

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



Tesis en opción al grado científico de Máster en
Producción Más Limpia

Título: Aprovechamiento de residuos sólidos pesqueros para alimento animal, mediante el ensilado químico, en la Empresa Pesquera Industrial de Cienfuegos (EPICIEN).

Autora: Lic. Isis Neyda Rodríguez Grimón
Tutores: Dr. C. Eduardo Julio López Bastida
Dr. C. José Llanes Iglesias
Consultantes: M. Sc. Víctor Manuel González Morales
Dr. C. Javier Antonio Herrera Toscano

2017

PENSAMIENTO



“No hay más que asomarse a las puertas de la tecnología y la ciencia contemporánea para preguntarnos si es posible vivir y conocer ese mundo del futuro sin un enorme caudal de preparación y conocimientos”.

DEDICATORIA

« A Mamá y Papá »

Testigos siempre de mis mejores huellas, aunque ahora falte mi madre.

« A ellos en especial, a los cuales a veces he olvidado decirles “te quiero” y lo mucho que significan para mí, que más allá de las vivencias compartidas, de las palabras y pensamientos expresados, de los consejos oportunos, de las sonrisas y lágrimas intercambiadas han estado siempre incondicionalmente junto a mí, que con su constancia y paciencia han sabido madurar mi vida, a ellos que son lo más hermoso que me dio la vida, por darme siempre la mano cuando tropiezo, por darle alas a todos mis sueños, por mantener firme la fe y confianza en mí... ».

« A mi hijo Nelson Manuel por ser mi fuente de inspiración a cada paso en la vida. »

AGRADECIMIENTOS

Desearía agradecer, con palabras sencillas pero llenas de infinito amor y gratitud:

✧ A todos aquellos colegas de la Empresa de Desarrollo de Tecnología Acuícolas, que con su colosal maestría me han aportado su sabiduría y experiencia sin escatimar horas para ello, a todos los que han depositado su fe y confianza en mí.

✧ A todos aquellos héroes anónimos que desde el placer de una amistad han aportado lo mejor de si para hacer realidad la culminación de este sueño.

✧ Al colectivo de profesores de la Maestría de Producción Más Limpia por depositar en mí sus caudales de experiencia de forma tan generosa.

✧ A mi esposo por su comprensión, su apoyo y compañía.

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue evaluar la tecnología de ensilado químico para el tratamiento de los residuales sólidos pesqueros de EPICIEN, como fuente proteica con fines de alimentación animal. Para ello se realizó a escala de laboratorio durante 50 días, un estudio donde se evaluaron los indicadores físico, químicos y microbiológicos del ensilado producido en comparación con otras dietas (control, desecho de pescado) y el efecto nutricional de la dieta semi húmeda para la alimentación de (*Clarias gariepinus*). Considerando los impactos positivos de la evaluación a nivel de laboratorio, siendo los mejores indicadores de crecimiento, utilización del alimento y la supervivencia, para la dieta semi húmeda a base de ensilado de pescado, se realizó un estudio de factibilidad técnica, económica y ambiental de una instalación industrial en la empresa objeto de estudio mostrando existencia de un adecuado estudio de mercado, posibilidades técnicas, buen efecto económico y ambiental.

Palabras claves: desechos de pescado, ensilados de pescado, alimentación y clarias.

ABSTRACT

The purpose of this work was evaluating the technology of chemical ensilage for the treatment of the residual fishing solids of EPICIEN, like proteic source with intentions of animal nutrition. For it he accomplished scale of laboratory during 50 days, a study where the physicist, chemists evaluated indicators themselves and microbiological of the ensilage produced as compared with other diets (control, fresh fishes waste) and the nutritional effect of the half-way humid diet for the nutrition of (*Clarias gariepinus*). Considering the positive impacts of the level evaluation of laboratory, being the best indicators of growth, utilization of the food and the survival, for the half-way humid diet based on ensilage of fish, technique realized a feasibility study itself, economic and environmental of an industrial installation in the company I object of study showing stock of an adequate study of market, technical possibilities, good cost-reducing and environmental effect.

Key words: fresh fishes waste, fish silage, feeding and clarias.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO 1. ESTUDIOS DOCUMENTALES.....	7
1.1 Fundamentos de las Producción Más Limpia.....	7
1. Planeamiento y Organización.....	10
2. Evaluación en Planta	10
3. Estudio de Factibilidad.....	11
4. Implementación y Seguimiento.....	11
1.2 Aprovechamiento de los residuales sólidos como una herramienta de Producción Más Limpia.....	13
1.2.1. Generalidades sobre los residuos industriales.	13
1.2.2. Residuos en la industria alimenticia.	14
1.3. Tecnología de producción del ensilado de pescado.	18
1.3.1 Utilización del ensilado de pescado en la alimentación de peces.....	23
1.4 Análisis de la evaluación técnica, económica y ambiental de proyectos tecnológicos.	26
1.4.1 Estudio de Mercado	26
1.4.2 Evaluación técnica.	26
1.4.3 Evaluación económica.	27
1.4.4 Evaluación ambiental	27
1.5. Conclusiones parciales	28
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
2.1 Caracterización de la Empresa EPICIEN	29
2.2. Procesos realizados por el Salón Proceso que generan subproductos de pescado. ...	34
2.2.1 Descripción por etapas del proceso evaluado hasta la obtención de los subproductos industriales.	35
2.3 Metodología a nivel de laboratorio para evaluar el valor nutricional del ensilado químico de subproductos pesqueros en la dieta semi húmeda para la alimentación de <i>Clarias gariepinus</i>	38

2.3.1 Preparación de las muestras a evaluar	38
2.3.1.1 Preparación del ensilado químico de pescado y alimentos semi húmedo. ...	40
Ingredientes	41
2.4 Procedimiento experimental para valorar los distintos alimentos.	42
2.4.1 Indicadores físico químicos del agua	42
2.4.2 Análisis químico	42
2.4.3 Análisis microbiológicos	43
2.5 Medición del crecimiento de las clarias durante el diseño.	44
2.6 Propuesta de evaluación técnica, económica y ambiental, para una posible instalación de una planta de Ensilado en la Empresa EPICIEN.	44
2.6.1 Evaluación de Mercado	44
Potencialidad de generación de subproductos pesqueros por la Industria en EPICIEN.	44
Evaluación del proceso productivo en el período 2011 – 2015.	45
Demanda	46
Oferta según las capacidades existentes	46
Pronóstico de ventas y comercialización	47
2.6.2 Evaluación Tecnológica	47
Localización	47
Programa de Producción	47
Esquema tecnológico del proceso de ensilado y pienso semihúmedo.	47
Tecnología	47
Equipos	47
Insumos	47
Mano de Obra	48
2.6.3 Evaluación Económica	48
<i>Análisis comparativo sobre la utilización de dietas para la alimentación de Clarias gariepinus.</i>	48
<i>Indicadores de Rentabilidad Económica y Financiera</i>	48
2.6 Evaluación Ambiental	48
2.7. Conclusiones parciales	48
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49

3.1. Evaluación del ensilado químico de subproductos pesqueros como fuente proteica en la alimentación de <i>Clarias gariepinus</i>	49
3.1.1 Indicadores físico químicos del agua	49
3.1.2 Análisis Químicos	49
3.1.3 Análisis Microbiológicos.....	50
3.2 Dietas experimentales.....	51
3.3 Análisis de factibilidad	53
3.3.1 Estudio de Mercado	53
3.3.2 Estudios técnicos	58
3.3.3 Estudio Económico.....	63
<i>Costos totales de inversión</i>	64
<i>Capital fijo</i>	64
<i>Capital de trabajo</i>	64
<i>Indicadores de Rentabilidad Económica y Financiera</i>	64
3.3.4 Análisis Ambiental	65
3.4. Conclusiones parciales	67
CONCLUSIONES GENERALES	68
RECOMENDACIONES	69
Bibliografía.....	69
ANEXOS	85

INTRODUCCIÓN

La producción más limpia (PML) se ha visto abordada desde diferentes escenarios, es así como la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), desarrolló una metodología de PML basada en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas, aplicando el concepto de las 3 R's (Reducción, Reutilización y Reciclaje).

La PML es un enfoque estratégico de Gestión Ambiental, definido por el Programa Ambiental de la Naciones Unidas (UNEP), como: “La aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente”. (PNUMA, 1992)

La PML incrementa la eficiencia productiva, debido a que su aplicación conduce a la empresa a hacer un mejor uso de materias primas, agua y energía, entre otros insumos, permitiéndole producir la misma cantidad de productos con una cantidad menor de insumos. El efecto es la disminución del costo unitario de producción y, al mismo tiempo, la reducción de la cantidad de residuos generada.

Según refiere Carrasco (2012), durante las últimas décadas, la comunidad internacional ha tomado conciencia de los grandes problemas que aquejan a nuestro planeta y de la necesidad de ir hacia un desarrollo sostenible.

Uno de estos problemas es el modelo de desarrollo industrial actual, que no es sostenible en términos medioambientales, lo que no permite un "desarrollo" que pueda ser sostenible en el tiempo (Ramos, 2008).

Se coincide con los criterios de Bifani (1999), en cuanto a que la industria, es el sector económico más agresivo al medio ambiente. Tanto en la etapa constructiva como en la de explotación, se producen acciones que requieren la valoración técnico económico y ambiental.

Como expresa Isaac (2008), estudios realizados de valoración económica ambiental, muestran la alta incidencia en las afectaciones a la salud humana, a las cuencas hidrográficas y al entorno social donde se encuentran localizadas las industrias, que no son

contemplados en los costos de producción, y por tanto, no afectan al período de recuperación de inversiones ni a las ganancias.

Aplicar el enfoque de Producción Más Limpia, es una prioridad en el propósito de lograr impactos significativos en la protección y rehabilitación del entorno, permitiendo integrar los objetivos ambientales a los procesos de producción, para reducir los residuos y las emisiones en cantidad y peligrosidad.

La situación ambiental en Cuba, está dada fundamentalmente por una difícil situación económica, así como por una insuficiente conciencia ambiental de los principales actores económicos y sociales. Por todo esto, se requiere de un manejo racional de los recursos naturales, las materias primas, los insumos, los portadores energéticos, etc., basado en la protección sostenible de nuestros recursos naturales (Betancourt, 2007).

Se coincide con lo expresado por Martínez (2013), con relación a que cada sector en particular genera diferentes residuos en diferentes porcentajes, de acuerdo con los tipos de productos que fabrican y la industria alimenticia con su diversidad de segmentos, al generar una gran cantidad de residuos y consumir una gran cantidad de agua, es precisamente uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por sus procesos o por los diferentes productos que salen al mercado, ya que se incluye una amplia diversidad de materias primas, productos, niveles de procesamiento y tecnologías.

La industria de procesamiento pesquero, genera alrededor del 50% de desechos sólidos (cabeza, piel, huesos etc.) de la materia prima, también hay cantidades de especies por debajo de la talla comercial o de bajo valor comercial que son descartados, residuos que poseen un contenido proteico, casi como los filetes, pero tienen la particularidad de sufrir rápidos procesos de alteración, produciendo malos olores y problemas de contaminación, por lo que es necesario darle un uso adecuado para recuperar las proteínas presentes y utilizarse en la alimentación de peces (Toledo, 2005).

A todo lo anterior hay que agregar que, en el VII Congreso del Partido, se evidencia de forma clara la importancia del crecimiento del sector industrial en Cuba, lo cual se corrobora en los siguientes objetivos en el Plan Nacional de Desarrollo económico social hasta el 2030, elaborado en el mismo. Como ejemplos de citas se pueden enunciar, el **párrafo 171** del Eje Estratégico: Recursos naturales y medio ambiente, donde se refiere a

implementar con eficacia niveles de producción y consumo sostenibles, con énfasis en la adopción de estrategias de Producción Más Limpia y la eficiencia en el uso de recursos y el **párrafo 172**, cuyo objetivo específico se refiere a prevenir, reducir y controlar la contaminación con una contribución directa a la disminución de emisiones y la mejor gestión de las materias primas, con la recuperación en los procesos productivos.

La Empresa Pesquera Industrial de Cienfuegos, en forma abreviada “EPICIEN”, surge del proceso de reorganización del antiguo Ministerio de la Industria Pesquera, teniendo personalidad jurídica propia, está subordinada al Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria, (GEIA), el cual responde al Ministerio de la Industria Alimentaria.

Nos encontramos ante una entidad cuyo Objeto Social, entre otros, es: Capturar, industrializar, procesar y comercializar de forma mayorista especies de la acuicultura y de la plataforma, en pesos cubanos y pesos convertibles, y de forma minorista a través de las Pescaderías especiales, según nomenclatura aprobada por el Ministerio de Comercio Interior en pesos cubanos.

En la actualidad la entidad presenta una nueva estructura creada a partir del mes de Abril del 2008, cuando se ordenó la unión de ambas actividades pesqueras (Plataforma y Acuicultura), quedando con 6 Áreas de Regulación y Control, y 8 UEB dedicadas al cultivo, captura, procesamiento y comercialización de productos pesqueros acuícolas y de plataforma. Se subordina al Grupo Empresarial, que responde al Ministerio de la Industria Alimentaria; a su vez ha estado trabajando bajo los principios del Perfeccionamiento Empresarial desde el año 2003.

El presente trabajo investigativo, abordará la problemática del aprovechamiento de los residuales sólidos pesqueros para alimento animal, provenientes del proceso industrial en la UEB INDUSUR, donde se procesan especies marinas y acuícolas, así como el uso racional de la harina de pescado, pues diariamente se consume por las UEB acuícolas 6.0 t y este es muy costoso.

La UEB en el año 2015, generó un volumen de subproductos ascendente a 569.026 TM, a un costo de \$11.380 MN. Estos se distribuyen para las UEB de la acuicultura: ALGUAR, que lo utiliza para alimentar los reproductores y las larvas, y GALINDO y ACUICUMAN para alimento en el cultivo intensivo de clarias.

Estos subproductos se recogen a diario, pues se descomponen muy rápidamente y como no pueden almacenarse, en caso de paradas de la industria, hay que sustituir la alimentación de los peces por pienso solamente. Dado su alto contenido de agua, durante su transportación se produce destilación a lo largo del trayecto, lo cual ambientalmente no es adecuado. El subproducto así suministrado no tiene un uso racional, pues no se asimila totalmente por los peces, hay que suministrarlos en grandes cantidades y por ello el daño a la calidad de las aguas puede ser considerable.

Se hace necesario, por lo tanto, buscar alternativas de Producción más Limpia, que contribuyan a la reducción de impactos medioambientales provocados por la empresa, proporcionando una base para la investigación de nuevas mejoras, con el objetivo de lograr una estrecha interrelación entre la economía y el medio ambiente.

Una alternativa de uso, podría ser la elaboración de harina de residuos de pescado, pero para ello se requiere de alta disponibilidad de estos residuos y un elevado capital para las instalaciones de plantas de harinas; otra forma más económica de uso es hacer ensilado, ambas tecnologías son útiles como fuentes de proteínas para la alimentación de peces (Toledo, 2005).

El ensilado es un producto de fácil elaboración, basado en la acidificación del medio (disminuyendo el pH), es una manera de preservar desechos pesqueros a temperatura ambiente, que pueden lograrse por vía química, utilizando ácidos orgánicos e inorgánicos y en forma biológica con bacterias lácticas y una fuente de carbohidratos (Toledo, 2005).

El presente trabajo propone la utilización del ensilado químico, por la factibilidad de poder obtener los insumos para elaborar este tipo de tecnología, puesto que para la producción del ensilado biológico se utilizan insumos que se destinan para la canasta básica como el yogurt y la miel de caña para la destilación de alcohol, por esto se hace difícil la asignación de una cuota para la producción de dicho ensilado.

Por lo que se define el siguiente ***Problema de Investigación:***

La ausencia de un estudio, que determine la tecnología química adecuada para el procesamiento de los residuos orgánicos de EPICIEN con fines de alimentación animal, impide un aprovechamiento más racional de los mismos, reduce su impacto económico e incrementa el impacto ambiental.

Siendo el ***Objeto de estudio***:

La tecnología de ensilado químico del pescado.

Hipótesis

La aplicación tecnológica de ensilado químico, en el tratamiento de residuales sólidos orgánicos en la Empresa EPICIEN, contribuirá al aprovechamiento más racional de los mismos, la reducción de su impacto ambiental y el incremento de su impacto económico.

Objetivo General

Proponer una tecnología de ensilado químico para el tratamiento de los residuales sólidos pesqueros de EPICIEN, como fuente proteica con fines de alimentación animal

Objetivos Específicos

1. Realizar una revisión bibliográfica de las tecnologías existentes, para el tratamiento de los residuales orgánicos, de la industria de procesamiento de pescado con fines de alimentación animal.
2. Evaluar mediante ensayos de laboratorio, la tecnología química propuesta de ensilado y su valor nutricional para el cultivo de *Clarias gariepinus*.
3. Realizar una propuesta con evaluación técnica, económica y ambiental de la instalación de una planta de aprovechamiento de residuales de pescado mediante ensilado químico en la empresa EPICIEN

El trabajo consta de tres Capítulos:

Capítulo I. Estudios Documentales.

Se realiza un estudio documental de las producciones más limpias, haciendo énfasis en el aprovechamiento de los residuales sólidos para la alimentación animal como una de sus herramientas, así como su aplicación en el sector alimentario y específicamente dentro de la pesca. Se aborda además la evaluación de tecnologías, y en específico, el ensilado químico como objeto de estudio en la presente investigación.

Capítulo II. Materiales y Métodos.

En el capítulo se realiza la caracterización de la empresa objeto de estudio, se fundamenta el problema científico definido; la metodología propuesta para la evaluación de la

tecnología de ensilado químico, se realiza un diseño de experimento a escala de laboratorio, así como los procedimientos usados para la valoración técnica – económica – ambiental de la tecnología

Capítulo III. Análisis de los Resultados.

Se dan los resultados de la tecnología descrita anteriormente, en consecuencia con el producto y entidad objeto de estudio. Además de analizar los resultados de la evaluación técnica, económica y ambiental de la posible tecnología a aplicar, a nivel industrial, en la Empresa EPICIEN

CAPÍTULO 1. ESTUDIOS DOCUMENTALES

1.1 Fundamentos de las Producción Más Limpia.

La Producción más Limpia (PML) es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la ecoeficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente (PNUMA/IMA, 1999).

La metodología de PML, desarrollada por Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), se basa en la evaluación de los procesos e identificación de las oportunidades para usar mejor los materiales, minimizar la generación de los residuos y emisiones, utilizar racionalmente la energía y el agua, disminuir los costos de operación de las plantas industriales, y mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas. Esta metodología se basa en tres conceptos fundamentales que se conocen en la literatura especializada como las tres 3 R's: Reducción, Reutilización y Reciclaje (ONUDI, 1999), lo que se explica en la figura 1.1.



Fig. 1.1 – Conceptos básicos de PML. Fuente: ONUDI, 1999

La implementación de PML busca pasar de un proceso ineficiente de control de la contaminación "al final del tubo", a un proceso eficiente de prevención de la contaminación desde su punto de origen, a través de la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía en el proceso, previniendo la contaminación, y la creación de soportes administrativos que permitan manejarlos residuos (IRG y CNPLH, 2008).

El proceso de reducción de la contaminación se realiza en 4 niveles de acción, como se muestra en la figura 1.2, dentro de los cuales se encuentran los niveles preventivos, la reducción y el reciclaje o reutilización y los de control, que son el tratamiento y disposición final.

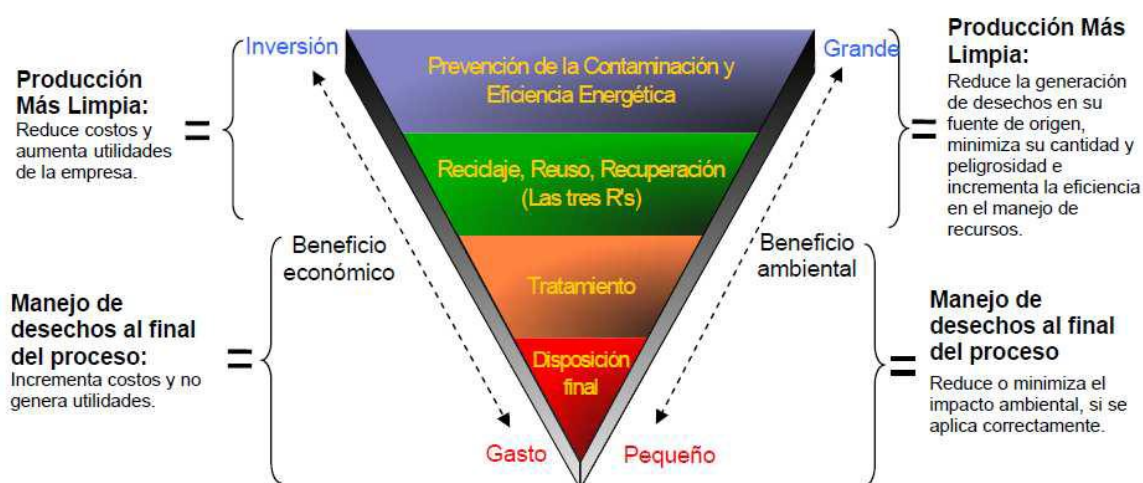


Fig. 1.2 - Esquema piramidal de los niveles de reducción de contaminación. Fuente:

(Paredes, 2014; CPTS, 2005)

Al implementar la estrategia de PML se pueden obtener beneficios técnicos, económicos y ambientales.

Al mejorar la eficiencia en el uso de los insumos de producción y los rendimientos, se reducen los costos, se obtienen mayores ganancias y se mejora la posibilidad de competir con mejores precios en los mercados nacionales e internacionales. El uso eficiente de los recursos, reduce el impacto ambiental y mejora la imagen de la empresa o proyecto.

Este concepto de PML dado por la ONUDI, puede ser aplicado a diferentes procesos industriales, a productos en sí mismos y a varios servicios ofrecidos a la sociedad. En procesos productivos, la PML involucra la conservación de materias primas, agua y energía con la disposición de materiales tóxicos y peligrosos y la reducción de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos en la fuente. En productos, la producción más limpia ayuda a reducir el impacto ambiental, en la salud y en la seguridad de los productos durante todo su ciclo de vida.

La producción más limpia, como estrategia de aplicación preventiva, puede y debe constituirse en una buena propuesta de negocios, si partimos de la comprensión de que no hay retorno en inversiones de fin de tubo –al final del proceso productivo–, debido al incremento de los costos de operación de los materiales en proceso que se va registrando hasta que estos se convierten en "desechos".

Concepto de Residuo

Se denomina residuo a todo material inútil o no deseado, originado por la actividad humana, en cualquier estado físico (sólido, líquido, gaseoso) y que puede ser liberado en cualquier medio receptor (atmósfera, agua, suelo). (Godoy del Pozo y Manresa, 2009). Siempre que se generen, residuos y/o desechos, hay potencial de trabajo en producción más limpia. La información inicial debe ser recogida, sobre estos, responde a los siguientes cuestionamientos generales:

- ¿Cuáles son los residuos y/o desechos que se generan?
- ¿En qué cantidades se generan?
- ¿Dónde se generan?
- ¿Cuándo y en qué circunstancias se generan?
- ¿Por qué se generan?

