoral en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, en el laboratorio de Química, Bioquímica y Calidad de Productos Pesqueros bajo la supervisión del Dr. Ramón Pacheco Aguilar, en donde trabajé activamente en el proyecto “Desarrollo Tecnológico para el Aprovechamiento en Industrialización del Pez Diablo en la Región del Bajo Balsas en Michoacán. FONDO MIXTO CONACYT-Gobierno del Estado de Michoacán. Clave FOMIX 37147. RESPONSABLE TECNICO Dr. Carlos A Martínez Palacios (Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo). Responsable CIAD: Dr. Ramón Pacheco Aguilar. Monto financiado 365,000.00, Apoyo CIAD ref 6527-A. El periodo de la estancia fue del 01 de septiembre de 2007 al 31 de enero de 2008, recibiendo una cantidad mensual de 14,000.00 pesos MN, para un monto total otorgado de 70,000.00 (Setenta mil pesos 00/100 MN).

En la presente estancia trabajé coordinando la tesis de licenciatura del estudiante Álvaro Gálvez Rongel, teniendo como tema de tesis “Estudios preliminares para la obtención de un concentrado enzimático a partir de vísceras de pez diablo”. A la fecha el estudiante ha culminado su trabajo experimental y se encuentra realizando su manuscrito de tesis, en donde se estipula como fecha tentativa de titulación el día 30 de abril del año en curso. También trabajé en la dirección de tesis de la estudiante María Isabel Gómez Puente Cons, teniendo como tema de tesis “Cambios bioquímicos posmortem en músculo de pez diablo durante su almacenamiento en hielo”. Actualmente la estudiante lleva un avance del 50%. Se contempla como fecha tentativa de titulación el 25 de junio del año en curso.

Se trabajó además sobre los cambios microbiológicos del músculo de pez diablo durante su almacenamiento en hielo evaluando el comportamiento de la carga mesófila, psicrófila, coliformes totales, fecales y patógenos. Se estudiaron también los cambios en proteínas, textura y funcionalidad del músculo de pez diablo durante su almacenamiento en hielo, así como en la elaboración de concentrados proteicos obtenidos mediante solubilización ácida, alcalina y posterior precipitación isoelectrica, precipitación isoelectrica directa y solubilidad a baja fuerza iónica. A los concentrados se le

realizaron pruebas funcionales como análisis del perfil de textura, solubilidad de las proteínas obtenidas en función de la fuerza iónica, color y electroforesis.

Sin más por el momento aprovecho para enviarle un cordial saludo, a la vez que quedo a sus órdenes para cualquier aclaración que la presente conlleve.

---

Dr. Enrique Márquez Ríos  
Posdoctorante

---

Dr. Ramón Pacheco Aguilar  
Responsable CIAD

# **8. PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Derechos de Autor

# **PRESENTACIONES EN CONGRESOS Y EXPOSICIONES**

Derechos de Autor

LIBRO DE RECETAS CON PEZ ARMADO. “NUTRICIÓN  
CON SABOR”  
FOLLETO “10 PLATILLOS FÁCILES Y EXQUISITOS  
PREPARADOS CON PESCADO ARMADO”

FOLLETO “EL PEZ ARMADO DEL INFIERNILLO”

# **9. PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN TRANSFERIDOS A LOS USUARIOS**

**ACUSE DE RECIBO DE LA ENTREGA A LOS  
USUARIOS DEL RESUMEN EJECUTIVO  
PROYECTO FOMIX 37147 SEP 2006 – FEB 2009  
“DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL  
APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN  
DEL PEZ DIABLO EN LA REGIÓN DEL BAJO  
BALSAS EN MICHOACÁN”**

Derecho

Derecho de Autor

**DR. CARLOS A. MARTÍNEZ PALACIOS  
COORDINADOR GENERAL DEL PROYECTO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
Y FORESTALES (IIAF)  
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS  
DE HIDALGO (UMSNH)**

POR MEDIO DE LA PRESENTE ACUSO RECIBO DE UN VOLUMEN QUE CONTIENE EL RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME FINAL DEL PROYECTO "DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PEZ DIABLO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS EN MICHOACÁN", EL CUAL CONTIENE EL LISTADO DE INSTITUCIONES E INVESTIGADORES QUE CONTRIBUYERON A LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO GENERA, LAS METAS ORIGINALES DEL PROYECTO, LOS RESULTADOS Y SUS PRODUCTOS, CON 5 APÉNDICES QUE INCLUYEN TRES MANUALES Y TRES PLANES DE NEGOCIO.

MORELIA, MICHOACÁN A 22 DE ABRIL DEL 2009.