Las principales maneras de intervención genérica que se emplean en la actualidad para la gestión de los residuos y desechos en general, son las siguientes:

- Prevención: impedimento, en la fuente, de la generación de residuos y desechos. Este tipo de intervención es la que genera comúnmente la máxima eficiencia.
- Minimización: reducción, al mínimo posible, de la generación de residuos y desechos.

- Recuperación o reúso: empleo, otra vez, de los residuos y desechos en el mismo proceso.
- Reciclaje: incorporación de los residuos y desechos a otros procesos internos y/o externos.
- Valorización (beneficio de bajo ciclo): comercialización o permutación de los residuos y desechos, para su empleo por parte de clientes externos.

La generación de residuos y desechos ocurre generalmente debido a no conformidades en el funcionamiento de procesos, de ahí la necesidad de destinar los recursos necesarios a la vigilancia de éstos, para garantizar su idoneidad, empleando mecanismos técnicos y administrativos apropiados. En este aspecto es imprescindible mantener bajo permanente monitoreo el flujo de materiales y energía, a través de mediciones de balance de estos, o al menos de su contabilización escrupulosa.

La responsabilidad de la gestión del proyecto integral de producción más limpia debe ser asignada a un eco-equipo, integrado por un número razonable de empleados de la empresa, de acuerdo al tamaño y características de la misma, representantes de todas las áreas operativas y administrativas involucradas en el tema

Para diseñar e implementar un “Programa de Producción más Limpia”, es necesario poner en práctica una metodología de cuatro fases o etapas, las cuales se muestran en el Anexo 1.

1. Planeamiento y Organización

Es donde se establece el compromiso de la empresa, indispensable para su implementación exitosa. También se da a conocer la iniciativa al personal y se definen los grupos de trabajo y sus responsabilidades. En esta fase además se definen claramente las metas del programa de PML dentro de la empresa, se identifican los obstáculos y soluciones para su implementación y se capacita al personal involucrado, ya sean mandos intermedios u operarios.

2. Evaluación en Planta

La fase de evaluación del proceso en planta es crucial en la implementación de la PML, ya que al efectuar el reconocimiento de las distintas etapas del proceso productivo, se identifican Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). De este análisis

se derivan las principales recomendaciones de mejora. Con la evaluación en planta se determina también la situación general de la empresa, los puntos críticos en el manejo de la energía, del agua y materia prima, así como sus efectos financieros y ambientales.

Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Reunir los datos generales de la empresa y del proceso de producción (volumen de materiales, residuos y emisiones en el flujo).
- Definir el diagrama de flujo del proceso: entradas y salidas.
- Llevar registros y mediciones de materias primas, consumos de agua y energía.
- Organizar el equipo evaluador.
- Generar opciones.

3. Estudio de Factibilidad

En esta fase se elaboran los análisis económicos, tecnológicos y ambientales de las oportunidades de mejora encontradas, para identificar las que sean factibles. Las actividades a realizar en esta etapa son:

- Evaluación técnica, económica y ambiental: considerando como estos elementos afectan a la producción, la calidad, el ambiente, los costos de inversión y los beneficios.
- Definición de recomendaciones.
- Selección de las medidas a tomar.

4. Implementación y Seguimiento

Esta es la fase de ejecución en la que se concretan las recomendaciones establecidas, mediante la asignación de recursos económicos, tecnológicos y humanos. Para la implementación se requiere:

- Establecer la fuente y el monto de los fondos destinados al proyecto
- Ejecutar las medidas recomendadas: asignación de recursos y determinación de los responsables de llevar a cabo estas medidas.
- Monitorear y evaluar las medidas implementadas, mediante el uso de indicadores que permitan medir el desempeño, de auditorías internas y de reportes de seguimiento.

La implementación de PML es la simple aplicación de una serie de pasos ordenados que conducen a una mejora continua. No obstante, debe recalcar que la metodología de implementación funciona como un círculo cerrado, ya que el proceso no termina con el desarrollo de las recomendaciones establecidas, sino que continúa con una etapa de seguimiento de las mismas, para posteriormente identificar e implementar nuevas acciones.

Después de identificar, en el proceso de evaluación de la empresa, las fuentes de residuos, de emisiones y de desperdicio de materias primas y energía, se inicia la búsqueda de medidas correctivas. (CNP+LH, 2009). Los elementos básicos a considerar se presentan a continuación:

- Cambios en las materias primas: mediante un cambio en las materias primas se puede reducir la generación y formación de residuos o compuestos residuales peligrosos, originados por la presencia de impurezas en las materias primas inadecuadamente seleccionadas. Al sustituir un compuesto peligroso o contaminante por otro más inocuo, se elimina la necesidad de aplicar un tratamiento al “final del tubo”.
- Cambios en las tecnologías: se refiere a las modificaciones que pueden realizarse en el proceso o en los equipos, con la finalidad de reducir la generación de residuos y emisiones, así como al uso eficiente de materias primas y energía.
- Generar buenas prácticas operativas: consiste en una optimización de los procedimientos operativos y administrativos para reducir o eliminar, residuos, emisiones, uso ineficiente de insumos y tiempos de operación.
- Reutilización y reciclaje en planta: estas dos actividades pueden dar lugar a una recuperación de materias útiles, y a la localización de nuevos factores que promuevan el uso adecuado de materias primas, reduciendo así los gastos innecesarios.

De la evaluación del estado de la empresa y de las opciones generales de PML que se apliquen, se pueden obtener los siguientes resultados:

- Localización de los principales puntos de entrada: consumo de agua, energía, materia prima e insumos
- Identificación de las principales fuentes de residuos y las cantidades generadas
- Identificación de procesos que generan una cantidad considerable de residuos
- Establecimiento de puntos críticos

- Identificación de fortalezas desde el enfoque de procesos, y desde un análisis económico y ambiental
- Establecimiento de un programa de reuniones para seguimiento de la implementación
- Publicación, a nivel interno y externo, de los avances y resultados obtenidos (CONAM, 2003; ONUDI, 1999)

1.2 Aprovechamiento de los residuales sólidos como una herramienta de Producción Más Limpia.

Los residuos industriales se han generado en el mundo, a partir del auge vertiginoso de la revolución industrial. Este problema se ha empeorado, debido al desmedido aumento de la producción y el consumo de bienes y servicios. Por tanto, su adecuada gestión involucra las actividades relacionadas con su manejo desde que se producen hasta que se disponen, reciclan o se reutilizan, incluyendo las medidas que se toman para evitar que se generen en la fuente, y es una protección eficaz para el medio ambiente, porque previene y minimiza la contaminación ambiental.

1.2.1. Generalidades sobre los residuos industriales.

En la actualidad, los residuos industriales tienen gran importancia para aquellas industrias que lo generan y para la población en general, debido a que provocan la contaminación al medio ambiente y afectaciones a los trabajadores. La insuficiente existencia de instalaciones de tratamiento o instalaciones con tratamientos inadecuados, generan impactos ambientales negativos que amenazan la sustentabilidad ambiental. Sin embargo, la práctica demuestra que se logran ganancias en la productividad y una reducción en la fuente, si se realizan proyectos de inversiones con modificaciones simples a los procesos, mejorando así la competitividad de la empresa y la obtención de beneficios económicos.

Según refiere Acuña (2000), la generación de residuos tiene una elevada incidencia en el medio ambiente: "Los problemas asociados a la generación, manejo y disposición final de los residuos, tanto urbanos como industriales, son problemas ambientales de gran alcance, la experiencia de trabajo de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) ha mostrado que el enfoque y el tratamiento habitual del problema de los residuos

en América Latina suele ser parcial y unilateral, y no asume todas las dimensiones que están presentes"

Dentro de los residuos, los denominados industriales, ya sean sólidos, líquidos y gaseosos o combinación de estos, son aquellos provenientes de los procesos industriales y que por sus propiedades (corrosión, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o biológicas infecciosas), representan un riesgo para la salud humana, tanto al interior de la industria como fuera de sus fronteras.

1.2.2. Residuos en la industria alimenticia.

En la industria alimenticia las cantidades y propiedades de sus residuales son muy variables, teniendo en cuenta que a las sustancias de pérdida de los procesos, se añaden los aditivos alimentarios y productos para la limpieza de equipos y locales. (CITMA, 1998)

Los subproductos y residuales de sus diferentes ramas industriales pueden utilizarse dentro de la misma industria o en otros sectores. Muchos de estos residuales no son aceptables para consumo humano, a pesar de su considerable valor nutricional, debido a sus factores organolépticos negativos y excesivo contenido de material de lastre, por lo que la manera más positiva de aprovecharlos es convertirlos en alimento animal para obtener carne, leche y huevos. De esta forma, el sector agropecuario es el receptor más importante de sus residuales, aunque otros como las industrias ligera y farmacéutica también los utilizan en algunas de sus producciones. A su vez, la industria alimenticia, es una de las actividades o sectores con potencialidad y necesidad de utilizar materiales reciclados como son las botellas y frascos de alimentos, sacos para harina, cestas plásticas y envases de diferentes tipos. (CITMA, 1998)

Las principales acciones a tomar internamente dentro de la industria son: (CITMA, 1998)

1. Caracterización de los residuales y análisis de sus posibles usos.
2. Introducción de métodos de segregación para la recolección de los residuos con posibilidades de ser reutilizados.
3. Recolección y extracción de sólidos de las canalizaciones de residuales, mediante trampas, tamices, etc.
4. Aplicación de medidas organizativas dentro y fuera de la industria, para asegurar la rápida extracción y uso de los residuos recuperados.

5. Creación de condiciones para su almacenamiento apropiado, con el fin de evitar la descomposición de la materia orgánica.
6. Control y disminución del consumo de agua industrial, realizando limpiezas secas siempre que sea posible.

La industria alimentaria es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por sus procesos productivos o por los diferentes productos que salen al mercado. Cada sector en particular genera diferentes residuos en diferentes porcentajes, de acuerdo con los tipos de productos que fabrican. (Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Porcentaje de subproductos generados en diferentes sectores de la industria alimentaria en la Comunidad Económica Europea. (Restrepo. M, 2006).

Subproductos	Industria	Porcentaje total*
Cárnica (mataderos)	Sangre, vísceras, huesos, intestinos, piel, grasas, pelo y plumas	30-52
Pesquera	Cabezas, vísceras, colas, piel, espinazo y conchas	30-75
Vegetales	Hojas, semillas, pieles, tallos y pulpa	5-50
Láctea	Lactosuero	90
Oleaginosa	Hojas, orujo, goma y jabones	40-70
Azucarera	Pulpa, melazas y levaduras	88

* Porcentaje de la cantidad total de materia prima que entra al proceso productivo

En el caso de la Industria pesquera. Los residuos sólidos de la industria del pescado pueden aprovecharse para la elaboración de numerosos subproductos. Estos residuos están constituidos por proteínas, lípidos, carbohidratos, nitrógeno no proteico y minerales, entre otros. De ellos puede obtenerse:

- Harina de pescado: Para alimentación animal.
- Pastas de pescado: Para alimentación humana.
- Aceites de pescado: Son ricos en ácidos grasos Omega-3, se emplean para alimentación humana en dietas especiales.
- Ensilados e hidrolizados: Para alimentación animal.
- Concentrados de proteínas de pescado: Para alimentación humana.

- Alimentos para animales de compañía: Se comercializan directamente los preparados para alimentación de mascotas.
- Alimentos húmedos: Para alimentación de otros peces (salmones y truchas) y animales de pelo (visones).
- Derivados del tejido conectivo: Para aplicaciones cosméticas
- Quitina y quitosano: Resinas de intercambio iónico, membranas de diálisis, cromatografía, cicatrizante, espesante, lentes de contacto y clarificante, entre otros.
- Otros productos: Insulina, proteasas, astaxantina (colorante para la dieta de los salmones), esteroides, protamina (retarda la absorción de la insulina), escamas (para bisutería), cueros (tiburón y mamíferos) (Restrepo. M, 2006).

La Acuicultura ha sido evaluada como el sistema de producción de alimentos que tuvo el mayor ritmo de crecimiento en la última década, incrementándose de 20.8 millones de toneladas métricas (TM) en 1994 a 37.5 millones TM en el 2001 (FAO, 2002).

Uno de los principales problemas que está confrontando esta industria, es el incremento de los costos y los pocos ingredientes proteicos suplentes de la harina de pescado (HP), importante materia prima en alimentos para peces. Las cifras aportadas por la “FAO/GLOBEFISH Primer Plano (2002), muestran que la producción de HP en los últimos cinco años (1998-2002), ha ido disminuyendo de 3.342 a 2.771 millones de TM y los precios superan los 600.00 USD /TM.

En estudios realizados sobre los requerimientos nutricionales de los peces, se comprobó el alto nivel de proteína requerido por estos para alcanzar un máximo desarrollo, donde parámetros de crecimiento y utilización del alimento han sido reportados de óptimos en peces alimentados con proteínas de origen animal, principalmente HP, por su alto valor nutricional (Dabrowska y Wojno, 1977). En tal sentido, un número creciente de investigaciones evalúan la posibilidad de la sustitución de la HP por fuentes proteicas vegetales y otros subproductos de origen animal menos costosos, pero desafortunadamente los intentos para reemplazar este ingrediente han tenido resultados variables y tienden a reducir el crecimiento y la eficiencia alimentaria (Tacon y Jackson, 1985).

En la actualidad, la acuicultura cubana se ve seriamente afectada por la disminución de las importaciones de materias primas convencionales, destinadas a la elaboración de los

piensos que demandan estos sistemas productivos. Uno de los ingredientes más empleados es la HP, por su alta calidad y contenido proteico, pero su fabricación es un proceso sumamente costoso y las especies que se utilizan en su confección se encuentran sobreexplotadas, lo que ha conllevado a la búsqueda de otras alternativas menos costosas.

En Cuba, en el año 1999, se inicia la introducción, aclimatación y desarrollo de dos especies de pez gato (*Clarias gariepinus* y *Clarias macrocephalus*), con el objetivo de obtener un híbrido; cuya estrategia de alimentación se trazó a partir de los residuos generados en las industrias pesqueras del país. Llanes et al., (2001b) citaron que estos desperdicios, son un alimento alternativo de alta calidad para la alimentación de *Clarias gariepinus*, pero por sus características químicas (humedad 70% y proteína bruta 14%, aproximadamente) se necesitan grandes volúmenes para cubrir los requerimientos nutricionales diarios, lo cual no es posible obtener con regularidad, por lo que se hace imprescindible la búsqueda de alternativas de conservación a bajo costo y la utilización de otros ingredientes disponibles en el país.

Los cultivos intensivos están seriamente afectados por la disminución de las importaciones de materias primas, principalmente HP, destinadas a la elaboración de los altos volúmenes de alimento que demandan estos sistemas, lo que no ha permitido continuar su desarrollo en nuestro país. Una alternativa viable para dar solución a este crucial problema, pudiera estar dada en el empleo de los desechos de las industrias pesqueras y pescado no apto para consumo humano, mediante técnicas de ensilado (preservación de la materia orgánica), pudiéndose sustituir ingredientes, como la harina y aceite de pescado, los cuales son materia primas difíciles de adquirir en el mercado internacional por sus altos costos.

Las industrias procesadoras de pescado generan diariamente, a través de todas sus instalaciones, grandes volúmenes de residuales sólidos, especies deterioradas o de bajo valor comercial, que son descartadas para consumo humano y que en la mayoría de las ocasiones son vendidas a empresas porcinas, pero en otras, estos desechos se acumulan produciendo serios problemas de contaminación ambiental.

1.3. Tecnología de producción del ensilado de pescado.

En el cultivo de *C. gariepinus*, particularmente en Cuba, Llanes y Toledo (2006) demostraron que los ensilados de pescados podían sustituir totalmente a la HP (producto comercial a base de tilapia al 20%), siendo esta una alternativa para la producción de alimentos acuícola en países en vías de desarrollo. Un trabajo similar realizado dos años más tarde, demostró que otros ensilados de pescado, como los realizados a partir de machuelos con aditivos de miel de caña y yogurt comercial, podían igualmente sustituir a las harinas comerciales, sin que se detectaran diferencias significativas en cuanto a la tasa de crecimiento, la composición proximal de los músculos torácicos, y deformaciones morfológicas (Llanes *et al.*, 2008). Estudios aún más recientes han demostrado que el empleo de éstos y otros ensilados significan un ahorro de cientos de dólares (USD) por tonelada de alevines (Llanes *et al.*, 2009). De igual modo se ha puesto de manifiesto que para un crecimiento eficiente del cultivo, en la preparación de los ensilados no debe faltar la proteína de origen animal (Llanes *et al.*, 2011).

El ensilado de pescado (EP) es un producto de alto valor biológico, que presenta prácticamente la misma composición química del material original (Kompang, 1981; Fagbenro y Jauncey, 1993; Morales-Ulloa y Oetterer, 1997; Vidotti *et al.*, 2002a). Su obtención es a través de un proceso simple, accesible a una producción en mayor escala con baja demanda de energía. No requiere mano de obra altamente calificada, ni equipamientos costosos. Es un producto que no atrae insectos indeseables, olores desagradables, y no posee microorganismos patógenos, tales como *Salmonella* (Nunes, 1999), la que se acumula en la musculatura de los peces privando su consumo.

La literatura reporta diversos estudios con ensilados de desechos de pescados secos como única fuente proteica y en muchas ocasiones con otras harinas de origen vegetal o animal, para producir productos con composición aproximada y perfil de aminoácidos similar a la HP. Estos ensilados han sido utilizados a diferentes niveles de inclusión en dietas secas para diversas especies de peces de interés comercial; acorde a los resultados reportados, su utilización ha sido factible en relación a las tasas de crecimiento y el costo de producción (Lapie y Bigueras, 1992; Fagbenro, 1994; Fagbenro *et al.*, 1994; Fagbenro y Jauncey, 1995b y Vidotti *et al.*, 2002b). Sin embargo, su empleo en forma húmeda solo ha sido

referido en el pez gato africano, *Clarias gariepinus* (Fagbenro y Jauncey, 1994) y en trucha arco iris, *Salmo gairdneri* (Negret, 2000).

El EP es definido como un producto líquido-pastoso, basado en la acidificación del medio, a modo de favorecer la proteólisis del pescado entero o partes del mismo (Tatterson y Windsor, 1974; Bello, 1994; Toledo *et al.*, 1997; Berenz, 1998). El principio que rige su producción está dado por la acción de las enzimas proteolíticas endógenas del pescado, donde la acidez se ajusta para favorecer la acción de éstas, e inhibir el crecimiento de bacterias patógenas, terminando con la licuación del mismo. Tres metodologías básicas pueden ser utilizadas en la obtención de los EP: Química, Biológica y Bioquímica y las operaciones comunes son molienda, homogenización, envasado y almacenamiento.

La química permite la utilización de varios ácidos o mezclas de ácidos tales como: ácido sulfúrico, clorhídrico, fosfórico, fórmico, acético, propiónico y cítrico (Álvarez, 1972; Tatterson y Windsor, 1974; Disney y James, 1979; Stone *et al.*, 1989; Rodríguez *et al.*, 1990; Lo *et al.*, 1993; Viana *et al.*, 1993 y 1996; Bello, 1994; Bello, 2001; Heras *et al.*, 1994; López y Viana, 1995; Vidotti, 2001; Vidotti *et al.*, 2002 a; Vidotti *et al.*, 2003; Murrillo *et al.*, 2002; Gerónet *et al.*, 2007; Borguesi *et al.*, 2008; Wicki *et al.*, 2007; Martín *et al.*, 2007; Cavaleiro *et al.*, 2007; Santana *et al.*, 2008). Los ácidos orgánicos aseguran la conservación del producto sin provocar un descenso excesivo del pH (Backhoff, 1976), mientras que cuando se utilizan solamente ácidos minerales, el pH se torna a valores de 2.0, y por tanto, es necesario neutralizarlos antes de incorporarlos a una ración, además, de poder presentarse problemas de corrosión (Raa y Gildberg, 1982).

La metodología biológica requiere la adición de una fuente de carbohidratos y un microorganismo, que permita la fermentación láctica y la consecuente disminución del pH. Según Bertullo (1989), las cualidades organolépticas de los ensilados biológicos (EBL) se basan en su olor ácido suave, color pardo, consistencia licuosa-pastosa y su sabor acidificado suavemente amargo.

Se han utilizado diferentes fuentes de carbohidratos, tales como harina y almidón de maíz, avena, yuca, arroz, azúcar, cebada malteada, melaza de caña y remolacha y distintos microorganismos productores de ácido láctico como *Hansenella montevideo* y *saccharomyces*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidolactis*, *Streptococcus faecium*,

bacterias del yogurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*) y fermentos biológicos preparados con una mezcla de diferentes subproductos agrícolas (repollo, papaya, piña, camote, yuca), sal común y vinagre (Areche *et al.*, 1989; Ottati y Bello, 1990; Ximenes, 1991; Bertullo, 1989; Lamas *et al.*, 1992; Dong *et al.*, 1993; Bello, 2001; Fagbenro y Jauncey, 1993; 1994; 1995a y 1995b; 1998; Fagbenro, 1994; Fagbenro *et al.*, 1997; Lessi, 1994; Bello, 1994; Berenz, 1994;1998; Pérez *et al.*, 1997; Padilla *et al.*, 2000; Vidotti, 2001; Vidotti *et al.*, 2002a y 2002b; Gerón *et al.*, 2007; González y Marín 2005; González *et al.*, 2007; Borguesi *et al.*, 2008).

La melaza de caña ha sido la más utilizada por su contenido de azúcares, requiriéndose al menos un 10% para un EBL estable (Areche *et al.*, 1989). Se reporta que el empleo de bacterias lácticas es necesario, pues permite una actividad inhibitoria sobre los microorganismos indeseables y patógenos, debido a la producción de antibióticos, peróxido de hidrógeno y diacetilo (2.3 butanodiona) antagonistas del crecimiento de: *Salmonella*, *Listeria*, *Clostridium*, *Staphilococcus* (Morón, 1998; Carvajal, 1998).

El pH es el indicador de mayor importancia a controlar durante el proceso, pues refleja la calidad y cualquier cambio que pueda afectar el producto. Fagbenro y Jauncey (1993) y Bello (1994), establecen valores menores de 4.5 para una estabilidad óptima del EBL. En las Tablas 1.2 y 1.3, se pueden encontrar diferentes alternativas tecnológicas para la producción de ensilado químico (EQ) y EBL. Ver Anexos 2 y 3, respectivamente.

La metodología bioquímica consiste en agregar al pescado un ácido y una fuente de carbohidratos. Su preparación y uso no ha sido reportado ampliamente y la literatura es escasa. En tal sentido, Ahamed *et al.*, (1996) utilizaron melaza y ácido propiónico bajo condiciones microaerofilicas, permitiendo buena estabilidad al EP por varias semanas. Se puede obtener además, un EP pardo oscuro, de consistencia licuosa-pastosa y aroma agradable, con buenas cualidades nutritivas y estable microbiológicamente, con el empleo de un producto comercial nombrado PROTEOLITICO^R, constituido por una mezcla de ácidos minerales y orgánicos y varias fuentes de carbohidratos como la melaza de caña (Negret, 2000).

Respecto al período de conservación, Tatterson y Windsor (1973), señalan que los ensilados de pescado de acidez adecuada, guardados a temperatura ambiente, se mantienen

al menos por dos años sin putrefacción. La proteína se hace más soluble y la cantidad de ácidos grasos libres aumenta en cualquier aceite, pero estos cambios no son significativos desde el punto de vista nutricional. El ensilado comercial generalmente no se almacena por más de seis meses.

En cuanto a la composición bromatológica (Tabla 1.4), los valores porcentuales de los nutrientes para diferentes peces son similares a los valores de los ensilados químicos de pescado.

Tabla 1.4 Composición bromatológica de pescado crudo y ensilados químicos de pescado. (Botello, 2005)

Pescado crudo	Humedad (%)	Proteína Bruta (%)	Extracto Etéreo (%)	Ceniza (%)
Grupo A-5% grasas, 15% PB ¹	83.0	13.3	<1.3	1.9
Grupo B-5% grasas, 15-20% PB ¹	81.5	17.9	0.6	1.6
Grupo C-5% grasas, 20% PB ¹	72.4	26.2	0.7	1.5
Grupo D-5-15% grasas, 15-20% PB ¹	67.5	18.0	13.0	1.5
Grupo E-15% grasas, 15% PB ¹	52.5	11.3	36.0	0.5
Ensilados húmedos, preservados con ácidos*				
Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>), completa ¹	71.9	15.6	4.2	5.0
Sardineta (<i>Sprattus sprattus</i>), completa ¹	74.3	16.7	6.4	2.7
Sardineta de invierno (<i>Sprattus sprattus</i>), completa ²	65.7	15.6	13.9	3.3
Arenque (<i>C. harengus</i>), completa ¹	77.7	15.5	3.4	2.1
Arenque (<i>C. harengus</i>), desecho ¹	68.7	14.5	16.3	2.6
Anguila de arena (<i>Ammodytes americanus</i>), completa ¹	77.7	15.4	3.4	2.4
Desechos de pescado blanco (con excepción de las vísceras) ¹	78.9	15.0	0.5	4.2
Macarelas (<i>Scrombers crombus</i>), completa ¹	70.2	16.9	12.2	2.1
Merluza (<i>Merlangius merlangus</i>), completa ³	78.2	15.4	0.5	2.6

* Los ensilados preservados con ácidos, se producen por la adición de ácidos orgánicos o minerales a la mezcla macerada de peces frescos o los subproductos de peces húmedos.

1.-Según Botello (2005), los datos, representan los valores medios de varias fuentes: Allen (1984); Barlow y Windsor (1984); Cooley (1976); Davis et al., (1976); Göhl (1981); Jackson et al., (1984); Tacon (1986); Tatterson y Windsor (1974); Wee et al., (1987); Wilson et al., (1984); Wood et al., (1985).

2.- La composición presentada es para ensilados de sardineta con valores altos de grasas, después de 2 semanas de almacenaje a 20 OC con etoxiquín adicionado como antioxidante (Jackson et al., 1984).

3.- La composición presentada es para ensilados de 6 meses (Temperatura de almacenaje de 18-22 OC) (Wood et al., 1985).

En la tabla 1.5, se muestra la composición de proteína bruta y aminoácida hasta la cuarta semana, en un ensilado químico de pescado compuesto por Sardina (*Sardinella brasiliensis*) con una mezcla de ácidos fórmico (88%) y propiónico (100%) en una relación 1:1 y al 3% de la biomasa total, con lo que se observa de forma general que los valores de aminoácidos y proteína bruta presentan una ligera disminución en el transcurso del tiempo (Botello, 2005).

Tabla 1.5 Proteína (g/100 g MS) y aminoácidos (g/100 g de PB) de ensilados químicos de (*Sardinella brasiliensis*) en diferentes períodos de almacenamiento (Botello, 2005)

Aminoácidos	MP	EQ.0	EQ.1	EQ.2	EQ.3	EQ.4
Ac. Aspartico	11.96	11.38	10.81	11.20	10.80	11.70
Treonina	4.49	4.44	4.21	4.31	4.31	4.05
Serina	3.74	3.87	3.85	3.73	3.90	3.68
Ac. Glutámico	15.20	13.76	13.55	14.02	13.71	12.03
Prolina	4.81	4.32	5.88	4.40	5.07	4.55
Glicina	6.33	5.77	5.64	5.90	5.62	6.80
Alanina	6.11	6.54	6.68	6.14	6.22	5.82
Valina	4.80	5.98	5.87	5.85	5.37	7.67
Metionina	2.48	2.33	2.44	2.29	2.15	2.06
Isoleucina	5.17	5.52	5.45	5.41	5.30	5.37
Leucina	8.90	8.54	8.06	8.31	7.87	8.07
Tirosina	0.00	3.69	3.78	3.78	3.75	3.15
Fenilalanina	5.62	5.45	5.06	5.32	5.10	5.46
Histidina	4.59	4.81	4.77	4.60	5.20	5.20
Lisina	6.83	6.37	6.22	6.46	6.56	6.00

Amonia	1.91	1.74	1.88	2.14	2.27	2.14
Arginina	7.06	5.49	5.86	6.23	6.80	6.25
PB	74.79	72.95	70.37	67.53	67.62	67.89

MP= Materia prima; EQ= Ensilado químico.

EQ. 0 = Tiempo 0; EQ. 1 = 48 horas; EQ. 2 = 1 semana.

EQ. 3 = 2 semanas; EQ. 4 = 3 semanas.

Las ventajas del ensilado sobre las harinas de pescado que se señalan en las bibliografías son varias:

1. Puede elaborarse a escala deseable, pues no necesita de grandes y costosas instalaciones para su fabricación (Shirai 2006).
2. Las proteínas no sufren daño térmico, aventajando así a las harinas de pescado en la conservación de sus propiedades nutricionales (Barral et al., 1989).
3. La producción de olor es imperceptible (Windsor y Barlow, 1984; Wignall y Tatterson, 1977).
4. No requiere refrigeración para su conservación. Se conserva en óptimas condiciones para su uso por períodos mayores a seis meses, incluso a temperatura ambiente muy alta (Toledo et al., 2007).
5. El proceso requiere de una menor inversión inicial y tiene menores costos de producción y energéticos, porque no necesita procesos de secado y evaporación (Parin y Zugarramurdi, 2001).

Como desventaja, debe señalarse que por sus características semi-líquidas, requiere de gran espacio para su almacenamiento y transportación, en comparación con la harina de pescado (Windsor y Barlow, 1984)

1.3.1 Utilización del ensilado de pescado en la alimentación de peces.

Vidotti (2001) refiere que el EP, es una fuente proteica alternativa para la alimentación de los peces comerciales por su buen perfil de aminoácidos esenciales y ácidos grasos.

En la dieta de los salmónidos, que crecen mejor con alto contenido energético, fue posible utilizar el EP hasta con un 20% de lípidos. Para proteger los aceites se adición óetoxiquina y no mostró signos de pérdidas nutricionales en un período de 24 semanas. Sólo se observó

una pérdida del 60% del triptófano inicial; no obstante, el nivel cumple con los requerimientos mínimos de las dietas de los salmónidos (Jackson *et al.*, 1984).

Affandi (1986) refiere que la incorporación de EP en raciones de anguilas proporciona un aumento de palatabilidad, de ingestión y consecuentemente un mayor crecimiento. También, alevines de anguilas alimentadas con dietas secas a diferentes porcentajes (10, 15 y 20%) de proteína de EP, presentaron mejores resultados de crecimiento y utilización del alimento comparado con la población control, la cual contenía harinas de pescado y carne como fuentes proteicas. Los autores atribuyen esa mejora al aumento de las cantidades de alimento consumido posiblemente por la textura de la ración y la posible presencia de ingredientes atractantes (Goncalves *et al.*, 1989).

Stone *et al.*, (1989) utilizando EQ en truchas (*Salmo gairdneri*) citaron que la proteína del EP es rápidamente digerida y absorbida, pero utilizada menos eficiente para el crecimiento que la proteína de la HP, pues el EP presenta altos niveles de aminoácidos esenciales libres, los cuáles son absorbidos rápidamente. Referente a esto, se ha demostrado que la cocción y adición de sal inhibe la actividad de las enzimas autolíticas del pescado, pudiendo almacenarse a 30°C durante seis meses con poco cambio en la calidad nutricional, sin embargo, en los residuos crudos, la degradación de la proteína puede ser mínima cuando la fermentación es terminada después de siete días (Fagbenro y Jauncey, 1993).

Lapie y Bigueras-Benítez (1992) demostraron que el crecimiento de *Oreochromis niloticus* alimentado con EP preservado con ácido fórmico y secado con HP en proporción 1:1, fue similar a los peces alimentados con HP. Cuando la proporción HP:EP se aumentó 1:3, el crecimiento se redujo considerablemente, supuestamente debido a la acidez de la dieta y a la alta proporción de aminoácidos libres en el EP. También, alevines de *Oreochromis niloticus* y Pacù (*Piaractus mesopotamicus*) fueron alimentados con dietas isoproteicas, a partir de EBL secado con harinas vegetales y subproductos de origen animal; demostrando ser una alternativa potencial en dietas prácticas para la sustitución de la HP (Fagbenro, 1994; Vidotti *et al.*, 2002b). Igualmente, el EBL secado con harina de soja (1:1) fue utilizado en raciones para Bagre Africano y Tilapias, pudiendo sustituir hasta un 75% de la proteína de la HP exitosamente (Fagbenro *et al.*, 1994). Además, las dietas húmedas con

EBL mostraron buena estabilidad física, cualidades nutricionales y aceptación por *Clarias gariepinus* sin tener en cuenta el aglutinante utilizado (Fagbenro y Jauncey; 1994 y 1998).

En Colombia, se utiliza una tecnología de alimento húmedo para la alimentación de truchas arco iris, que consiste en mezclar 1 parte de EP con 2 partes de un núcleo harinoso fundamentalmente de harinas vegetales. Estas dietas húmedas sustituyen el 20% de la alimentación extrusada de dichos peces sin afectar el crecimiento y FCA, disminuyendo los costos de alimentación (Negret, 2000).

Parín y Zugarramurdi, (1994), realizan un estudio sobre las inversiones en bienes de capital y los costos de producción de los EQ y EBL, llegando a la conclusión de que la producción de EP aumenta el aprovechamiento de la proteína animal, reduciendo el costo de las raciones comerciales que utilizan la HP.

Existen trabajos de preservación de materias proteínicas usando medio ácido desde 1920 (eg Finlandia). Se produce ensilado en países como Dinamarca, Finlandia, Polonia y algunos países de América Latina para alimentar a cerdos, aves, animales pelíferos y pilíferos, y en acuicultura (Poulter y Disney, 1982; Jörgensen y Szymeczko, 1992; Bertullo, 1989).

Toledo et al. (2009) evaluaron el desempeño productivo en laboratorio del bagre africano con dietas semi-húmedas peletizadas a partir de diferentes EQ y obtuvieron que los indicadores de crecimiento, utilización del alimento y supervivencia fueron iguales a los peces que recibieron la ración comercial con HP. De ahí, que en este trabajo se espera poder sustituir la HP por los ensilajes de residuos pesqueros en dietas semi-húmedas para la tilapia roja, dado a su aporte de nutrientes y alta calidad de la proteína.

Llanes Iglesias et al. (2009), evaluaron 5 dietas semi-húmedas con diferentes niveles de inclusión de ensilado químico de pescado (40, 50, 60, 70 y 80 %), preparado con 2 % de ácido sulfúrico 98 % (peso/volumen), como única fuente de proteína animal, las que fueron comparadas con un alimento comercial (20 % de harina de pescado) en la alimentación de alevines de *Clarias gariepinus* durante 60 días. Los resultados mostraron que los indicadores de crecimiento, utilización del alimento y supervivencia no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos ensayados, lo que representó un ahorro entre 188,00 y 302,00 USD/t de alevines.

1.4 Análisis de la evaluación técnica, económica y ambiental de proyectos tecnológicos.

Hasta el presente, han sido publicados numerosos trabajos sobre los aspectos técnicos de la producción de ensilados, pero muy pocos han considerado los aspectos económicos.

1.4.1 Estudio de Mercado

Es el estudio de mercado el encargado de decidir a priori la realización o no de un proyecto, convirtiéndose entonces en el precedente para la realización de los estudios técnicos, ambientales y económicos- financieros.

1.4.2 Evaluación técnica.

En la evaluación técnica debe considerarse el impacto que tendrán esas opciones en las tasas de producción, tiempos de operación, adición o eliminación de operaciones unitarias, capacitación adicional y/o cambio de personal. Para esto deben desarrollarse las siguientes actividades:

Detallar los cambios técnicos necesarios para implementar cada medida de PML.
Determinar la factibilidad técnica de implementar los cambios requeridos por cada medida de PML.

La factibilidad técnica de los cambios se determina en términos de la viabilidad de los fenómenos involucrados en las operaciones unitarias, la disponibilidad o accesibilidad a tecnología, materias primas e insumos, espacio físico, logística, servicios, etc., y las condicionantes que impedirían o limitarían la viabilidad técnica del cambio propuesto.

Históricamente, los alimentos para animales han estado formulados considerando las harinas de pescado. Sin embargo, existen razones económicas y operativas que han incentivado la producción del ensilado de pescado en muchos países. Varios trabajos han tratado las ventajas y desventajas económicas de ambas alternativas (Tatterson y Windsor, 1973; Windsor y Barlow, 1984, Llanes, I. et al., 2009). Así mismo, 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, ya que el calor produce una importante disminución del valor biológico de las proteínas (FAO, 2002).

1.4.3 Evaluación económica.

La evaluación económica tiene la finalidad de determinar si las opciones a implantar son rentables para la empresa. Existen varios tipos de conceptos financieros, que pueden ser utilizados para evaluar la factibilidad económica de una medida de Producción Más Limpia, como son:

Los conceptos de período de recuperación de la inversión y rentabilidad de la inversión, los cuales son utilizados para realizar evaluaciones económicas rápidas y sencillas.

Los conceptos de valor actual y valor futuro, flujo de caja, valor actual neto (VAN), y tasa interna de retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (TR).

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.

La inversión que se propone tiene como objetivo la disminución de los costos de producción anteriormente señalados, mediante la utilización de los desechos pesqueros, empleando un alimento para el alevinaje y la cebo de pescados elaborado por la tecnología de ensilado más la inclusión de materias primas de origen vegetal, en una proporción del 40 y 60 % respectivamente.

En Cuba según se tiene referencia en empresas que realizan este tipo de tecnología de ensilados para la alimentación animal, utilizan más el ensilado químico que el biológico, a pesar de ser más costoso, porque no se puede contar con los insumos necesarios para realizar el ensilado biológico.

1.4.4 Evaluación ambiental

Existe una creciente preocupación hoy en día por los impactos ambientales que puedan generar los diferentes proyectos de desarrollo ejecutados a todos los niveles de la actividad económica de la sociedad, estos pueden ser positivos y negativos. Las repercusiones ambientales de tales proyectos pueden presentarse tanto en el ámbito nacional como internacional. Las políticas y/o proyectos dependiendo del sector en que se ubiquen, pueden generar una gran variedad de impactos ambientales, donde la importancia y la ponderación

de tales efectos dependen en gran parte de la magnitud y del grado de irreversibilidad del daño ambiental causado por estos.

1.5. Conclusiones parciales

1. El aprovechamiento de los residuales constituye uno de los principales objetivos de las PML, debido a que se pueden reciclar o reutilizar y de este modo proteger al medio ambiente porque previene y minimiza la contaminación ambiental.
2. La industria alimentaria, y en especial la industria pesquera, es un gran generador de residuales contaminantes, tanto líquidos como sólidos, muchos de los cuales pueden ser aprovechados en diferentes variantes como alimento animal, si se estudian en detalles las tecnologías a aplicar.
3. El ensilado de pescado es un residual potencial por sus características proteicas y su alto valor nutricional para el alimento animal, lo que se requiere la evaluación integral de tecnologías acordes a las características del lugar aplicar.
4. A pesar de que según la literatura consultada el ensilado biológico es más factible que el químico por sus costos económicos y mejor digestibilidad en los animales, para el caso de Cuba se plantea que la tecnología química resulta más factible, ya que no utiliza insumos que compiten con otros usos como el yogurt y la miel final de caña, productos que se utilizan en la canasta básica y en el proceso de destilación de alcoholes respectivamente.
5. Aunque se está usando ese tipo de ensilaje químico en la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas (EDTA) y teniendo como referencia sus años de experiencias y resultados, se propone de acuerdo a las condicionantes de la empresa EPICIEN, hacer un estudio de factibilidad técnica, económica y ambiental para la instalación de una posible planta de ensilado.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización de la Empresa EPICIEN

En este capítulo se realiza, a modo de introducción, un diagnóstico inicial de la Empresa Pesquera de Cienfuegos, donde se incluye una caracterización general y la estructura organizativa de la empresa, entre otras características que la identifican.

La Empresa Pesquera Industrial de Cienfuegos, en forma abreviada “EPICIEN”, situada al norte de la bahía de Jagua, localizada en la Zona Industrial 2 al noreste de la Ciudad de Cienfuegos, surge del proceso de reorganización del antiguo Ministerio de la Industria Pesquera, teniendo personalidad jurídica propia, está subordinada al Grupo Empresarial de la Industria Alimentaria (GEIA), el cual responde al Ministerio de la Industria Alimentaria.

EPICIEN se dedica fundamentalmente al cultivo, captura, industrialización y comercialización de productos pesqueros acuícolas y de plataforma. Cuenta con la estructura empresarial que se muestra en el organigrama de EPICIEN (ver Anexo 4), y que se describe a continuación:

Seis Áreas de Regulación y Control (Direcciones Funcionales), que junto a la Dirección General constituyen la Oficina Central ubicada en el municipio de Cienfuegos:

1. Dirección de Contabilidad y Finanzas
2. Dirección de Gestión del Capital Humano
3. Dirección de Supervisión y Control
4. Dirección de Técnica y Energía
5. Dirección de Calidad e Industria
6. Dirección de Acuicultura y Operaciones Pesqueras

Nueve Unidades Empresariales de Base (UEB), dedicadas a la producción y/o prestación de servicios, denominadas y ubicadas como sigue:

1. UEB Flota Pesquera Marina de Camarón (CAPSUR), encargada de la pesca extractiva

de camarón y ubicada en el municipio de Cienfuegos.

2. UEB Procesadora Industrial (INDUSUR), encargada del procesamiento Industrial ubicada en el municipio de Cienfuegos.
3. UEB de Frigorífico y Comercialización (FRICOM), encargada de la comercialización y almacenamiento refrigerado y ubicada en el municipio de Cienfuegos.
4. UEB de Aseguramiento y Transporte (PROVEJAGUA), dedicada a las actividades de aseguramiento, transporte, comedor y cafetería a los trabajadores, ubicada en el municipio de Cienfuegos.
5. UEB Flota Pesquera Marina de Escama (ESCASUR), dedicada a la pesca de especies de escamas de plataforma y ubicada en el municipio de Cienfuegos.
6. UEB Extractiva (ACUARODAS), dedicada al cultivo extensivo de especies acuícolas en presas y micropresas del territorio, se ubica en el municipio de Rodas.
7. UEB de Alevinaje (ALGUAR), dedicada al alevinaje de ciprinidos y clarias, se ubica en el municipio de Palmira.
8. UEB de Alevinaje (ACUICUMAN), dedicada al cultivo intensivo de clarias en estanques, se ubica en el municipio de Cumanayagua
9. UEB Extractiva (GALINDO), dedicada al cultivo intensivo de clarias en estanques, se ubica en el municipio de Abreus.

EPICIEN cuenta con la infraestructura necesaria para el cumplimiento de su objeto social con la eficiencia y eficacia planificadas, además de una estructura de dirección que le permite el balance entre las estrategias gerenciales y las principales actividades productivas y de servicios, lo que facilita la coordinación, ejecución y control del cumplimiento de las metas organizacionales que sustentan la Política de Calidad e Inocuidad y Objetivos de la Empresa y garantiza productos inocuos que se distinguen por satisfacer las expectativas y requisitos de los clientes, validadas a través de su Sistema de Gestión de la Calidad, basado en los requisitos de la NC ISO 9001:2008 y el Programa de Aseguramiento de la Calidad basado en el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP).

EPICIEN se incorpora al Sistema de Perfeccionamiento Empresarial en el año 2003, por lo que su Sistema de Dirección y Gestión Empresarial cuenta con 18 Sistemas implantados que se interrelacionan entre sí y se consideran un todo integral.

La mejora continua del desempeño global de la organización, según las necesidades actuales y futuras de la sociedad y las expectativas y requisitos de sus clientes, es objetivo permanente de EPICIEN.

La Empresa cuenta con un capital humano de 872 trabajadores, distribuidos por categoría ocupacional en la tabla 2.1, donde se aprecia que el 63 % son obreros vinculados a la producción.

Tabla 2.1 Estructura del capital humano (Fuente de elaboración propia)

Categoría Ocupacional	Cantidad	De ellos Mujeres	De ellos: Hombres
Dirigentes	93	39	54
Técnicos	149	63	86
Servicios	82	35	47
Administrativos	6	2	4
Obreros	567	239	328
Total	872	368	571

Los por cientos generales de la empresa por categorías ocupacionales quedan representados según se muestra en la figura 2.1

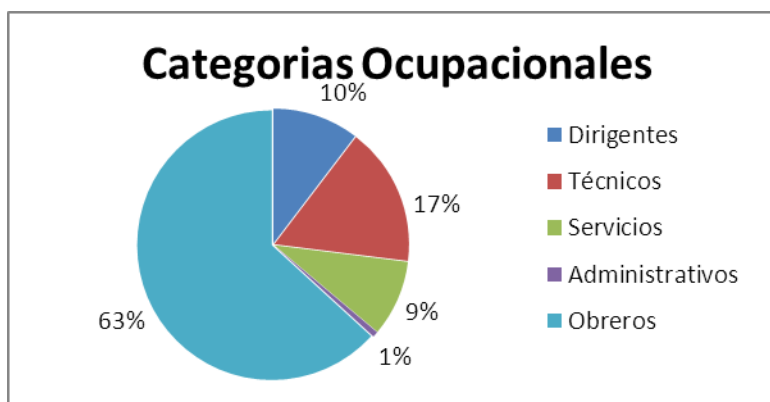


Figura 2.1 Categorías Ocupacionales de la Empresa EPICIEN

MISIÓN:

Satisfacer las exigencias del mercado interno y externo, a través del cultivo, captura, procesamiento y comercialización de productos pesqueros de calidad y alto nivel nutricional; de manera eficiente y eficaz con la participación de sus directivos y trabajadores competentes y comprometidos.

VISIÓN:

- ✓ Somos una empresa líder en el mercado nacional e internacional distinguida por la calidad y diversidad de los productos pesqueros, sin afectar el ecosistema.
- ✓ Los trabajadores y cuadros de dirección han alcanzado un alto grado de compromiso y motivación que les permite obtener mejores resultados.
- ✓ Existe un mayor grado de satisfacción de la población con los productos que recibe.
- ✓ Se dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado por las normas ISO que garantiza la inocuidad de los alimentos.
- ✓ Tecnología moderna en los procesos industriales y una elevada disciplina de mantenimiento y utilización de las mismas que permite la diversificación de las producciones y por ende la sustitución de importaciones. Sostenemos una administración responsable del medio ambiente.

Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades de mayores incidencias.

Debilidades:

1. Sobre dimensionamiento de la empresa.
2. Poca orientación en la gestión comercial al cliente.
3. Pérdidas económicas provocadas por incumplimiento de las ventas en divisa, por la no entrega a la industria de las especies planificadas en tipo y talla, lo que no permite su procesamiento en moneda convertible.

Amenazas:

1. Recrudescimiento del bloqueo.
2. Ofertas de trabajo con mayor atractivo en el entorno.
3. Mercado competitivo.

4. Fuertes regulaciones financieras internacionales para comercializar productos pesqueros.
5. Limitados recursos pesqueros por falta de espejos de agua, provocados por afectaciones climáticas- escasas lluvias.

Fortalezas:

1. Centros de alevinajes que garantizan la repoblación de embalses.
2. Se cuenta con sistema de evaluación del desempeño.
3. Hegemonía territorial del mercado de productos pesqueros.
4. Capacidad instalada para el desarrollo de nuevos productos y servicios.
5. Personal de dirección con experiencia y alta responsabilidad.

Oportunidades:

1. Mantenimiento de la empresa en el proceso de perfeccionamiento.
2. Alta demanda de productos pesqueros en el mercado internacional.
3. Inserción del sector pesquero en el sistema de reconocimiento ambiental para la prevención ambiental voluntaria,
4. Contar con personal técnico preparado y capacitado para la supervisión de la materia prima que entra y el asesoramiento a las empresas proveedoras.
5. Existe la certificación del Sistema Integrado de Gestión por la NC ISO 9001: 2008 y la NC 136:2007 con alcance a captura, procesamiento y comercialización de camarón marino; así como la Gestión Administrativa de la Casa Matriz.

Principales suministradores o proveedores

- ✓ ATLAS
- ✓ ABACEN
- ✓ PRODAL
- ✓ COPMAR

Principales clientes

- ✓ PESCA CARIBE
- ✓ CARIBEX
- ✓ COPMAR
- ✓ COMERCIO Y GASTRONOMIA

Principales producciones.

Camarón entero congelado, camarón cola congelado, camarón partido congelado, pescado entero congelado, pescados entero eviscerado, pescados entero escamado eviscerado, ruedas, filetes, tronchos, minutas, picadillo, a partir del picadillo de plataforma y acuicultura se elaboran conformados y masas, y servicios (alquiler de cámaras frigoríficas, alquiler patana y muellaje).

2.2. Procesos realizados por el Salón Proceso que generan subproductos de pescado.

El Salón Proceso se rige por una serie de etapas que debe seguir como flujo productivo, las cuales se enumeran a continuación.

1. Recepción de la materia prima.
2. Clasificación y lavado (Opcional).
3. Descabezado, eviscerado y lavado
4. Obtención del surtido (filete, rueda, troncho, picadillo).
5. Pesado y envasado
6. Congelación (-18°C)
7. Embalado y marcación.
8. Almacenamiento (-12°C)
9. Carga y transportación

En las etapas 3 y 4 del proceso productivo se generan principalmente los residuales sólidos pesqueros que pueden ser tratados, principalmente en el surtido de picadillo, pues los residuales generados en el filete van a parar al picadillo.

Por su significación en la generación de residuales, a continuación, se representa el diagrama de flujo de proceso para el procesamiento del picadillo de pescado (Fig.2.2).

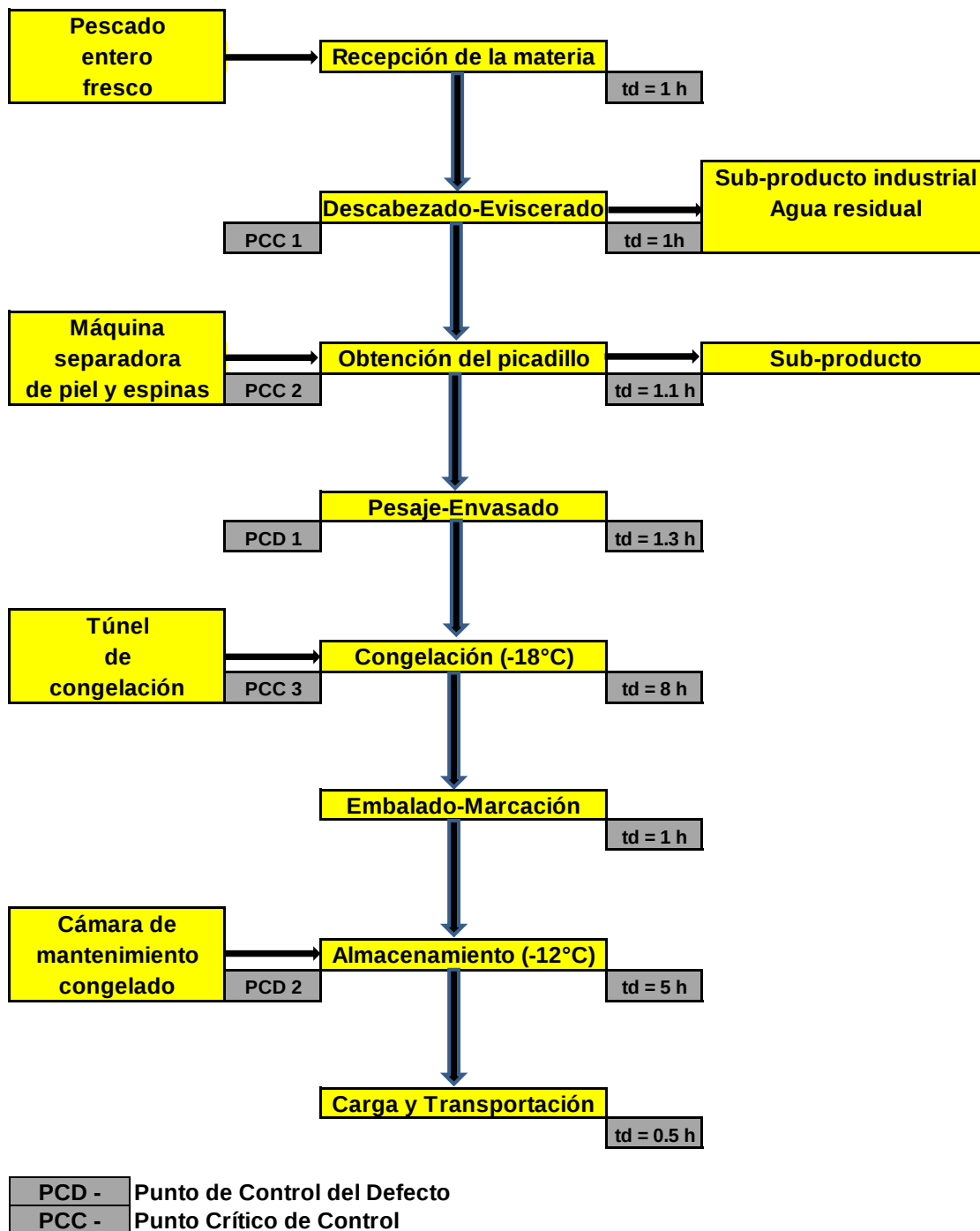


Figura 2.2 Diagrama de Flujo de Proceso para el procesamiento del Picadillo de Pescado

2.2.1 Descripción por etapas del proceso evaluado hasta la obtención de los subproductos industriales.

1. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA (MP).

Procedente de las UEB Acuícolas y de Plataformas, es recepcionada la materia prima en el Salón Proceso mediante un montacargas, ya clasificada por especie en cajas plásticas y/o en los copos de pesca, (en dependencia de la cantidad a recepcionar y la disponibilidad de los recursos mencionados) se depositan encima de paletas plásticas.

Esta etapa constituye un Punto Crítico de Control (PCC en lo adelante) del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP en Inglés), siendo pionero en su implantación el sector de la pesca en la década del 90. Este en su conjunto garantiza la inocuidad del Producto Terminado por lo que la recepción será documentada en el registro de PCC correspondiente.

Una vez recibida la MP puede tomar dos vías, una es la entrada directa al proceso productivo, la cual describiremos a continuación, y la otra es cuando es almacenada en un túnel destinado para este fin (no consume energía eléctrica, solo se utiliza como local, ya que mantiene la hermeticidad, y por ende, el hielo garantiza la temperatura requerida durante el tiempo de almacenamiento), esto será durante un período no mayor a 72 horas para su posterior procesamiento. Aquí el pescado debe nevarse en una proporción 1:1; es decir, 1 tonelada de hielo por tonelada de pescado almacenada, de manera que se colocará una capa de hielo por una de pescado, garantizando así una temperatura no mayor de 2°C en el centro térmico del pescado.

2. DESCABEZADO-EVISCERADO-LAVADO.

Al pasar el pescado al proceso, se clasifica el que es para picadillo en función de la talla, la especie y la estrategia industrial del momento, así llega hasta la línea donde es descabezado, eviscerado y lavado.

Esta línea cuenta con 12trabajadores. A medida que se realiza el proceso, el cual demora 1 hora por 500 kg de materia prima procesada, se genera el subproducto industrial (cabezas y vísceras) a razón de 350 kg./tonelada de MP y agua residual procedente del lavado del producto en proceso. Como se muestra en la figura 2.3



Figura 2.3 Línea descabezado, eviscerado y lavado, así como desperdicios sólidos industriales a tratar

OBTENCIÓN DEL PICADILLO:

El pescado descabezado, eviscerado y limpio llega mediante una estera transportadora hasta el embudo de alimentación de la máquina separadora de piel y espinas, donde se obtiene la masa del pescado por un lado y la piel y las espinas por el otro; aquí se inspeccionará que no queden restos de piel o espinas en la masa extraída, siendo el PCC # 2, ya que al pasar el troncho de pescado por la máquina, este corre el peligro de constituir un peligro físico en caso de que pasen algunas espinas al picadillo, es por ello la necesidad del monitoreo y la creación del registro.

La máquina separadora de piel y espinas es de la marca BAADER 601, con una capacidad de trabajo de 112 kg de materia prima por hora (65 kg de picadillo /hora), y consume 3 kW /h; es decir 9.36 kW/tonelada de picadillo producida. Como se muestra en la siguiente figura 2.4.

En esta etapa se genera subproducto industrial (espinas y pellejo), obteniendo cantidades de 45 kg/tonelada de MP procesada; el cual en su conjunto con las cabezas y vísceras del proceso anterior,

van a un reciclaje externo, siendo una fuente de alimento animal en el cultivo del *Clarias* sp. en las UEB acuícolas de la entidad. (Galindo, Alguar y Acuicuman).



Figura 2.4 Máquina de Picadillo.

2.3 Metodología a nivel de laboratorio para evaluar el valor nutricional del ensilado químico de subproductos pesqueros en la dieta semi húmeda para la alimentación de *Clarias gariepinus*.

2.3.1 Preparación de las muestras a evaluar

Se utilizaron los desechos del procesamiento del fileteado y descabezado - eviscerado de tencas (*Hypophthalmich thysmolitrix*), los cuales se recogieron en una caja limpia y desinfectada con hipoclorito de sodio al 0.02 % en la Industria de Proceso, perteneciente a la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas en la Habana. Ver Figura 2.5



Figura 2.5 Desechos de tenca en la Industria de Proceso, perteneciente a la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas en la Habana

Los desechos se molinaron a 1cm de tamaño en un molino de carne criollo y la pasta se dividió en dos porciones iguales; una se congeló a -10°C y la otra se ensiló con 2 % de ácido sulfúrico al 98% (p/v) y se almacenó por 7 días en una tanqueta plástica de 20 litros (Toledo y Llanes, 2013). Como se observa en la Figura 2.6



Figura 2.6 Preparación del ensilado químico con un 2 % de Ácido sulfúrico 98% (p/v)

Nota: Unidad de medida empleada % (p/v)

Tanto por ciento peso/volumen % p/v= (cantidad de gr de soluto)/ (100 cc de solución)

2.3.1.1 Preparación del ensilado químico de pescado y alimentos semi húmedo.

La preparación del ensilado se realiza según la metodología empleada por Toledo y Llanes (2013), en la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas, la cual cuenta con los siguientes pasos. Figura 2.7

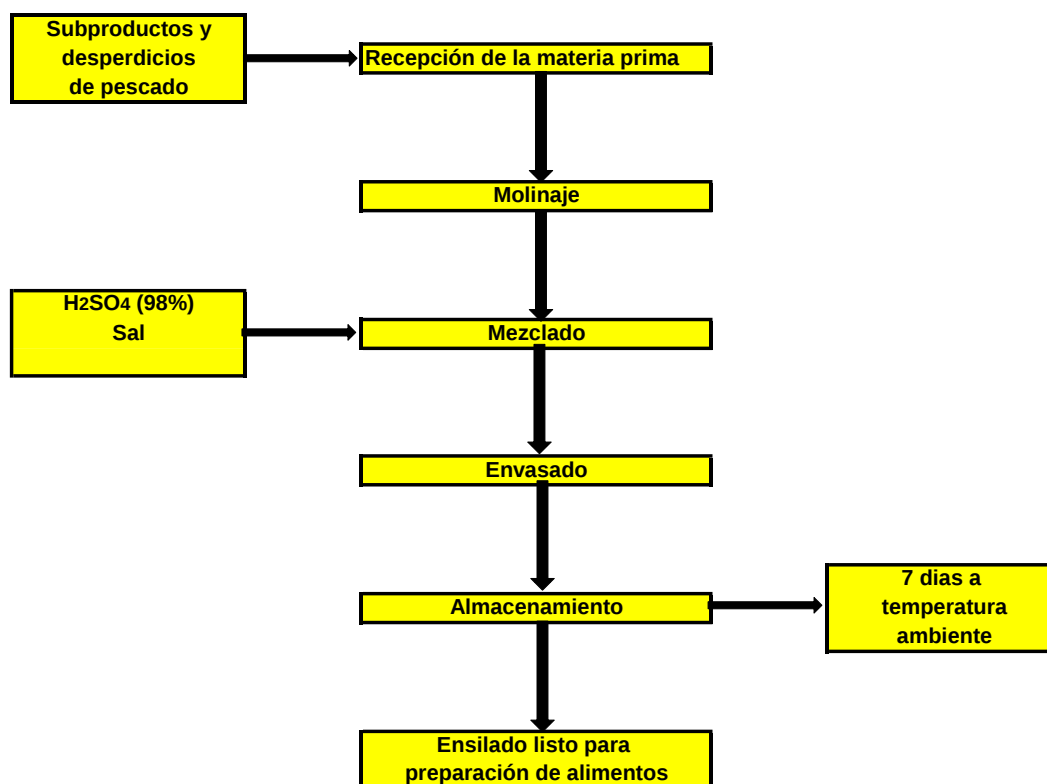


Figura 2.7 Flujo Tecnológico del Ensilado de Pescado

El ensilado es un ingrediente líquido, y como tal se debe de emplear como un ingrediente más en la dieta y no como un ingrediente único, por lo que es necesario, mezclarlo con un núcleo harinoso vegetal, debidamente formulado, para que satisfaga los requerimientos nutricionales del pez a alimentar.

Para preparar la dieta semi húmeda se realizan los siguientes pasos: Figura 2.8.

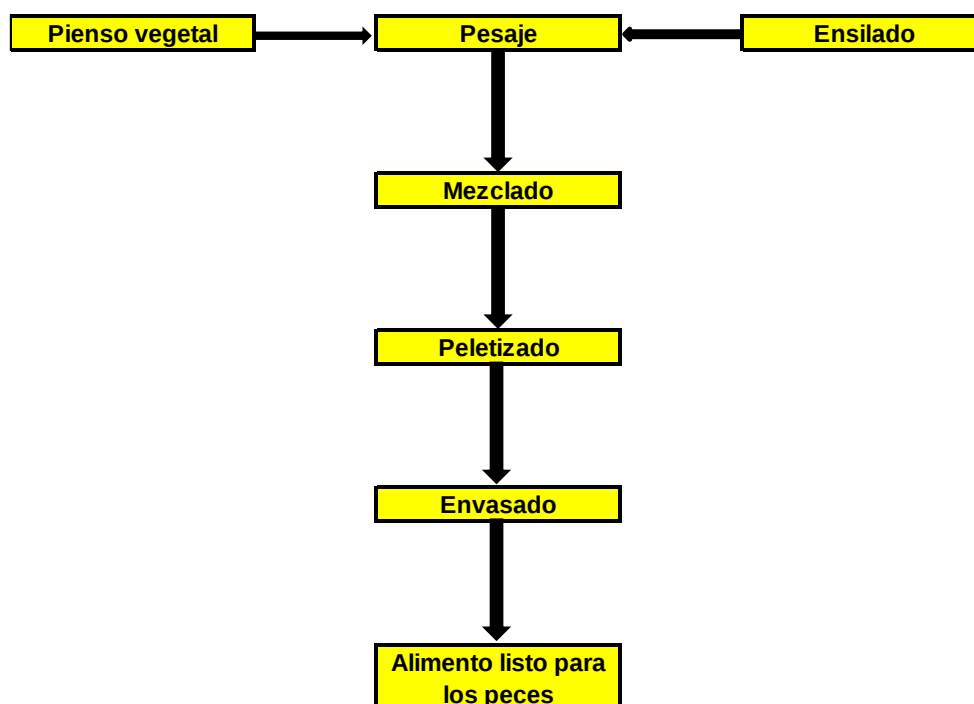


Figura 2.8 Flujo Tecnológico de la preparación de alimento a partir del ensilado de los residuos de pescado.

2.3.1.2 Composición de las dietas experimentales.

Se evaluaron tres alimentos experimentales: el alimento comercial confeccionado con harinas vegetales utilizado en la alimentación de clarias (control), los desechos del procesamiento industrial de tenca (D-I) y un alimento semi-húmedo que se preparó con el pienso comercial y ensilado de pescado (D-II).

La composición de las dietas experimentales se refleja en la siguiente Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Composición de las dietas experimentales (g/100g de alimento).

Ingredientes	Dieta comercial (control)	Desechos de pescados (D-I)	Dieta semi-húmeda (D-II)
Harina de soya (43,78% PB)	50	-	-
Harina de maíz	15,75	-	-
Salvado de trigo	30	-	-
Aceite de soya	3	-	-
Sal común	0,25	-	-
Premezcla de vit. y min.	1	-	-
Desechos de pescados	-	100	

Ensilado de pescado	-	-	40
Dieta comercial (control)	-	-	60
Total (%)	100	100	100

Para preparar el alimento control, se molieron las harinas de soya, maíz y salvado de trigo aproximadamente a 250 μ m en un molino de martillo criollo y se mezclaron en una mezcladora HOBART MC-600 por 10 min. Posteriormente, se adicionaron el aceite y la pre-mezcla de vitaminas y minerales y se continuó el mezclado por 10 min. La mezcla resultante se dividió en dos porciones: a una se le adicionó 30 % de agua y se peletizó en un molino JAVAR 32 con un diámetro de 2 mm y los pellets se colocaron en una estufa Selecta a 60° C durante 24 h y a la otra porción de pienso se le adicionó el EP y se mezcló por 10 min, peletizándose en el molino JAVAR 32. Esta dieta se envasó en un recipiente plástico con tapa y se almacenó en un freezer (-10°C).

2.4 Procedimiento experimental para valorar los distintos alimentos.

Se utilizaron 300 alevines de *Clarias gariepinus*, provenientes del área de alevinaje. Estos tuvieron un período de adaptación de 7 días, durante el que recibieron alimento comercial de tilapia (Control), posteriormente se seleccionaron los peces de 10,0 $\pm$ 0,02g de peso promedio inicial que se pesaron en una balanza digital DIGI DS 671de 0.5 g de precisión, los que se distribuyeron según diseño completamente aleatorizado en 12 recipientes circulares de cemento de 68 L (cuatro / tratamiento), en grupos de 25 ejemplares por reservorio. El flujo de agua se mantuvo las 24 horas y se estandarizó a razón de 0,1 L/ min.

Se realizó un diseño completamente aleatorio con tres repeticiones, se comprobó la normalidad de los valores obtenidos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homocedasticidad de varianza, mediante la prueba de Bartlett. Luego se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y test de DUNCAN por medio del software estadístico INFOSTAT versión 1.0 (Balzarini *et al.* 2001).

Las mediciones realizadas se detallan en los siguientes sub-epígrafes.

2.4.1 Indicadores físico químicos del agua

Diariamente se registró la temperatura y el oxígeno del agua con un oxímetro digital HANNA, el flujo de agua se estandarizó a 0.2 l/min y cada 15 días los peces se pesaron para el ajuste de la ración.

2.4.2 Análisis químico

Se tomaron muestras para la composición proximal de los ingredientes dietéticos de los desechos frescos y las dietas experimentales, las cuales se hicieron por triplicado según los métodos descritos por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995).

1. Materia Seca (MS): Desecación en estufa a 105 °C hasta peso constante.
2. Proteína Bruta (PB): Mediante cuantificación del nitrógeno por Kjeldahl, utilizando el factor 6.25.
3. Extracto Etéreo (EE): Por el método de extracción de Soxhlet, utilizando éter de petróleo a 40-60 °C.
4. Cenizas: Por incineración en mufla a 550 °C.
5. Energía bruta (MJ/kg): Se calculó con los coeficientes calóricos brutos 23,63, 39,52 y 17.35 kJ/g para proteína, grasa y carbohidratos, respectivamente según Brett (1973).

2.4.3 Análisis microbiológicos

Los desechos pesqueros son muy susceptibles al desarrollo de patógenos, debido que son sustratos muy ricos en nutrientes con alta cantidad de agua y pH neutro. De ahí, que se determinó la carga bacteriana a partir de los indicadores más útiles que permiten evaluar su estado sanitario, expresados en función de toda la población.

Los análisis microbiológicos fueron los siguientes, para las diferentes dietas experimentales:

1. Conteo de Colonias a 30°C (mesófilos aeróbios) por la Técnica de Placa Vertida: Se empleó agar para conteo (BIOCEN). Las placas se incubaron durante 24 y 72 h a 25°C (NC ISO 4833:2014).
2. Método Horizontal para la detección y Enumeración de Coliformes Termotolerantes -Técnica del Número Más Probable. Se utilizó para los coliformes totales, Caldo Lauryl Sulfato Triptona (BIOCEN). Los tubos se incubaron a 37°C hasta 48 h y los positivos se sembraron en Agar Mack Conkey (BIOCEN) para el conteo de las colonias, en el caso de los coliformes termotolerantes los tubos se incubaron a 44 °C durante 24 y 48 h y los positivos se cultivaron en Agar Eosina Azul Metileno (BIOCEN) para realizar el conteo de las colonias (NC- 968:2013).
3. Detección de *Salmonella sp.* Se realizó un pre-enriquecimiento en agua de peptona bufferada (BIOCEN), seguido de un enriquecimiento en medio selectivo con Caldo Tetracionato y Caldo Selenito (BIOCEN) y se incubaron a 37 y 43 °C por 24 h. La siembra a partir de estos medios se realizó en Agar xilosa lisina deoxicolato (BIOCEN) y agar verde brillante (BIOCEN), las que se incubaron a 35°C por 24 h. A continuación se siguió el esquema de muestreo según la metodología descrita en la ISO: 6579: 2002.
4. Determinación de hongos y levaduras: La siembra se realizó en agar dextrosa saboreaud, (BIOCEN), al que se le añadió 10 % de ácido láctico (MERCK). Las placas se incubaron a 25°C hasta cinco días (NC-1004:2016).