  
**ACUSO RECIBO  
SALOMÓN FERNANDO ROSALES REYES  
PRESIDENTE MUNICIPAL DE LA HUACANA**

Derechos de Autor

Derechos

Derechos de Autor



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO



*"XC Aniversario de la Fundación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo"*

**DR. CARLOS A. MARTÍNEZ PALACIOS  
COORDINADOR GENERAL DEL PROYECTO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
Y FORESTALES (IIAF)  
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS  
DE HIDALGO (UMSNH)**

POR MEDIO DE LA PRESENTE ACUSO RECIBO DE UN VOLUMEN QUE CONTIENE EL RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME FINAL DEL PROYECTO "DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PEZ DIABLO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS EN MICHOACÁN", EL CUAL CONTIENE EL LISTADO DE INSTITUCIONES E INVESTIGADORES QUE CONTRIBUYERON A LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO, LOS DIFERENTES IMPACTOS QUE EL PROYECTO GENERA, LAS METAS ORIGINALES DEL PROYECTO, LOS RESULTADOS Y SUS PRODUCTOS, CON 5 APÉNDICES QUE INCLUYEN TRES MANUALES Y TRES PLANES DE NEGOCIO.

MORELIA, MICHOACÁN A 22 DE ABRIL DEL 2009

**ACUSO RECIBO  
L. E. PEDRO MATA VÁZQUEZ  
DIRECTOR GENERAL DEL CONACyT  
DIRECTOR ADMINISTRATIVO DEL FONDO MIXTO CONACyT**

Derecho



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO



*“XC Aniversario de la Fundación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo”*

**DR. CARLOS A. MARTÍNEZ PALACIOS  
COORDINADOR GENERAL DEL PROYECTO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
Y FORESTALES (IIAF)  
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS  
DE HIDALGO (UMSNH)**

POR MEDIO DE LA PRESENTE ACUSO RECIBO DE UN VOLUMEN QUE CONTIENE EL RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME FINAL DEL PROYECTO “DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PEZ DIABLO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS EN MICHOACÁN” EL CUAL CONTIENE EL LISTADO DE INSTITUCIONES E INVESTIGADORES QUE CONTRIBUYERON A LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO, LOS DIFERENTES IMPACTOS QUE EL PROYECTO GENERA, LAS METAS ORIGINALES DEL PROYECTO, LOS RESULTADOS Y SUS PRODUCTOS, CON 5 APÉNDICES QUE INCLUYEN TRES MANUALES Y TRES PLANES DE NEGOCIO.

MORELIA, MICHOACÁN A 27 DE ABRIL DEL 2009

P.A

  
ACUSO RECIBO

**ARMANDO MEDINA TORRES  
PRESIDENTE MUNICIPAL DE MÚGICA**



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO



*"XC Aniversario de la Fundación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo"*

**DR. CARLOS A. MARTÍNEZ PALACIOS  
COORDINADOR GENERAL DEL PROYECTO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
Y FORESTALES (IIAF)  
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS  
DE HIDALGO (UMSNH)**

POR MEDIO DE LA PRESENTE ACUSO RECIBO DE UN VOLUMEN QUE CONTIENE EL RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME FINAL DEL PROYECTO **"DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PEZ DIABLO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS EN MICHOACÁN"**, EL CUAL CONTIENE EL LISTADO DE INSTITUCIONES E INVESTIGADORES QUE CONTRIBUYERON A LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO, LOS DIFERENTES IMPACTOS QUE EL PROYECTO GENERA, LAS METAS ORIGINALES DEL PROYECTO, LOS RESULTADOS Y SUS PRODUCTOS, CON 5 APÉNDICES QUE INCLUYEN TRES MANUALES Y TRES PLANES DE NEGOCIO.

MORELIA, MICHOACÁN A 22 DE ABRIL DEL 2009

**ACUSO RECIBO  
RODIMIRO BARRERA ESTRADA  
PRESIDENTE MUNICIPAL DE CHURUMUCO**



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO



*“XC Aniversario de la Fundación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo”*

**DR. CARLOS A. MARTÍNEZ PALACIOS  
COORDINADOR GENERAL DEL PROYECTO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
Y FORESTALES (IIAF)  
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS  
DE HIDALGO (UMSNH)**

POR MEDIO DE LA PRESENTE ACUSO RECIBO DE UN VOLUMEN QUE CONTIENE EL RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME FINAL DEL PROYECTO **“DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PEZ DIABLO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS EN MICHOACÁN”**, EL CUAL CONTIENE EL LISTADO DE INSTITUCIONES E INVESTIGADORES QUE CONTRIBUYERON A LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO, LOS DIFERENTES IMPACTOS QUE EL PROYECTO GENERA, LAS METAS ORIGINALES DEL PROYECTO, LOS RESULTADOS Y SUS PRODUCTOS, CON 5 APÉNDICES QUE INCLUYEN TRES MANUALES Y TRES PLANES DE NEGOCIO.

MORELIA, MICHOACÁN A 22 DE ABRIL DEL 2009

  
**ACUSO RECIBO  
ING. JUAN MANUEL LEMUS SOTO  
DIRECTOR REGIONAL DEL CONACyT  
DIRECTOR TÉCNICO DEL FONDO MIXTO CONACyT**