2.5 Medición del crecimiento de las clarias durante el diseño.

Dada las diferencias de proteína bruta entre los alimentos experimentales, la tasa de adición de alimento se calculó en función del nivel de proteína dietético de 2.20 g PB/100g peso vivo, equivalente a 7.70% del peso corporal/día para la dieta comercial (control) y 9.57% para la semi-húmeda (D-II); para los desechos frescos (D-I) se utilizó 2.7g PB/100g PV que equivale al 17 %, según la metodología descrita por Llanes *et al.* (2007). Las dietas se suministraron en dos porciones iguales (9:30 h y 16:00 h) durante 50 días. Al final del experimento se calcularon los siguientes indicadores nutricionales:

Nota: PB (proteína bruta) y PV (peso vivo)

Incremento de peso diario (IPD): $IPD = \frac{P_{final} - P_{inicial}}{días\ de\ cultivo}$

Factor de Conversión del alimento (FCA, base húmeda): $FCA_{BH} = \frac{Alimento\ añadido}{ganancia\ de\ peso}$

Factor de Conversión alimentaría (FCA, base seca): $FCA_{BS} = \frac{Alimento\ añadido\ (materia\ seca)}{ganancia\ de\ peso}$

Supervivencia(S): $S = \frac{No.\ de\ animales\ finales}{No.\ de\ animales\ iniciales} \cdot 10^2$

2.6 Propuesta de evaluación técnica, económica y ambiental, para una posible instalación de una planta de Ensilado en la Empresa EPICIEN.

2.6.1 Evaluación de Mercado

Potencialidad de generación de subproductos pesqueros por la Industria en EPICIEN.

Con vista a la realización de un análisis de mercado, en la Tabla 2.2 se muestra la entrada de materia prima a la Industria de EPICIEN en el quinquenio 2011-2015.

Tabla 2.3 Entrada de materia prima a la industria de EPICIEN.

Materias primas a Industria	Años				
	2011	2012	2013	2014	2015
Acuicultura					
a).-Extensivo					
Tenca (kg)	466 876.00	475 408.00	525 487.00	577 137.90	661 409.30
Tilapia (kg)	1060.00	13484.00	30358.00	5494.00	2888.00
Clarias (kg)	112 631.90	80 488.00	105 851.50	67 095.30	44 479.00
b).-Intensivo					

Clarias (kg)	69 267.00	226 933.00	329 920.00	366 670.00	571 028.00
Tilapias (kg)	17 734.00	1431.00	313.00	0.00	0.00
Carpa (kg)	0.00	5719.00	22 494.00	3863.70	0.00
Gato (kg)	290.10	45.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal (kg)	667 859.00	803 508.00	1014 423.50	1020 267.90	1279 804.30
Plataforma					
Escama Pura (kg)	936 839.40	454 786.80	418 304.00	300 308.90	336 332.50
Pesca deportiva (kg)	35 823.30	36 026.20	54 526.60	84 385.50	28 829.20
Subtotal	972 662.70	490 813.00	472 830.60	384 694.40	365 161.70
Crustáceos					
Camarón (kg)	3003.30	2917.50	6656.40	1878.91	5875.87
Jaiba (kg)	11 218.00	9610.00	9062.00	6428.00	1975.00
Langosta (kg)	3991.00	4685.00	6411.00	4897.70	2166.50
Subtotal (kg)	18 212.30	17 212.50	22 129.40	13 204.61	10 017.37
Total General (kg)	1658 734.00	1311 533.50	1509 383.50	1418 166.91	1654 983.37

En esta Tabla 2.2 se observa toda materia prima que entró a la industria de EPICIEN en el periodo 2011 – 2015. Como se aprecia las especies de la plataforma han ido disminuyendo, debido a la poca manifestación de las especies y ha ido en aumento el cultivo de especies acuícolas, de hecho, la mayor cantidad de subproductos pesqueros que se obtienen en el proceso industrial son de estas especies, por lo que se aprovecha mejor para la alimentación del cultivo intensivo (principalmente clarias) y en el alevinaje (los banco de reproductores). Esto es muy importante puesto que no todas las empresas pesqueras pueden utilizar los desechos pesqueros para elevar la proteína animal en sus cultivos, ya que no producen la suficiente cantidad para esto y solo pueden alimentar con el pienso vegetal, que actualmente está establecido.

Evaluación del proceso productivo en el período 2011 – 2015.

Se utilizó la información de la Unidad Empresarial de Base INDUSUR referida a 13 variables: materia prima claria, materia prima tilapia, materia prima tenca, materia prima gato, materia prima carpa, escama pura, materia prima proveniente de pesca deportiva, camarón cola, jaiba, langosta, desperdicios, consumo agua, consumo de electricidad. El análisis de la entidad comenzó con los resultados de las estadísticas descriptivas, con un enfoque longitudinal de las mismas y un espacio

temporal mensual, lo que permitió determinar la media, mínimos, máximos y coeficientes de variación de las variables analizadas.

Con el objetivo de determinar las variables de mayor poder de diferenciación, se aplicó un Análisis de Componentes Principales de manera iterativa, buscando el mejor ajuste del modelo. Se verificó el cumplimiento de los supuestos básicos para la prueba (Matriz de transformación de las componentes, Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin y Prueba de Esfericidad de Bartlett) (Torres et al. 2010).

El método de extracción fue Análisis de componentes principales y el de Rotación Normalización Varimax. Los datos se procesaron por medio de los software: estadístico SPSS versión 15.0 La evaluación de la entidad se realizó por medio del siguiente índice productivo:(Visauta, 1998).

$$I = (X - y)$$

Dónde: I - es el índice

X - es el promedio general

y- es el valor de la variable

El índice se construyó con las variables de mayor carga factorial en la componente I, por contener esta casi el 50 % de la variabilidad que se logró explicar.

Demanda

Al efectuar un análisis de las potencialidades reales existentes en nuestra empresa, vemos la posibilidad, de incursionar en la incesante búsqueda de hacer Producción Más Limpia, eficiente y económica, por lo que se propone la tarea de comenzar el estudio de factibilidad de procesos productivos que generan desperdicios de origen animal, para valorar la aplicación de métodos probados internacionalmente, al igual que en el territorio nacional, que hacen posible mediante procesos tecnológicos, la producción de alimentos más nutritivos.

Oferta según las capacidades existentes

Se calculó la capacidad de producción de ensilado en la planta, a partir de la entrada de materia prima a la industria, pues de un potencial que se procesa diariamente de pescado, se pueden estimar las toneladas de subproductos de pescado que entrarían a la planta de ensilado, así como lo que representaría en alimento semi húmedo, basados en estadísticas existentes.

Pronóstico de ventas y comercialización

Se hizo un pronóstico de cómo sería la venta y comercialización

2.6.2 Evaluación Tecnológica

Para la evaluación tecnológica de la propuesta, se partió de los datos suministrados por el análisis de mercado.

Localización

Se tuvo en cuenta la localización de la posible planta de ensilado dentro de la Empresa EPICIEN, basándonos en que el equipamiento de la Planta de Conformados será trasladado para el Salón Proceso y esta edificación quedará disponible.

Programa de Producción

Se calculó la posible producción anual de ensilado y alimento semi húmedo, teniendo en cuenta la estabilidad potencial de obtención de los desperdicios de pescado de la industria como materia prima, así como la deducción por paradas para el mantenimiento al equipamiento y días no laborables.

Esquema tecnológico del proceso de ensilado y pienso semi húmedo.

En el Anexo 5 se muestra el esquema tecnológico de la posible Planta de Ensilado.

Tecnología

Equipos

Se calculó el valor del equipamiento, teniendo como referencia equipos adquiridos por la Empresa de Desarrollo de Tecnología Acuícolas (EDTA) de la Habana, como por ejemplo la firma JAVAR radicada en Colombia, del plan de inversiones de la Empresa para el año 2017, donde se tiene como intermediario de PROPES a ABACEM, que es la empresa de abastecimiento del Ministerio del MINAL en la parte Central del país, radicada en la provincia de Villa Clara, y en el caso del molino de martillo, se propone a partir de un diseño realizado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cienfuegos, de conjunto con nuestra empresa, la futura fabricación de este equipo, para el molinaje de los desperdicios de pescado (Sendón, 2016).

Insumos

Se calculó el valor de los insumos necesarios para la producción, donde se tuvieron en cuenta los precios de útiles, medios de protección, de limpieza, herramientas, medios de transportación

(carretillas), cajas, tanques (se tomaron del plan de inversiones de la Empresa para el año 2017, siendo ABACEM nuestro abastecedor), así como también se tuvo como referencia útiles de la planta de Ensilado de EDTA en la Habana.

Mano de Obra

La línea de producción consideró:

1 Jefe de Planta

3 Procesadores

Para un total de 4 trabajadores que laborarán en la planta de forma directa a la producción.

2.6.3 Evaluación Económica

Análisis comparativo sobre la utilización de dietas para la alimentación de Clarias gariepinus.

Se realizó un análisis comparativo de los costos con relación a otras dietas para la alimentación de *Clarias gariepinus*.

Indicadores de Rentabilidad Económica y Financiera

Se analizó el método planteado por Peters y Timmerhaus (1978) de estimación del presupuesto de la inversión y los indicadores fueron calculados siguiendo la metodología propuesta por (González, 2008) ver Anexo 7, el cual permite realizar el cálculo de la inversión y demás indicadores económicos como el Valor Absoluto Neto (VAN), la Tasa de Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación (TR), para ver si es factible o no realizar la inversión.

2.6 Evaluación Ambiental

Se realizó una comparación de las ventajas para el Medio Ambiente y el Valor Nutricional del alimento obtenido, mediante el proceso de ensilado químico de los desechos sólidos de pescados utilizados directamente o mezclados con pienso vegetal, en la alimentación animal.

2.7. Conclusiones parciales

1. El diseño de experimental propuesto, permite evaluar a nivel de laboratorio el proceso tecnológico del ensilado químico propuesto y su valor nutricional como alimento animal.
2. Las herramientas propuestas permiten evaluar técnica, económica y ambientalmente, la posible instalación de una planta de aprovechamiento de residuos sólidos de pescado para alimento animal.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del ensilado químico de subproductos pesqueros como fuente proteica en la alimentación de *Clarias gariepinus*.

3.1.1 Indicadores físico químicos del agua

La temperatura y el oxígeno disuelto del agua de los recipientes oscilaron de 25.1 a 26.8°C y de 3.5 a 5.0 mg/L respectivamente; el nivel de amonio se mantuvo en niveles de 0.01 mg/L, a través de la circulación de agua. Estos valores se consideran de confort para el buen desempeño productivo de la especie (Kuanhong, 2011).

3.1.2 Análisis Químicos

La composición proximal de los ingredientes dietéticos de los residuos frescos de tenca y las dietas experimentales fueron las siguientes (Tabla 3.1):

Tabla 3.1 Composición proximal de los ingredientes dietéticos. (g/100g de alimento).

Indicadores	Dieta Control	Residuos frescos	Pienso semi húmedo
Materia seca	90.15	35.46	65.32
Proteína bruta (Base húmeda)	28.08	15.72	22.84
Proteína bruta (Base seca)	31.15	44.34	34.97
Lípidos (EE)	5.35	8,11	6.39
Cenizas	4.91	7.25	5.82
Energía bruta (MJ/kg)	16.06	-	12.31
Tasa proteína /energía (mg/ MJ)	17.48	-	18.55

En la **Tabla 3.1** se muestran los resultados de la composición química de las dietas experimentales a las que se les determinó el porcentaje de materia seca, proteína bruta (PB), lípidos (EE), cenizas, y energía bruta.

En el caso de la dieta control, la materia seca fue mucho mayor con 90.15 %, que en las dietas que contenían residuos frescos y ensilado químico, donde alcanzaron niveles de 35.46 y 65.32 %, respectivamente. El contenido de PB (base húmeda) en la dieta control fue de 28.08% y de 15.72 % para la dieta de residuos pesqueros y 22.84 % para el que contenía ensilado, no obstante para la PB (base seca) la dieta de residuos pesqueros fue mayor con 44.34 % que en las dietas control y ensilado

químico, con 31.15 y 34.97 %, respectivamente. En la dieta control se obtuvieron valores de EE de 5.35 % y en las que contenían ensilado y residuos sólidos pesqueros en su formulación, se registraron niveles de 6.39 % a 8.11 %. El contenido de ceniza en las dietas de control y ensilados presentó cifras de 4.91 % a 5.82 %, con respecto a la dieta de residuos frescos, que fue de 7.25 %. La energía bruta se comportó para el caso de la dieta control con valores de 16.06 MJ/kg y para el ensilado químico de 12.31MJ/kg, siendo así la tasa proteína de 17.48 y 18.55 mg/MJ para cada uno, respectivamente.

3.1.3 Análisis Microbiológicos

Los resultados de los análisis microbiológicos de las dietas experimentales se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Determinaciones microbiológicas a los desechos frescos y ensilados

Componentes	Desechos frescos	Ensilaje químico	± EE Sign
Mesófilos aerobios (UFC/g)	6.1x10 ⁵	7.3x10 ³	±0.10 *
<i>Salmonella sp</i> (UFC/g)	Negativo	Negativo	-
Hongos y levaduras (UFC/g)	<10	<10	-
Coliformes totales (NMP/g)	<10	<10	-
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	<10	<10	-

±EE - Error estándar NMP: Número más probable

*- P<0,05 UFC: Unidades formadoras de colonias

Los conteos de bacterias mesófilas aerobias en los desechos frescos coincidieron con los recuentos reportados por Lazo de la Vega *et al.* (2012), quienes hallaron cargas entre 6.0 y 7.0 UFC/g, para residuos del fileteado y eviscerados de pescados cultivados en agua dulce. Anteriormente, Sancho *et al.* (2004) analizaron los desechos frescos de varias especies acuáticas y encontraron una carga de 6,6 a 7,04 UFC/g e informaron que es común hallar estos tenores bacterianos en las especies dulceacuícolas cultivadas en ambientes no deteriorados, ni expuestos a descargas de residuales.

Por otro lado, al adicionar el ácido sulfúrico 98 % a los desechos frescos para preparar el ensilado químico, permitió disminuir las cargas bacterianas, dado la acidez del ingrediente (pH- 2.3). Estos valores se encuentran dentro de los límites microbiológicos exigidos por la NC 585, (2015) para pescado crudo y congelado (número de UFC/g en 10⁵ y 10⁶ para mesófilos aerobios y de 0.3 y 2.1 NMP/g para coliformes totales y termotolerantes), y por lo tanto, el producto por la metodología de conservación (ensilado) que se propone está apto para el consumo animal.

3.2 Dietas experimentales.

Se pudo observar la rápida aceptación de los desechos de pescado (D-I) y dieta semi-húmeda (D-II) por los peces, lo cual se propició por un aumento de la palatabilidad proporcionada por el pescado, tal y como lo consignaron Toledo y Llanes (2013).

Por otro lado, la dieta semi-húmeda (D-II) tuvo una adecuada estabilidad física en el agua para peces rápidos y competitivos, como las clarias sometidas a cultivo intensivo. Referente a esto, Llanes *et al.* (2012) evaluaron este indicador en pellets a base de EP y encontraron que cerca del 85 % del peso seco inicial se recuperó después de la inmersión en el agua por 10 min. Por el contrario, el consumo de la dieta control por los peces fue en mayor tiempo y en algunas ocasiones quedaron residuos de alimento, lo que se puede atribuir a la poca palatabilidad de esta dieta, que no tiene ingredientes de pescado.

Los indicadores de crecimiento (peso final e incremento de peso diario), factor de conversión alimentario y la supervivencia difirieron estadísticamente (Tabla 3.3). Los mejores indicadores productivos se obtuvieron con la dieta semi-húmeda a base de EP.

En algunos trabajos (Vidotti *et al.* 2000 y Llanes *et al.* 2008b) se informaron incrementos de pesos y mejores conversiones del alimento al incrementar la proteína de origen animal en la dieta de *Clarias gariepinus*. Estos autores coincidieron que la mejor proporción de proteína animal: proteína vegetal fue 1:1. Esto sugiere que el EP que se adicionó a la dieta vegetal aumentó los contenidos de proteína bruta (base seca), la proporción de proteína animal y de igual forma pudo mejorar el perfil de aminoácidos esenciales tal como lo reportaron Llanes *et al.* (2012).

Tabla 3.3. Resultados de los indicadores de crecimiento y eficiencia alimentaria evaluados en *Clarias gariepinus* con las dietas experimentales.

Indicadores	Dieta Comercial (Control)	Desechos de pescado (D-I)	Dieta semi-húmeda (D-II)	± EESign
Peso final (g)	61.51	62.93	76.95	2. 11 **
IPD (g/día)	1.03	1.06	1.33	0.02 **
FCA (Base húmeda)	2.23	4,51	1.90	0.06 ***
FCA (Base seca)	2.01	1.36	1.27	0.07 ***
Supervivencia (%)	73.23	84.00	91.50	1.6 **

±EE - Error estándar

P<0,01 *P<0,001

Incremento de peso diario (IPD), factor de conversión alimentaría (FCA), supervivencia.

A pesar de que no se reportó el contenido de aminoácidos esenciales de las dietas experimentales en este estudio, la harina de soya es deficiente en aminoácidos azufrados como metionina y cistina (Toledo *et al.* 2012), lo que al utilizarse como única fuente de proteína dietética, estos aminoácidos pudieron ser limitantes, lo cual influyó de forma negativa en los resultados de este trabajo con la dieta control.

Numerosos estudios demostraron que la utilización de dietas elaboradas a base de harinas de origen vegetal en peces conllevó a la disminución del crecimiento y baja utilización del alimento, lo cual se atribuyó a varios factores, como por ejemplo: una baja digestibilidad del nitrógeno y la energía, presencia de oligosacáridos indigestibles, factores antinutricionales, deficiencias de aminoácidos esenciales y minerales y el alto contenido de fibra que incrementa la tasa de flujo de la ingesta por el tracto digestivo, lo que reduce la utilización de los nutrientes por un corto tiempo de contacto con las enzimas digestivas endógenas (Goda *et al.* 2007). Sin embargo, la literatura refiere que muchas técnicas de procesamiento común en la industria de alimentos acuícolas, como cocido, autoclave, secado, calor a vapor y la adición de aditivos alimentarios mejoran el consumo de las raciones vegetales en peces (Borquez *et al.* 2013).

Por otro lado, Stone *et al.* (1989) consignaron que los crecimientos desfavorables de peces alimentados con EP se deben a la acidez de la dieta, la cual disminuye su aceptación y afecta la actividad de las proteasas pancreáticas y la alta proporción de aminoácidos libres por la hidrólisis de la proteína, los que en algunos casos, pueden actuar como depresores del apetito. Sin embargo, numerosos trabajos que se realizaron en Cuba con EP, no refirieron afectaciones del crecimiento y la eficiencia alimentaria con esta fuente proteica, en relación a los peces que consumieron alimentos comerciales con HP (Llanes *et al.* 2012; 2014).

En cuanto los desechos de pescados, son un alimento de alto valor nutricional (Llanes *et al.* 2012), pero se necesitan altas cantidades para suplir los requerimientos diarios de la especie, que en la gran mayoría de las ocasiones no están disponibles. Además, afectan la calidad del agua del acuario, trayendo consecuencias desfavorables para la supervivencia de los peces en los cultivos.

Los FCA (Tabla 3.3) mostraron mejores resultados con la dieta que contenía el EP, lo que demostró que *C. gariepinus* es hábil para utilizar eficientemente los ensilajes de residuos pesqueros. Diferentes trabajos han señalado las ventajas nutricionales que ofrece la utilización de proteína pre-digerida (EP) como son: la formación de aminoácidos de configuración L (levógiros), los que son absorbidos

fácilmente, alta calidad y digestibilidad de la proteína (Llanes *et al.*, 2012) y la formación de algunas sustancias estimulantes del crecimiento a lo largo del proceso licuación-acidificación.

Por el contrario, con los desechos de pescado (D-I), se presentó el FCA (base húmeda) más desfavorable, lo cual se atribuye al alto contenido de humedad que tienen estos desechos, lo que se pudo comprobar con el FCA en base seca, que fue excelente al considerar que es un desecho.

Con la dieta control se encontró un FCA desfavorable, que se puede relacionar con la baja supervivencia que presentó este tratamiento (73,23%), aún más cuando la adición de alimento fue restringida. Además, la inhibición de las proteasas digestivas endógenas por las harinas vegetales se compensa por un aumento en la secreción de enzimas pancreáticas y por una mayor absorción en el intestino distal, tal y como se comprobó en truchas arco iris, cuando se alimentaron con dietas que contenían harina de soya (Krogdahl *et al.* 1994) y aunque el proceso digestivo podría concluirse bien bajo tales condiciones, el costo energético para los peces podría ser alto, como resultado de la síntesis adicional de enzimas, lo que disminuye la energía bruta en el metabolismo de los peces.

Los peces herbívoros, carnívoros y omnívoros requieren la misma cantidad de proteína dietética por unidad de peso, pero los peces omnívoros y herbívoros de agua dulce, utilizan proteínas y aceites vegetales mejor que los carnívoros, requiriendo mínimas cantidades de HP para abastecerse de aminoácidos azufrados, lo que se demostró en este trabajo al enriquecer la dieta control con EP.

3.3 Análisis de factibilidad

3.3.1 Estudio de Mercado

Potencialidad de generación de subproductos pesqueros por la industria de proceso EPICIEN

En la tabla 3.4 se muestra el análisis descriptivo del proceso productivo en el periodo 2011-2015.

Tabla 3.4 Estadísticos descriptivos del proceso productivo en el quinquenio 2011-2015.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	CV
Materia prima Clarias (kg)	794.00	82031.00	32319.36	170.44
Materia prima Tenca (kg)	7820.00	122229.00	45105.30	183.90
Materia prima Tilapia (kg)	0.00	10406.00	1 270.45	68.32
Materia prima Gato (kg)	0.00	79.00	5.59	35.02
Materia prima Carpa (kg)	0.00	4838.00	534.61	55.11
Escama pura (kg)	544.00	563004.00	40776.19	55.50

El	Materia prima proveniente de pesca deportiva (kg)	0.00	27926.00	3993.18	62.45
	Camarón Cola (kg)	0.00	2079.00	338.87	72.84
	Jaiba (kg)	0.00	4455.00	649.03	58.39
	Langosta(kg)	0.00	2342.00	375.44	62.34
	Desperdicios (kg)	4900.00	64647.00	32813.92	218.80
	Consumo Agua (m ³)	1039.20	6681.30	3497.71	204.03
	Consumo de electricidad (kW/h)	10216.74	16656.48	13839.10	977.15

comportamiento de las variables productivas mostró, que en sentido general, se alcanzaron valores extremadamente bajos, como es el caso de la MP Tilapia, Gato y Carpa, especies de la acuicultura, que no han tenido volúmenes grandes de producción. En el caso de las capturas de plataforma, a pesar de tener indicadores elevados, ha existido un descenso por la poca manifestación de las especies. Cabe destacar que en todas las variables utilizadas, los rangos fueron altos, lo que denotó la dispersión en estos indicadores entre MP por especies, no obstante, los coeficientes de variación no alcanzaron valores altos, como los relacionados con las MP clarias, tenca, el consumo de agua y electricidad.

Varianza total explicada

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Tabla 3.5 Matriz de componentes rotados, valor propio, varianza esperada y acumulada.

Variables	Componente		
	Claria – tenca Desperdicios y agua	Pez Gato, Tilapia	Carpa
Materia prima Claria	0.831	-0.110	0.057
Materia prima Tenca	0.706	0.136	-0.035
Materia prima Tilapia	0.074	0.693	0.434
Materia prima Gato	-0.207	0.824	-0.235
Materia prima Carpa	0.129	0.019	0.913
Desperdicios	0.872	-0.318	-0.033
Consumo Agua	0.641	-0.493	-0.193
Consumo de electricidad (kW/h)	0.398	-0.016	-0.572
Valor propio	2.982	1.467	1.116
Porcentaje de la varianza	32.277	19.187	18.105
Varianza acumulada (%)	32.277	51.464	69.568

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Matriz de transformación de las componentes

Los resultados indicaron que con las 3 primeras componentes, las cuales se etiquetaron según las variables de mayor correlación con las mismas, que según (Hair et al, 1999) permiten representar las dimensiones subyacentes, se explicó el mayor porcentaje de varianza en los datos (69.568 %), lo que se corresponde con los valores propios de cada factor, los cuales fueron superiores a 1. En este sentido, se coincidió con (Chía y Escalona, 2008; González y Taborda, 2015), quienes señalaron que la primera componente es la que explica, en mayor grado, la variabilidad acumulada en los datos.

En cuanto a la preponderancia de cada variable, se destacan los coeficientes de correlación superiores a 0.64; al respecto, es importante subrayar las cargas factoriales de dichas variables, en la primera componente, lo que evidenció su papel en el desempeño productivo.

La primera componente, la cual fue etiquetada como (Clarias, tenca, desperdicios y agua) explicó el 32.277 % de la varianza, los signos de dichas variables indicaron una correlación positiva con la componente, además de sugerir lo anteriormente demostrado que, las materias primas de clarias y desperdicios que son las de mayor producción, presentaron por lo general mayores valores en dichas variables. Las variables que mayor correlación presentaron con la componente fueron en orden decrecientes: tenca, consumo de agua, consumo de electricidad.

Las componentes II y III explicaron el 19.187 % y 18.105 % respectivamente, de la variabilidad en los datos y se nombró (Pez Gato, Tilapia y Carpa), ya que las cargas factoriales significativas correspondieron a estas variables.

A continuación en las siguientes figuras se muestran los índices productivos de tenca, clarias, desperdicios de pescado y consumo de agua, que son los principales componentes principales.

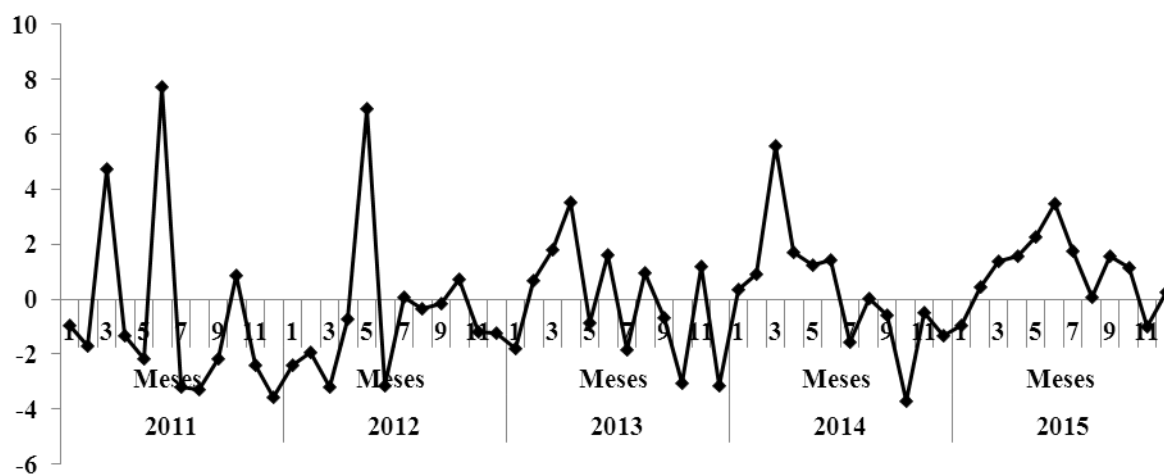


Figura 3.1 Índice productivo de la entrada materia prima Tenca a la industria

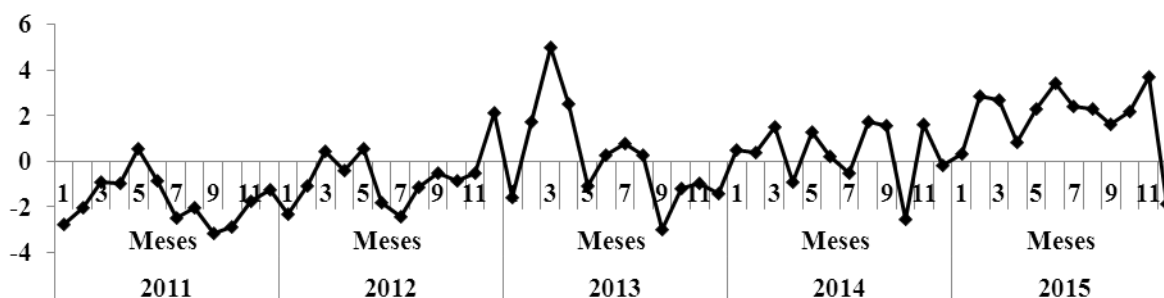


Figura 3.2 Índice productivo de la entrada materia prima Clarias a la industria

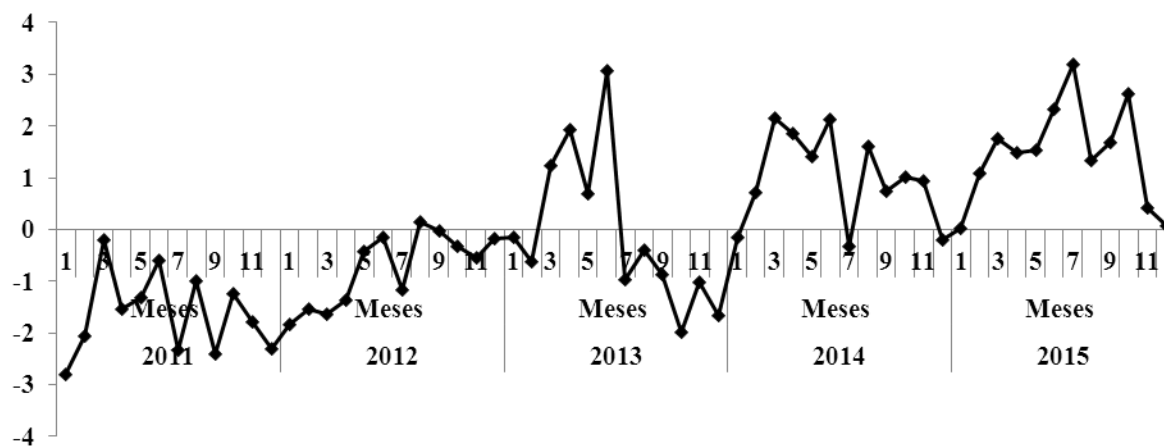


Figura 3.3 Índice productivo de los desperdicios de pescado en la industria

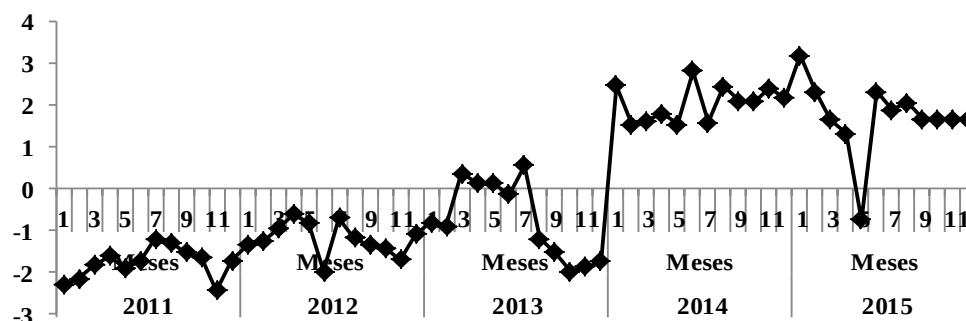


Figura 3.4 Índice del consumo de agua en la industria

La Empresa durante el quinquenio 2011-2015, en cuanto al comportamiento de sus registros productivos, ha tenido inestabilidad, como se ilustra en las figuras anteriores. La tenca tuvo su pico más alto en los años 2011 y 2012, en los meses junio y mayo, respectivamente, debido a que en estos meses hay un incremento de las precipitaciones, lo que hace propicias las condiciones para desarrollar fundamentalmente el cultivo extensivo en presas y embalses. A partir del 2013, se fue desarrollando el cultivo intensivo de clarias en el territorio, y por ende, ha existido un mayor aprovechamiento de los desperdicios de pescado, los cuales se utilizan favorablemente para la alimentación animal. Estos antiguamente se recogían para el cárnico o se trasladaban con destino al vertedero municipal, como desecho común.

El consumo de agua también ha tenido mucha inestabilidad, obteniéndose el mejor índice de consumo en el año 2014. Anteriormente, se bombeaba aun tanque elevado de 300 m³ de capacidad, pero debido a los salideros del tanque, que provocaban un gasto excesivo de agua y una pérdida económica a la empresa, se comenzó el suministro directo a los salones procesos, con una bomba de flujo de 21.5 m³/h. El agua recibida por la empresa se contabilizaba por un metro contador a la entrada de la cisterna. Luego, por rotura de este, en septiembre del 2015, la Empresa de Recursos Hidráulicos, para tener una referencia de pago, promedió los últimos 6 meses y estableció como norma un consumo 9225 m³, los que se cobraban a razón de 1.55 CUC/ m³. Cuando se sobre pasa la norma, entonces se paga a 3 CUC/ m³. Este precio varió en el año 2013, pues en años anteriores se pagaba a razón de 0.30 CUC/ m³ y por encima de lo normado a 0.60 CUC/ m³.

Demanda

El alimento con ensilado se obtiene a partir de una tecnología desarrollada en la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas (EDTA), cuya viabilidad se ha demostrado con su implementación en dos

proyectos FAO, con 10 años de experiencia. Nuestra empresa, teniendo como esto referencia, se propone hacer un estudio para una posible inversión, que posibilitaría el aumento en los niveles de producción de las UEB Acuícolas de cultivo intensivo de clarias y en la UEB ALGUAR para la alimentación del banco de reproductores.

Oferta según las capacidades existentes

La capacidad de producción de la planta de ensilado será de 2 toneladas diarias, que representan 5 toneladas de alimento húmedo, según las proporciones establecidas anteriormente, lo que, a razón de 240 días de trabajo, serían 1200 toneladas anuales. Por supuesto, esto dependerá de que la disponibilidad de sub productos generados del procesamiento industrial alcance la capacidad potencial, para lo cual se requerirá 2 toneladas diarias de desperdicios y 3 toneladas de piensos vegetales, moviéndonos inicialmente en rangos entre el 50 y 70 % de su capacidad.

Pronóstico de ventas y comercialización

El incremento de la producción de pescados, hasta lograr la utilización máxima de la capacidad potencial de ensilado, estará sujeta a análisis posteriores de ampliación de la infraestructura de cultivos (estanques), estando destinados los crecimientos que se vayan produciendo de la misma, al consumo social y una parte para la venta interna en CUC, con lo cual se beneficiarían además económicamente los 32 trabajadores de la UEB. (Ver tabla 3.6)

Tabla 3.6 Distribución del % de producción total para nuestros clientes.

Cientes	% Producción Total
Población (canasta básica)	20
Organismos	1
Pescadería	44
COPMAR	24
Pesca Caribe	11
Total	100

3.3.2 Estudios técnicos

Localización

La posible planta de ensilado será ubicada dentro de las instalaciones de la empresa EPICIEN, en la UEB INDUSUR, específicamente donde se encuentra actualmente la Planta de Conformados, que

pasará todo su equipamiento de conformado al salón proceso, quedando el local adaptado con el diagrama mostrado en el Anexo 5.

Programa de producción

Se prevé una producción de alimento húmedo diario de 5 toneladas, una vez estabilizada la obtención de desperdicios como materia prima, cuya relación es uno a uno, lo que requeriría de 2 toneladas de desperdicios diarios, teniendo en cuenta la relación 40/60 %, ensilado/ pienso vegetal, respectivamente.

La producción anual de alimento húmedo será de 1200 toneladas, considerando que se trabajará unos 240 días al año, deduciendo las paradas utilizadas para dar mantenimiento al equipamiento y los días no laborables.

Proceso de producción del ensilado.

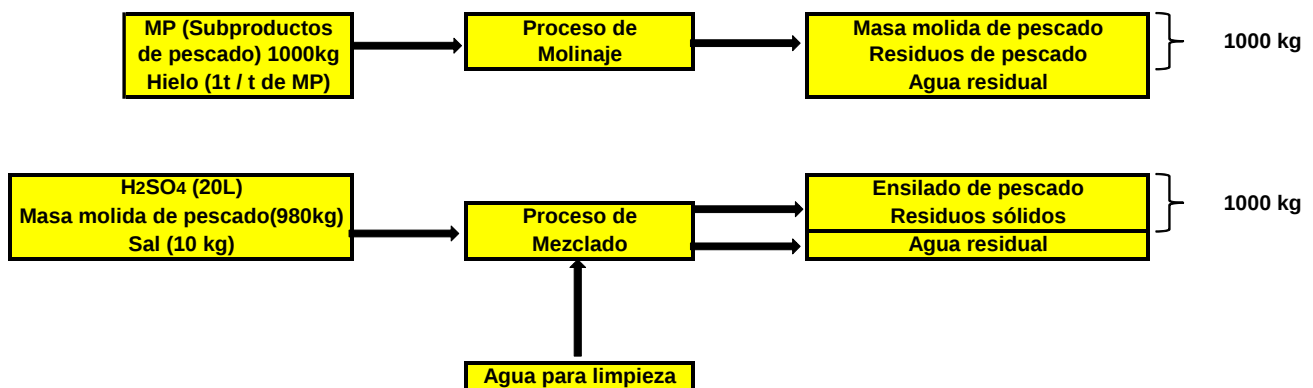
Los desperdicios de materia prima se pesan a la entrada del área de producción, en una pesa de plataforma, para pasar al molino. Posteriormente se vierten en la mezcladora, donde se le adiciona un 2 % de ácido sulfúrico al 98 % de pureza (Se obtiene en la provincias de Matanzas, Rayonitro), con relación al peso de la masa. Una vez mezclados se envasan en tanques plásticos donde se dejan descansar durante tres días, al cabo de los cuales están listos para ser empleados en la preparación del alimento húmedo. Este proceso se realiza a temperatura ambiente.

Los desperdicios que se reciben, se almacenan en una cámara de mantenimiento de frío hasta su utilización.

Para el proceso general de esta tecnología se tienen en cuenta 2 etapas

- Procesamiento de los residuos de pescado (ensilado).
- Preparación del alimento húmedo.

Balance Parcial de Masa para la producción de una tonelada de ensilado.



Entrada = Salida

Masa Molida de Pescado + H₂SO₄ + Sal = Ensilado de Pescado + Resíduos sólidos

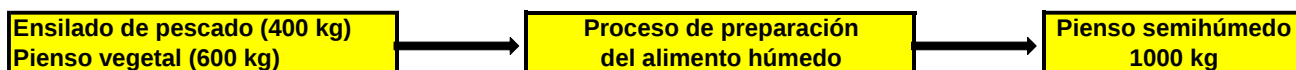
Los residuos sólidos deben de ser eliminados o reciclados como resulte apropiado.

Proceso de producción del alimento húmedo.

El desecho de pescado ensilado en los tanques plásticos es pesado y posteriormente mezclado con pienso vegetal, en la proporción 40 / 60 % respectivamente según lo establecido.

El resultado de esta mezcla se peletiza a través de una máquina de moler carne, se envasa en cajas plásticas de 40 kg para su posterior distribución y adición a los estanques de cultivo de peces.

Balance Parcial de Masa para la producción de una tonelada de Pienso semi húmedo.



Entrada = Salida

Ensilado de Pescado = Pienso semi húmedo

Equipos

Costo de los equipos. (Referencia Procedencia de la oferta)

Tabla 3.7 Propuesta del equipamiento para la inversión de la planta de ensilado

EQUIPOS	CANTIDAD	TOTAL (CUP)	TOTAL (CUC)	TOTAL (Importe)
Molino de carne (700 kg/h)	1		8 000.00	8 000.00
Molino de Martillo	1		8 328.00	8 328.00
Mezcladora (300 kg)	1		4 000.00	4 000.00
Cámara de mantenimiento frío (5.0 t)	1		15 000.00	15 000.00
Balanza de 60 kg- IP-68 acero inoxidable	1	258.00	859.00	1 117.00
Bomba dosificadora para acido	1		2 000.00	2 000.00
PH-metro digital	1	197.00	658.00	855.00
TOTAL		455.00	38 845.00	39 300.00

- El molino de martillo se utiliza para el molinado del desperdicio.
- El molino de carne de 700 kg/h se utiliza para el proceso del peletizado del alimento húmedo.
- La mezcladora de 300 kg tiene dos funciones: 1.-mezclar el desperdicio previa adición del ácido sulfúrico para el ensilaje del mismo; 2.-preparación del alimento húmedo adicionándole el pienso y los aditivos.
- La cámara refrigerada, sirve para almacenar los desperdicios en función de la disponibilidad del proceso de producción de ensilado.
- La balanza se utiliza para el pesaje de los desperdicios, para su posterior ensilaje y para la preparación del alimento húmedo en las proporciones necesarias.
- Bomba dosificadora para ácido, en función de las cantidades necesarias a mezclar con el desperdicio, en función del ensilado, sin contacto directo con el mismo.
- PH metro digital, dado que la metodología del ensilado se basa en la acidificación de los desechos, es necesaria para medir el grado de acidez.

Se diseñó un molino de martillo para su construcción y montaje en la empresa. El diseño se realizó sobre la base de un motor modelo CELMA, que se encuentra en la UEB Acuicuman, puesto que ello posibilita reducir los costos de inversión, dados los precios elevados de estos equipos en el mercado internacional. Este trabajo fue realizado en coordinación con la Universidad de Cienfuegos en la Facultad de Ingeniería, donde se hizo con precisión el diseño de todas las piezas que conforman el molino de martillo, dando como resultado un costo de \$ 8328.00 CUC. Véase Anexo 6

Insumos

Tabla 3.8 Propuesta de los insumos necesarios para la producción.

Insumos de trabajo	Cantidad	Costo/unidad (CUP)	Costo/unidad (CUC)	Total
Tanques plásticos 120 l	300	13.40	47.07	18 141.00
Tanque para ácidos 2 500 l	2	-	354.73	709.46
Cajas plásticas (Desperdicio de pescado)	100	3.92	14.00	1 792.00
Carretillas de 2 ruedas	3	-	80.00	240.00

Carretilla de 4 ruedas	2	-	300.00	600.00
Carretillas Traspálea 685 x 1200 mm	1	187.71	533.21	720.92
Palas de aluminio	2	1.56	6.24	15.60
Palas cuadradas	4	17.56	8.06	102.48
Juego de herramientas	1	113.62	56.81	170.43
Manguera ¾ reforzada 3 capas	20	0.19	0.80	19.80
Paletas	5	3.38	13.64	85.10
Taquilla doble de 1800x380x450	2	8.90	88.96	195.72
Útiles de limpieza.	-	-	8 949.00	8 949.00
Equipos de Protección al trabajo	74	6.87	17.75	1 821.88
Útiles y herramientas	-		-	7 518.54
Total	41 081.93			
Total Equipamiento más Insumos	80 381.93			

La Empresa dispondrá del contravalor para pagar el importe de la inversión en CUC, que será aprobado por el plan de inversiones de Tecnología del Desarrollo, para así cumplir con el compromiso con el MINAL, de contribuir al desarrollo de la Producción Más Limpia.

Obras de ingeniería civil

Se considerará la adecuación y remodelación del local en general. Los pisos tendrán terminaciones sanitarias, resistentes a sales y ácidos inorgánicos e impermeables, poseerán declives adecuados para la evacuación de líquidos para el sistema de drenaje. Las paredes deberán de tener terminaciones sanitarias, lisas y lavables, que permiten una fácil limpieza.

El montaje del equipamiento considera la cámara de mantenimiento de congelados, así como el del resto de los equipos, instalando corriente trifásica.

Redes exteriores.

Se utilizaran las redes exteriores existentes, siendo el desagüe hacia la planta de tratamiento de residuales líquidos de la empresa.

El consumo anual eléctrico se calculó a razón de 1500 kW hora mensuales, según lo facturado por las OBE en Plantas ya instaladas, estimándose unos 1000 kW hora para la cámara de mantenimiento de congelado y 500 kW hora para el equipamiento instalado.

Mano de obra

Se prevé contar en la nueva inversión con un total de 4 trabajadores, de ellos 1 técnico, que fungiría como Jefe de Planta y 3 trabajadores, todos ellos directos a la producción. El pago se efectúa quincenal. En la siguiente tabla 3.9 se muestra la mano de obra con sus salarios.

Tabla 3.9 Mano de obra que se propone para trabajar en la planta de ensilado.

Plaza	Cantidad	Salario mensual	Salario anual	Vacac. acum..	Seg. Social	Imp. Fza. Trabajo	Gasto Fza Trabajo
Jefe Planta	1	475.00	5700.00	285.00	748.13	598.50	7331.63
Procesador	3	325.00	11700.00	585.00	1535.63	1228.50	15 049.13
Total	4		17400.00	870.00	2283.76	1827.00	23 280.76

3.3.3 Estudio Económico

Análisis comparativo con la utilización de otras dietas para la alimentación de *Clarias gariepinus*.

En la siguiente tabla 3.11 se muestra un análisis económico de distintas dietas, que se pueden utilizar para la alimentación de *Clarias gariepinus*.

Tabla 3.11 Análisis económico sobre la utilización de dietas semi-húmedas a base de subproductos pesqueros en *Clarias gariepinus*

Indicadores	Dieta Comercial (Control)	Desechos de pescado	Dieta semi-húmeda
Costo del alimento (\$ CUC /kg)	0.78	0.02	0.57
Factor de conversión del alimento	2.23	4,51	1.90
Costo / kg de pescado vivo	1.73	0,09	1.08
Ahorro (\$ CUC /kg)	-	1,64	0.65

El análisis económico por concepto de alimentación (Tabla 3.11), mostró que con desechos de pescado fresco se obtienen los mayores rubros económicos porque tienen alto valor nutricional, se generan en la propia empresa y no tienen costo alguno. Por otro lado, el alimento semi-húmedo a base de EP presentó menor nivel de costos en relación al alimento control, dado por un costo mínimo del ensilado que

propicia disminuir la cantidad de alimento comercial y mejorar la calidad nutricional de la dieta, por lo que es posible ahorrar hasta un 37.57 % con respecto a la dieta control, por concepto de alimentación.

Estos resultados se corresponden con las conclusiones de los trabajos realizados por Llanes *et al.*, (2012) y Toledo y Llanes (2013) que demostraron la importancia económica de aprovechar los subproductos pesqueros en la elaboración de raciones de mínimo costo para los cultivos de peces dulceacuícolas.

Si se tomará en consideración el año 2015 en esta empresa objeto de estudio, podemos estimar que en caso de utilizar esta tecnología, teniendo la proporción de 1x1 de desecho de pescado por ensilado, se obtiene un total de 569.026 t de ensilado dando una producción de 1422.565 t de pienso semi húmedo que alimentaría a 748.72 t de clarias.

Costos totales de inversión

Capital fijo

El capital fijo se ha previsto en 150.5 MP, correspondiendo 42.8 a Construcción y Montaje, 43.2 en Equipos y 64.5 a Insumos. No se considera el costo en CUP dado que la Empresa pagaría el componente que en esta moneda se requiera para la inversión, así como el contravalor del CUC erogado.

Estos últimos se desglosan según lo siguiente en la tabla 3.11.

Tabla 3.11 Capital fijo previsto para la Inversión

PRESUPUESTO DE LA INVERSION (para el PLAN) -En MP-	
Componentes	Totales
Equipos	43,2
Construcción y Montaje	42,8
Otros	64,5
Costo de Inversión Total	150,5

Capital de trabajo

El capital de trabajo para la puesta en marcha de la inversión se estimó para un total de 53.7 MP

Indicadores de Rentabilidad Económica y Financiera

Se evaluaron 3 escenarios (pesimista, medio y optimista) en el análisis de sensibilidad, para el escenario medio considerado se obtienen:

El Valor Actual Neto (VAN) Miles\$ del proyecto al 12 % es de 124.3

La Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto es de 32.5 %.

El Período de Recuperación de la Inversión (TR) se calcula en 3.92.

Ver Anexos 8, 9, 10, 11, 12 para la estimación económica de la planta de ensilado de pescado.

3.3.4 Análisis Ambiental

Ventajas de producir el ensilado de pescado en comparación con el desecho sólido de pescado para la alimentación de Clarias gariepinus.

En la tabla 3. 12 se muestran las ventajas en caso de utilizar la tecnología de ensilado para alimento animal con respecto al uso con iguales fines de los desechos sólidos de pescado en su procedimiento actual en la empresa.

Tabla 3. 12 Comparación de los desechos sólidos de pescado con relación a las ventajas que puede ocasionar la tecnología de ensilado en caso de utilizarla.

No	Desechos sólidos de pescado	Ensilado de pescado
1	Se recoge diariamente, pues es una materia orgánica que desde que comienza el proceso industrial hasta que se termina, poco a poco se van degradando las proteínas por las bacterias y las enzimas. El proceso de degradación se incrementa debido a la presencia de desperdicios con vísceras, cabezas, piel, espinazo y heces fecales.	La elaboración es un proceso sencillo, muy rápido y no contamina el ambiente. Es un producto inocuo, debido a su naturaleza acida, que prohíbe el crecimiento de microorganismos.
2	De producirse una parada por uno o varios días en la industria, se tendría que alimentar con pienso solamente.	Se puede almacenar a temperatura ambiente por lo menos 30 días, sin afectación en su calidad, por lo que hay mayor aseguramiento del alimento diario.
3	Los desperdicios sólidos de pescado son un alimento muy factible para los animales, pero se necesitan grandes cantidades para suplir el alimento necesario, pues tiene un 70 % de agua. Su uso puede atentar contra	Posee un alto valor nutricional, pues les añadiría a los peces la proteína que le falta al pienso vegetal que se les administra. El alimento gracias al proceso de fermentación

	la calidad del agua de los estanques de cultivo de peces, provocando contaminación.	que tiene lugar durante el ensilaje, lo hace más digerible y palatable al animal.
4	El traslado se realiza en un camión de plataforma destinado para este fin, durante todo el recorrido hacia las estaciones de cultivo de peces, va destilando aguas residuales con sangre y mal olor, lo cual también afecta al medio ambiente	En comparación con los residuos sólidos frescos, es más fácil realizar el traslado, para la preparación del alimento en las estaciones de cultivo.

Se debe sumar que la metodología que se propone no implica utilización de maquinarias específicas, pues se necesita apenas un triturador de pescado, mezcladora y recipientes plásticos y mano de obra no especializada, destacándose que no fue necesario su deshidratación con otros ingredientes, lo cual implicaría mayor complejidad en el orden práctico y resuelve los problemas de contaminación ambiental de la plantas procesadoras de pescado.

Es importante resaltar que el incremento de la producción de proteína animal para consumo humano, por la vía de la expansión de la piscicultura en Cuba, país con limitada expansión territorial, sólo puede garantizarse a partir de la creación de una base alimentaria para los cultivos intensivos, que no implique la competencia con el hombre y otros animales por los mismos alimentos. Tal situación se agrava aún más, por no contar con una producción apreciable de cereales, granos ni tampoco disponer de los medios financieros para sustentar la adquisición en el exterior de estos alimentos. Al menos si se contará con la posibilidad de establecer un eficiente proceso de reciclaje de los residuos pesqueros por técnicas sencillas como el ensilaje, es posible crecer en la producción de pescado con recursos propios.

Aguiar (2009) evaluó la inversión de una Planta de alimento semi-húmedo a base de ensilado de pescado, cuya capacidad de producción fue 312 t /año de EP y 780 t de alimento /año para el cultivo de tilapias e informó un costo de inversión de 79 000.00 CUC y un periodo de recuperación de 2,9 años, lo cual hacen factible la inversión.

Existían muchas interrogantes sobre la utilización y factibilidad del ensilado de pescado en los cultivos de clarias, ya que la información era muy escasa y a la vez necesaria para poder establecer los ensilajes pesqueros como ingredientes proteicos capaces de sustituir la harina de pescado, lo que se demostró con los resultados positivos de este trabajo.

3.4. Conclusiones parciales

1. Una evaluación a nivel de laboratorio del ensilado producido como base proteica para alimento animal mostró:
 - La temperatura y el oxígeno disuelto del agua de los recipientes mostraron valores de confort para un buen desempeño productivo.
 - La composición química de la dieta semi húmeda mostró valores adecuados en materia seca, proteína bruta, lípidos, energía bruta y tasa proteica/energía.
 - Los análisis microbiológicos no detectaron bacterias patógenas en el ensilado químico, debido a su acidez.
2. La evaluación del ensilado producido como fuente proteica para la dieta semi húmeda en el cultivo de clarias comparada con las dietas control (pienso vegetal) y desechos sólidos de pescado, arrojó los mejores resultados en cuanto a: incremento de peso diario, tasa de crecimiento específica, tasa de eficiencia proteica, factor de conversión del alimento y la supervivencia.
3. Un análisis de mercado realizado a una posible instalación de una planta de ensilado químico en la empresa EPICIEN, brindó resultados favorables, dada la existencia de materia prima suficiente, demanda, posibilidad de insumos para su procesamiento, buen pronóstico de ventas y comercialización.
4. Se realizó un análisis técnico de la posibilidad de instalación de esta planta en cuanto a: localización, proceso de producción que incluyó un balance de masa del proceso productivo, equipamiento, insumos, mano de obra y esquema tecnológico, mostrando su factibilidad en la empresa EPICIEN.
5. Un análisis económico del mismo para tres variantes mostró un VAN, TIR y PR aceptables para las condiciones de Cuba. Además la comparación económica de la dieta semi húmeda con otras dietas brindó buenos indicadores en cuanto al costo del alimento, factor de conversión del alimento, costo/ kg de pescado vivo, así como en ahorro (\$CUC/kg).
6. Se realiza un análisis ambiental donde se comparan las ventajas del procedimiento en comparación con lo que se hace actualmente en la empresa.

CONCLUSIONES GENERALES

1. Una revisión bibliográfica sobre las diferentes tecnologías, para procesar los residuos sólidos pesqueros, mostró las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de procesamientos para utilizarlo como alimento animal. Para el caso de Cuba se plantea que la tecnología química se adapta más a nuestras condiciones que el resto de los procedimientos.
2. Los procedimientos y herramientas utilizados permitieron evaluar a nivel de laboratorio la calidad del ensilado químico por la tecnología propuesta y su valor nutricional en el cultivo de *Clarias gariepinus*.
3. Un análisis a nivel de laboratorio de la calidad del ensilado producido en comparación con otras dietas, mostró parámetros óptimos de temperatura y oxígeno disuelto en los recipientes de agua donde se depositaron los ejemplares, valores adecuados de materia seca, proteína bruta, lípidos, energía bruta y tasa de proteína/energía, ausencia de bacterias patógenas en el alimento. Además se evidenció las ventajas del uso del mismo comparado con otros alimentos en el cultivo de *Clarias gariepinus*.
4. La propuesta de instalación de una planta de procesamiento químico en la empresa EPICIEN evidenció su factibilidad en relación a su análisis de mercado, instalación tecnológica, factibilidad económica y ventajas ambientales.

RECOMENDACIONES

1. Discutir este trabajo con el Consejo de Dirección de la empresa EPICIEN, para crear las condiciones para su implementación en el plazo más breve posible.
2. Valorar la posibilidad de utilizar este ensilado químico en otros cultivos de la acuicultura.
3. Extender el uso de esta metodología para valorar el aprovechamiento de los residuales de pescado en otros complejos de la pesca en el país.

Bibliografía

- Acuña, G. (2000). Gestión ambientalmente adecuada de residuos urbanos en América Latina: un enfoque de política integral. In Situación ambiental en América Latina y el Caribe. Tema II Gestión de residuos. (pp. 51–58). Buenos Aires, Argentina: CEPAL.
- Affandi, R. (1986). Utilization of silage as food in eel culture. *Vie Milieu*, 36(4), 317-318.
- Aguiar, O. (2009). Evaluación de la inversión de una planta de alimento semi-húmedo para la alimentación de peces. *ACUACUBA*, 11(1), 12-15.
- Aguilera, M. M. E., González, P. A. M., y Hernández, S. F. (2012). Ensilado químico y harina de espinaca acuática en alimentos para Tilapia. *Ciencia, Tecnología E Innovación Para El Desarrollo de México*, 5(115). Recuperado de: <http://pcti.mx/articulos/item/ensilado-quimico-y-harina-de-espinaca-acuatica-en-alimentos-para-tilapia>.
- Ahamed, J. y Mahendrakar, N. S. (1996). Chemical and microbial changes in fish viscera during fermentation ensiling at different temperature. *Bioresourse Technology*. (59), 45-46.
- Alasgah, N. A., y Ali, A. (1996). Effect of feeding different levels of wheat bran on the growth performance and body composition of *Oreochromis niloticus*. *Agribiologische Zeitsung Agrarbiologie Agrikultur Okologie*, 49, 193-202.
- Álvarez, R. J. (1972). Estudio comparativo del valor nutricional de la proteína del ensilaje de pescado. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, (6), 231-234 .
- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemist* (16° ed.). Washington, DC.
- Arason, S., Thoroddsson, G. y Valdimarsson, G. (1990). The Production of Silage from Waste and Industrial Fish. The Icelandic Experience. International By-Products Conference. Anchorage, Alaska.
- Areche, N.T., Berenz, Z y León, G. O. (1989). Desarrollo de ensilados de residuos de pescado utilizando bacterias lácticas del yogurt. Consulta de expertos sobre Tecnologías de productos pesqueros en América Latina 2°. Montevideo, FAO.

- Backhoff, H.P. (1976). *Some chemical changes in fish silage*. *J. Food Technology*, 11, 353-363.
- Balzarini, M. Casanoves, F., Di Rienzo, J. A., González, L. A., Robledo, C. W., y Tablada, M. E. (2001). Software estadístico INFOSTAT. Manual de usuario. Córdoba. Argentina.
- Barral, A., Castañón, C., Bergamaschi, N. y Roth, R. (1989). Ensilados ácidos de pescado. *La Industria Cárnica*, 17(76), 43-47.
- Bello, R. (2001). Experiencias con el Ensilado de Pescado en Venezuela. *Manaus: CPTA/INPA*. Recuperado de: <http://www.fao.org/livestock/aphp/aphp134/cap3.htm>.
- Bello, Cardillo, R.E., y Martínez, R. (1993). Estudios sobre la elaboración de ensilados microbianos a partir de pescado eviscerados. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*, 43(3), 221-227
- Bello, R.A. (1994). Experiencias con ensilados de pescados en Venezuela. Tratamiento y utilización de los residuos de origen animal, pesquero y alimentario en la alimentación animal. Memorias de un Taller regional organizado por el Instituto de Investigaciones porcinas (IIP) y la FAO, La Habana, Cuba.
- Berenz, Z. (1994). Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos. Tratamiento y Utilización de los residuos de origen animal, pesquero y alimentario en la alimentación animal. Memorias del Taller Regional organizado por el Instituto de Investigaciones Porcinas y la FAO, Habana, Cuba.
- Berenz, Z. (1998). Ensilado de residuos de pescado. Presented at the XIV Curso Internacional de Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros, Instituto Tecnológico Pesquero del Callao, Perú.
- Bertullo, E. (1989). Ensilado de pescado en la pesquería artesanal. Consulta de expertos sobre tecnologías de productos pesqueros en América Latina. 2, Montevideo. FAO.
- Betancourt, P. L. (2007). Un Programa de Educación Ambiental dentro de la Gestión Ambiental Empresarial. Estudio de caso en el CIGET Cienfuegos CITMA, Cienfuegos.
- Bifani, P. (1999). Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 593.
- Borguesi, R., Portz, L., Oetterer, M y Cyrino, J. (2008). Apparent digestibility of protein and amino acids of acid, biological and enzymatic silage for Nilo tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition* 14, 242-248.

- Bórquez, A., Hernández, A., Dantagnan, P., y Rodríguez, U. (2013). *Ingredientes alternativos para la alimentación y nutrición de especies de aguas frías*. Nutrición y Alimentación para la Acuicultura de Recursos limitados. En: Depello, G., Witchiinsky, E y Wicki, G. (Eds.), Buenos Aires, Argentina. CAP 3. 33-47.
- Botello, A. (2005). *Utilización de diferentes ensilados químicos de pescado en alimentación de alevines del pez gato africano (Clarias gariepinus Burchell 1822)*. (Tesis en opción a Master en Ciencias), Universidad de la Habana, Cuba.
- Brett, J. R. (1973). Energy expenditure of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*, during sustained performance. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 30, 1799-1809.
- Cabello-Eras, J. J. (2016). Approaching a Cleaner Production as an Environmental Management Strategy. *International Journal of Management Science & Operations Research*, 1(1), 4–7.
- Carrasco, H. (2012). *La Contaminación después de la Revolución Industrial*. 3.
- Carvajal, G. (1998). Ensilado de residuos de pescado. Presented at the XIV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros, Instituto Tecnológico Pesquero del Callao, Perú. 1-16.
- Cavalheiro, J.M., Oliveira de Souza, E., y Singh, P. (2007). Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapias (*Oreochromis niloticus*) feed. *Bioresourse Technology*, 98, 602-606.
- CEGESTI. (2010). Manual de producción más limpia (Primera). Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial. Colección Gestión Organizacional, San José, Costa Rica. Recuperado de: http://www.cegesti.org/manuales/download_produccion_mas_limpia/manual_produccion_mas_limpia.pdf.
- Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles. (CPTS). (2005). Guía técnica general de Producción Más Limpia. Bolivia. Recuperado de: <http://www.cpts.org/prodlimp/guias/GuiagralPML/cap1.pdf>.
- CITMA. (1998). Elementos Metodológicos para la Introducción de Prácticas de Producción más Limpia. Alternativas para el Aprovechamiento Económico de Residuales. Centro Información, divulgación y educación ambiental. 1-48.
- CNP+LH. (2009). "Guía de Producción más Limpia para el Cultivo y Procesamiento de Tilapia". 104.

- CONAM. (2003). "Guía de Implementación de P+L. Lima Perú. : CONAM; CET, Centro Nacional de Producción más Limpia".
- Chía, J y Escalona. (2008). La medición de impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación en Cuba: análisis de una experiencia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Recuperado de: <http://wwwrevista.net>.
- Dabroska, H y T. Wojno. (1977). Studies on the utilisation by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) of feed mixture containing Soybean meal and addition of amino acid. *Aquaculture*, 10, 297-310.
- Disney, J. G y James, D. (1979). Fish Silage production and its use. FAO Fish Rep, Roma 230, 105.
- Dong, F. M., Fairgrive, W.T., Skonberg, D. I., y Rasco, B. A. (1993). Preparation and nutrient analyses of lactic acid bacterial ensiled Salmon viscera. *Aquaculture*, 109, 351-366.
- Duncan, D.B. (1951). A significance test for differences between ranked treatment in Analysis of Variance.
- Elizondo, A. B. (2012). Manual de buenas prácticas en la gestión de residuos (Primera). Creative Commons, España.
- El-Sayed, A. M., Martínez, I., y Moyano, F. J. (2000). Assessment of the effect of plant inhibitors on digestive proteases of Nile tilapia using in vitro assays. *Aquaculture International* 8, 402-415.
- Fagbenro O. y Jauncey, K. (1993). Chemical and nutritional quality of raw, cooked and salted fish silage. *Food Chemistry*, 48, 331-335.
- Fagbenro, O. (1994). Dried fermented fish silage in diets for *Oreochromis niloticus*. *The J. Aquaculture-Bamidgeh- Israeli* 46(3), 140-147.
- Fagbenro, O. y Jauncey, K. (1994a). Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) fed moist diets containing autolysed protein from stored Lactic-acid-fermented fish-silage. *Bioresource Technology* 48, 43-48.
- Fagbenro, O. y Jauncey, K. (1994b). Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) fed moist diets containing autolysed protein from stored Lactic-acid-fermented fish-silage. *Bioresource Technology*, 48, 43-48 .

- Fagbenro, O. y Jauncey, K. (1995b). Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) feed dry diets containing co-dried lactic-acid-fermented fish silage and protein feedstuffs. *Bioresource Technology*, 51, 29-35.
- Fagbenro, O. y Jauncey, K. (1998). Physical and nutritional properties of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Animal Feed Science Technology*, 71, 11-18.
- Fagbenro, O. y Jauncey, K. (1995a). Water Stability, Nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets”. *Aquacultural Engineering*, 14, 143-153.
- Fagbenro, O., Jauncey, K., Taylor, G. (1994). Nutritive value of diets containing dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal for juvenile *Oreochromis niloticus* and *Clarias gariepinus*. . *Aquaculture Living Resour*, 7, 79-85.
- Fagbenro, O., Jauncey, K., y Krueger, R. 1997. Nutritive value of dried lactic acid fermented fish silage and soybean meal in dry diets for catfish *Clarias gariepinus*. *J. Appl. Ichthyol*, 13, 27-30.
- FAO. (2002). Examen mundial de la pesca y acuicultura. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura”. Roma, 3-38.
- FAO/GLOBEFISH Primer Plano. (2002). Harina y aceite de pescado. Actualización trimestral basada en el banco de datos de GLOBEFISH.
- García, U. E. (2012). *Ensilado de pescado adicionado con pasta de Jatropha curcas no tóxica como alternativa para la alimentación de tilapia (Oreochromis niloticus)*. Tesis en opción del título de Master en Recursos Naturales y Medio Ambiente, Instituto Politécnico Nacional, Sinaloa, México.
- Recuperado de:
<http://tesis.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/13052/1/Elizeth%20Garcia%20Urias.pdf>.
- Gerón, L, J., Zeoula, L., Meire, R., Matsushira, M., Kasama, R., Ferreira, S., y Fereli, F. (2007). Chemical characterization, dry matter and crude protein ruminal degradability and in vitro intestinal digestion of acid and fermented silage from tilapia filleting residue. *Animal Feed Science and Technology*, 136, 226-239.

- Goda, A. M., Wafa, M.E., El-Haroun, E. R., y Kabir, M.A. (2007). Growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and tilapia galilee *Sarotherodon galilaeus* fingerling fed plant protein based diets. *Aquaculture Research* 38, 827-837.
- Godoy del Pozo, L., y Manresa, G. R. (2009). *Gestión de Residuos Sólidos: un tema de vital importancia para la gestión ambiental empresarial*. Universidad de la Habana: Editorial Universitaria.
- Goncalves, J. F., Santos, S., Sousa, V.P., Batista, I. y Coimbra, J. (1989). The use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutrition. *Aquaculture*. 80, 135-146.
- González V. (2008). *Procedimiento para la ejecución de los estudios previos Inversionistas en la Industria de Procesos Químicos y Fermentativos*. (Tesis en opción al grado Científico de Master en Gestión de la Ciencia y la Innovación Tecnológica), Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba.
- Gonzalez y Taborda. (2015). *Análisis de Componentes Principales SPARSE, Formulación, algoritmos e implicaciones en el análisis de datos*. (Tesis de Maestría) Universidad de Salamanca, España.
- González, D., Córdoba, J., Indort, F., y Buitrago, E. (2007). Estudios preliminares en la formulación de dietas para camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) utilizando ensilado de pescado. *Revista Científica FCV-LUZ*. XVII (2), 166-172.
- González, D., y Marín, M. (2005). Obtención de ensilados biológicos a partir del procesamiento de sardinas-. *Revista Científica, FCV-LUZ*. XV, (6), 560-567.
- Hair J, F., Anderson, R. E., Tathakm, R. L., y W.C. (1999). *Análisis Multivariante* (5º ed.). Prentice Hall Iberia, Madrid.
- Heras, H.; Mcleod, C.A. y Ackman, R.G. (1994). Atlantic dogfish silage vs. herring silage in diets for Atlantic salmon (*Salmosalar*): Growth and sensory evaluation of fillets. *Aquaculture* (125), 93-106.
- International Resources Group (IRG), & Centro Nacional de Producción más Limpia de Honduras (CNPLH). (2008). Guía de producción más limpia. Cultivo y procesamiento de tilapia. Recuperado de http://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/guia_de_pl_de_tilapia_22_08_08.pdf
- Isaac, G. R. (2008). Manual de Gestión Ambiental Organizacional. 264.

- ISO (International Standard Organization) 6579. (2002). Microbiology of food and animal feeding staff-Horizontal method for the detection of Salmonella sp. Printed in Switzerland: 2-16.
- Jørgensen, G. y Szymeczko, R. (1992). Utilization of fish silage in animal nutrition. *National Institute of Animal Science*. Denmark.1-20.
- Kompiang, I. P. (1981). Fish silage- Its prospect and future in Indonesia. *Indonesia Agricultural Research & Develop Journal*, (3), 1-12 pp.
- Krogdahl, A., Lea, T., y Olli, J. (1994). Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comp. BiochemPhysiol*, 107, 215-219
- Kuanhong, M. (April to June, 2011). Biology of major freshwater cultivated fishes in China. In: Reference material for China- Aid Training Program. Presented at the Training Course on Aquaculture for Development Countries. Organizer by Freshwater Fisheries Research Center of Chinese, Academy of Fishery Sciences. Wuxi, China.
- Lamas, L., Rodríguez, S., y Pascual, C. (1992). Estudio Comparativo de dos ensilados microbianos de pescado. *Alimentaria*, (59), 59-63.
- Lapie, L. P. y. Bigueras, B. C. M. (1992). Feeding studies on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) using fish silage. FAO. (470). Roma.
- Lazo de la Vega , V. J., Toledo, J., y Llanes, J. (2012). Producción de alimento húmedo para peces a base de ensilado de subproductos pesqueros y pecuarios. *AcuaCUBA*, 14(1), 5-10.
- Lessi, E. (2001). Ensilaje de pescado en Brasil para la alimentación animal. *Manaus: CPTA/INPA*. Recuperado de: <<http://www.fao.org/livestock/aphp/aphp134/cap3.htm>>.
- Lessi, E. (1994). Ensilaje de pescado en Brasil para la alimentación animal. Tratamiento y utilización de los residuos de origen animal, pesquero y alimentario en la alimentación animal. Memorias del Taller Regional organizado por el Instituto de Investigaciones Porcinas y la FAO, Habana, Cuba.

- Leyva, C., Domínguez, L., Guzmán, J., Pérez, T.Y., Labrada, S. J. A., Revuelta, Ll. D., y González, S. R. (2010). Estudio comparativo de dos desechos pesqueros provenientes del municipio Bayamo, Cuba. *Revista Científica UDO Agrícola*, 10(1), 119-122.
- Lo, K.V., Liao, P.H., y Bullock, C. (1993). Silage production from Salmon farm mortalities. *Aquacultural Engineering*, 12, 37-45.
- López, L. y Viana, M.T. (1995). Determinación de la calidad del alimento elaborado con ensilajes de pescado crudo y cocido para abalones juveniles de *Haliotis fulgens*. *Ciencias del Mar*, 21(3), 331-342.
- Llanes, I. J., Toledo. P. J. y Lazo de la Vega, V. J. (2011). Evaluación del ensilaje de pescado como suplemento proteico de dietas vegetales en el desempeño productivo de *Clarias gariepinus*. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060611/061114>.
- Llanes Iglesias, J., Toledo. P. J. y Lazo de la Vega, V. J. (2009). "Evaluación de diferentes niveles de inclusión de ensilado químico de pescado en dietas para *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)". *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 26(1), 9-13.
- Llanes, I. J., Toledo. P. J. y Lazo de la Vega, V. J. (2008). Comportamiento del bagre africano (*Clarias gariepinus*) alimentado con dieta semi-húmeda basada en ensilado biológico de pescado. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(3), 269-273.
- Llanes, I. J. E., y Toledo. P. J. (2006). Evaluación de los desechos frescos de pescado y ensilados como única fuente de proteína animal en la alimentación de híbrido de *Clarias* (*Clarias gariepinus* y *Clarias macrocephalus*). *Revista AquaTIC*, (25), 22-27.
- Llanes, J., Toledo, J., y Lazo de la Vega, J. (2008b). Evaluación de diferentes proporciones de proteína animal en la dieta de *Clarias gariepinus*. *REDVET Revista Electrónica Veterinaria IX* (4). Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.
- Llanes, J., Toledo, J., y Lazo de la Vega, J. (2007). Tablas de composición de nutrientes y requerimientos de gramos proteína bruta / 100g de peso vivo en *Clarias gariepinus*. *ACUACUBA* 9(1), 5-7.

- Llanes, J. (2003). *Producción y utilización de ensilado de pescado en la alimentación de Tilapia roja (Oreochromis spp)*. Tesis en opción al título de Master en Ciencias en Biología Marina y Acuicultura. Universidad de La Habana. Cuba.
- Llanes, J. y. Toledo, J. (2012). Evaluación de dos densidades poblacionales en la preceba de *Clarias gariepinus* con alimento semihúmedo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46 (3), 291-294.
- Llanes, J., Bórquez, A., Alcaino, J., y Toledo, J. (2011). Composición físico-química y digestibilidad de los ensilajes de residuos pesqueros en el salmón del Atlántico. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(4), 417–422.
- Llanes, J., Toledo, J., y Romero, C. (2014). Evaluación de subproductos cárnicos en la alimentación de *Clarias gariepinus*. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 31(1), 15-22.
- Llanes, J., Toledo, J., Savón, L. y Gutiérrez, O. (2012). Utilization of fish silos in the semi-humid diet formulation for red tilapias (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46 (1), 67-72.
- Llanes, J.E.; Toledo, S.J.; Rodríguez, R. y Lazo de la Vega, J.M.V. (2001a). Evaluación del ensilado de pescado en la alimentación de tilapias (*Oreochromis* spp). *ACUACUBA*, 3 (1), 7-19.
- Llanes, J.E., Toledo, S.J., Rodríguez, R. y Lazo, J.M.V. (2001b). Utilización del desecho de pescado en la alimentación de pez gato africano *Clarias gariepinus*. *ACUACUBA*, 3 (1), 26-31.
- Mariadaga, M., Guerrero, D., y Valenzuela, E. (2014). Módulo de producción más limpia. Honduras: Red de Institutos de Formación Profesional. Recuperado de: http://redifp.net/web/phocadownload/modulos_verdes/mdulo_pml.pdf.
- Marrero, M., López, J. L., Leiva, L., Blanco, M., Sorís, A. L., y Sánchez, H. (2009). Ensilado biológico de desechos pesqueros con el empleo de recursos locales. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 16(3), 182–186.
- Martin, S., Wicki, G., y Rossi, F. (2007). Engorde de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en jaulas de pequeño volumen con dos alimentos diferentes. En Wicki, G., Depello, G. Álvarez, M. (eds). Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimento para peces. Secretaria de Agricultura, Pesca y Alimentos (Serie Pesca y Acuicultura: estudios e investigaciones aplicadas). 31-43.

- Martinez, I. (2013). Propuesta para un procedimiento para la Gestión de la Ecología Industrial. Caso de estudio: Empresa de la Industria Alimenticia, Cienfuegos.
- Morales, U. D. F. y Oetterer, M. (1997). Composición en aminoácidos de ensilados químicos, biológicos y enzimáticos preparados con residuos de sardinas. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3 (17), 203- 342.
- Morón, T. (1998). Silagem Biológica de pescado. *Panorama de Acuicultura*, Brasil, 12 (72), 30-31
- Murrillo, E., Verardino, M. y Vidotti, R.M. (2002). Substitucao da farinha de peixe pela silagem de peixenaalimentacao de girinos de Ra-Touro (Rana Catesbeiana). *Ciencia Rural*, 32(33), 24-30.
- NC 1004. (2016). Microbiología de Alimentos de Consumo Humano y Animal – Guía para la Enumeración de Levaduras y Hongos – Técnica a 25 o C. 2da Edición. Comité Estatal de Normalización.
- NC 968. (2013). Microbiología de Alimentos de Consumo Humano y Animal – Método Horizontal para la Detección y Enumeración de Coliformes Termotolerantes – Técnica del Número Más Probable. 1era Edición. Comité Estatal de Normalización.
- NC ISO 4833. (2014). Microbiología de la Cadena Alimentaria – Método Horizontal para la Enumeración de Microorganismos- Parte1: Conteo de Colonias a 30 o C por la técnica de Placa Vertida. 1era Edición. Comité Estatal de Normalización.”
- NC 585. (2015). Contaminantes Microbiológicos en Alimentos – Requisitos Sanitarios. 1era Edición. Comité Estatal de Normalización.
- Negret, E. (2000). Informe de Misión de Consultaría. Segunda Etapa. Documento de Campo 4. Proyecto FAO. Alimentación de peces por Métodos Alternativos no Convencionales. TCP/CUB/8821. 29
- Nunes, L. M. (1999). Silagem de pescado. M. Ogama and E. L. Maia (eds.). Manual de Pesca Ciencia e Tecnología do Pescado, Sao Paulo. Brasil. 371-379
- ONUDI. (1999). Manual de Producción más Limpia. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. 48.
- Osorio, L. A. F., y Rivadeneyra, S. A. C. (2014). *Efecto del ensilado biologico de llambinapotamorhinaaltamazonica, cope, 1878 (characidae) en el crecimiento y composicion*

corporal de alevinos de arahuanaosteoglossumbicirrhosum, cuvier, 1829 (osteoglossidae) criados en acuarios. Tesis en opción al título de Biólogo Acuicultor, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas, Iquitos, Perú. Recuperado de: <http://dspace.unapiquitos.edu.pe/bitstream/unapiquitos/287/1/TESIS%20ENSILADO.pdf>.

- Ottati, M. y Bello, R. (1990). Estudio sobre la elaboración de Ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 40(3), 408-425.
- Padilla, P., Alcántara, F., García, J. (2000). Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamita, *Colossomas macropomum* (CUVIER, 1818). *Folia Amazónica*. 10(2), 225-238.
- Paredes, C. P. (2014). Producción más limpia y el manejo de efluentes en plantas de harina y aceite de pescado. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 17(2), 72–80.
- Parín, M. A y Zugarramurdi, A. (2001). Aspectos Económicos del Procesamiento y Uso del Ensilado de Pescado. *Mar del Plata: CITEP*. Recuperado de: <http://www.fao.org/livestock/aphp/aphp134/cap4.htm>.
- Parín, M.A. y Zugarramurdi, A. (1994). Aspectos Económicos del Procesamiento y Uso del Ensilado de Pescado. Tratamiento y utilización de los residuos de origen animal, pesquero y alimentario en la alimentación animal. Memorias del Taller Regional organizado por el Instituto de Investigaciones Porcinas y la FAO, Habana, Cuba.
- Perea, R. C., Garcés, C.Y. J., y Hoyos C. J. L. (2011). Evaluación de ensilado biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp*). *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 60–68.
- Pérez, J., Wicki, G., Moyano, J., Alarcón, J. (2003). Evaluación del efecto de inhibidores de proteasas presentes en ingredientes vegetales utilizables en piensos para dos especies piscícolas cultivadas en argentina; Pacú (*Piaractus mesopotamicus*) y Pejerrey (*Odontesthes bonaeriensis*). *CIVA 2003*, Recuperado de: <http://www.civa2003.org>,
- Pérez, P., Vázquez, N., y Martínez, A. (1997). Eficaz método para conservar pescado mediante la fermentación. *Rev. UNCAM - Hoy México*, 20-25.

- Peters, M., Timmerhaus, K. D. (1978). *“Diseño de Plantas y su Evaluación Económica para Ingenieros Químicos”*. Editorial Géminis S.R.L.
- PNUMA. (1992). ¿Qué es producción más limpia?. Recuperado de: <http://www.pml.org.ni/index.php/producción-limpia>.
- PNUMA, IMA. (1999). Programa de la Naciones Unidas para el medio ambiente. Producción más limpia. Un paquete de recursos para capacitación. Recuperado de: <http://www.pnuma.org/industria/documentos/pmlcp00e.pdf>.pág. 1.
- Poulter, R.G. y Disney, J.G. (1982). Fish silage for animal feed. *Infofish Marketing Digest*. (9), 30-32.
- Raa, J. y Gilberg, A. (1982). Fish silage. *A Review CRC. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 383.
- Ramos, I. (2008). *La Contaminación Ambiental*. Industrial Data: 7.
- Restrepo Gallego, M. (2006). Producción Más Limpia en la Industria Alimentaria. Recuperado de: http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/RevistaLimpia/vol1n1/PL_V1_N1_87_PL_INDUSTRIA_ALIMENTARIA.pdf.
- Rodríguez, T.; Montilla, J.J. y Bello, R.A. (Septiembre de 1990). Ensilado de pescado a partir de la fauna acompañante del camarón. Elaboración y evaluación biológica. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (XL).
- Sancho, P., Pinacho, A., Ramos, P., y Tejedor, C. (2004). Microbiological characterization of food residues for animal feeding. *Waste Management*, 24, 919-926.
- Santana, D.H., Avila, E y Sotelo, A. (2008). Preparation silage from Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. *Animal Feed Science and Technology* 141, 129-140.
- Sendón. A. (2016). *Diseño de Molino de Martillo para el procesamiento de residuos de pescado en la Empresa EPICIEN*. (Tesis en opción al nivel académico de Ingeniero Mecánico), Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- Shirai, K. (Noviembre de 2006). Situación actual y perspectivas del uso del ensilado de subproductos pesqueros en la alimentación de organismos acuáticos. Memorias del VII Simposio

Internacional de Nutrición Acuícola. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.

Spanopoulos, H. M., Ponce, P. J., Barba, Q. G., Ruelas, I. J., Tiznado, C. M., Hernández, G. C., y Shirai, K. (2010). Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta Amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis* sp), para la alimentación de especies acuícolas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 9 (2), 167–178.

STATISTICA® For Windows. 6.0. (2000). Recuperado de: <http://www.statsoft.com>,

Stone, F. E., Hardy, R. W., Shearer, K. D., Scott, T. M. (1989). Utilization of fish silage by Rainbow Trout (*Salmo gairdnerii*). *Aquaculture* 76, 108-118.

Tacon, A.G. y Jackson, A.J. (1985). Utilisation of conventional and unconventional protein sources in practical fish. C.B. Coway; A. M. Mackie; Bell, J.G. (eds.): *Nutrition and Feeding in Fish*, Academic Press, London. 119-145

Tatterson, I. y Windsor, M. (1974). Fish silage. *J. Sci. Food Agric.* 25. 369 -379

Tatterson, I.N. y Windsor, M.L. (1973). Fish Silage. Torry Advisory, Note No 64. *Torry Research Station*.

Toledo J., Llanes J. (2013). *Alternativas para la alimentación de organismos acuáticos*. Nutrición y Alimentación para la Acuicultura de Recursos limitados., Buenos Aires, Argentina. CAP. 4.

Toledo J., Llanes J. y Lazo de la Vega J.M. (2009). Evaluación del ensilado químico de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus*, Burchell, 1822. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 26(1), 14-18.

Toledo, J., Gutiérrez, D., Llanes, J., Lazo de la Vega, J. (2007). La harina de soya como componente principal de raciones para tilapias. *ACUACUBA*, 10(1), 42-51.

Toledo, J., Llanes, J. & Lazo de la Vega, J. (Septiembre de 2008). La Harina de soya como componente proteico fundamental en la alimentación de tilapia en Cuba. *Memorias del III Simposio Internacional ACUACUBA*, llevado a cabo en la Habana, Cuba. (CD-ROM).

Toledo, J., Fernández, I., Mercader, A. (1997): Elaboración de ensilado biológico de pescado. Manuscrito. Centro de Preparación Acuícola Mampostón. MIP. Habana. Cuba.

- Torres, V., Martínez, R. O., Noda, A., Medina, Y. y Rodríguez, Y. (2010). Evaluación de los supuestos estadísticos en el modelo estadístico multivariado de medición de impacto (MEMI), en un estudio caso. III. Congreso Internacional de Producción Animal, La Habana. Cuba.
- UCA. (2013). Herramientas de Producción más Limpia. Presented at the Caminos hacia la Producción Más Limpia en América Latina, Salvador., Recuperado de: <http://www.uca.edu.sv/noticias/descargar-1363967112-514c7c88d67e5.pdf>.
- Viana, M.T.; López, C.N. y Sansores, R.S. (1993). Ensilajes ácidos de pescado. Efectos del precalentamiento y adición de ácido fosfórico y cítrico sobre la calidad bioquímica. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*, 43 (3), 415-433
- Viana, M.T.; Lus, M.L.; Zaul, G.E. y Mendez, E. (1996). The use of silage made from fish and abalone viscera as an ingredient in abalone feed. *Aquaculture*. 140, 87-98.
- Vidotti, M, R., Carneiro, J, D., Malheiros, E. B. (2000). Diferentes teores proteicos e de proteína de origen animal em dietas para o bagre africano *Clarias gariepinus* na fase inicial. *Acta Scientiarum*, 22(3), 717-723
- Vidotti, R. M., Viegas, E. M., Carneiro, D. J. (2003). Amino Acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Anim. Feed Sci. Technol.* 105, 199- 204.
- Vidotti, R.M. (2001). *Producto e Utilizacao de Silagens de Peixena Nutricao do Piracanjuba (Bryconorbignyanus)*. Presented at the Disertación de Doctorado, Brasil.
- Vidotti, R.M.; Carneiro, D.J. y Macedo-Viegas, E.M. (2002a). Acid and fermented silage characterization and determination of crude protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33(1), 57-62.
- Vidotti, R.M.; Carneiro, D.J. y Macedo-Viegas, E.M. (2002b). Growth rate of Pacu *Piaractus mesopotamicus* fingerlings fed diets containing co-dried fish silage as replacement of fish meal. *AppliedAqua* (12), 77-88.
- Viglezzi, V; Fernandez, H.A; Tabera, A; Sesto, A. (2012). *Elaboración de ensilado químico a partir de desechos de carpa comun (Cyprinus carpio) utilizando ácidos fórmicos y sulfúrico, con su posterior evaluación físico – química, microbiológica y sensorial*. (Tesis en opción al título de

grado de licenciado en Tecnología de los Alimentos), Facultad de Ciencias Veterinarias. UNCPBA. Tandil. Argentina.

Visauta. B. (1998). *Análisis estadístico con SPSS para Windows*. Mc Grow – Hill interamericana de España, S.A.V.

Wicki, G., Panne, S., Álvarez, M., Romano, L. (2007). *Tecnologías de ensilados desarrolladas en la Argentina*. En Wicki, G., Dapello, G. Álvarez, M. (eds). Desarrollo y utilización de ensilado ácido como componente de alimento para peces (pp. 19-30). Serie Pesca y Acuicultura: estudios e investigaciones aplicadas, Secretaria de Agricultura, Pesca y Alimentos.

Wignall, J. y Tatterson, I. (1977). *Fish silage. Process Biochemistry*.

Windsor, M. y Barlow, S. (1984). *Introducción a los subproductos de pesquería* (Ed. ACRIBIA.). España.

Ximenes, A. R. (1991). *Elaboración y uso del Ensilaje Biológico de Pescado en la alimentación de alevines de Tambaqui, Colossoma macropomum (CUVIER, 1818)*. (Tesis de Maestría en Tecnología de Alimentos), INPA/FUA, Manaus.

ANEXOS

Anexo No 1. Etapas para la Implementación del Programa de P+L.

Fuente: ONUDI, 1999.



Anexo No 2 Tabla 1.2 Metodologías para la preparación de ensilajes químico de pescado

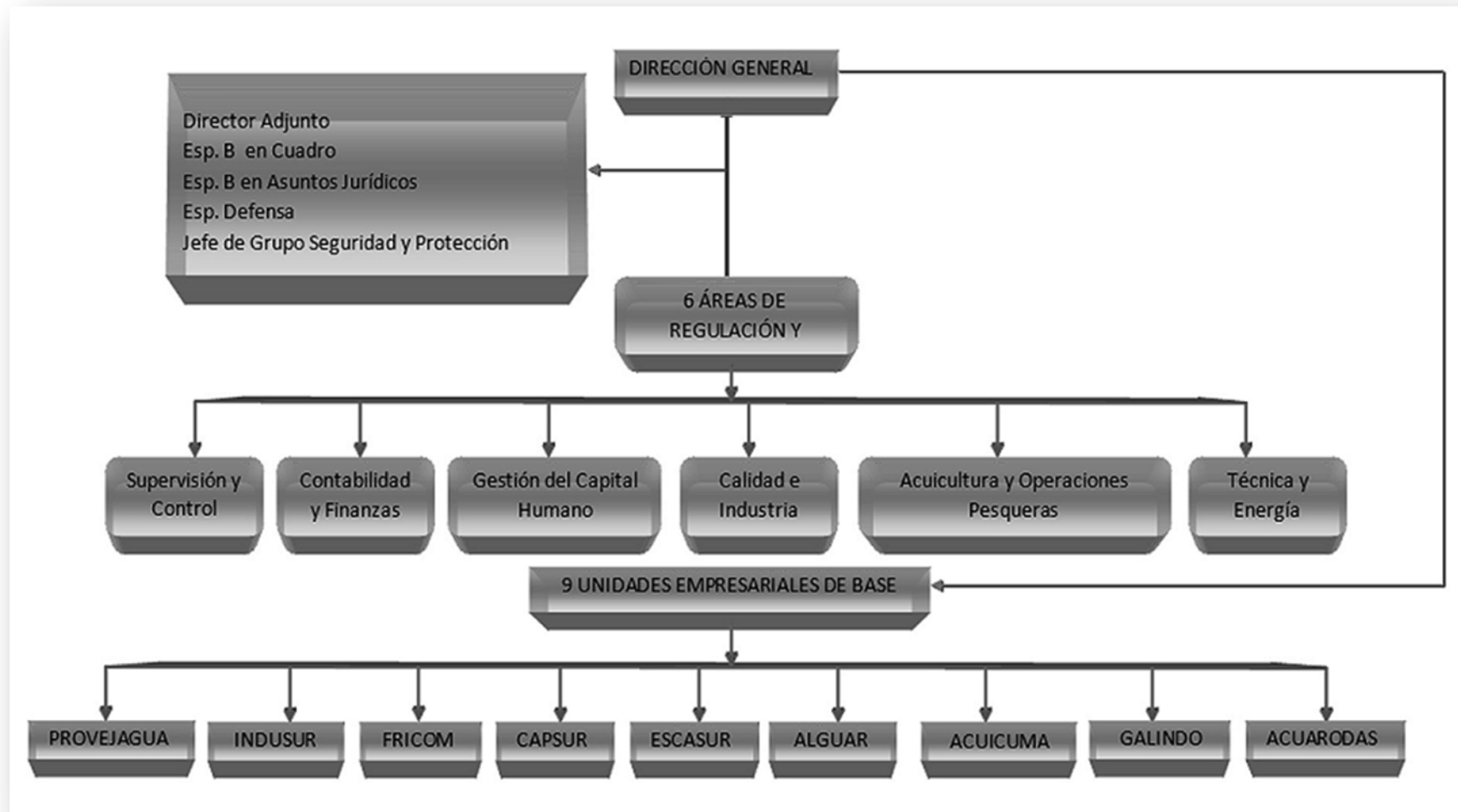
Materia prima	Insumos	País	Referencia
Pescados decomisados	3% ácido fórmico 98% (p/v)	Inglaterra	Backhoff, 1976
Merluzas	2% ácido sulfúrico y 0.75% ácido propiónico (p/v)	USA	Stone et al., 1989
Pesca acompañante	Ácido sulfúrico : ácido fórmico , 1:2, 1:3 y 1:4 (p/v)	Venezuela	Bello, 2001
Residuos de tilapias, de peces de agua dulce y marinos	2% ácido sulfúrico y 2% ácido fórmico (p/v)	Brasil	Vidotti et al., 2002a Vidotti et al., 2003
Residuos de macarela española	Ácido sulfúrico + ácido propiónico	México	Gerón et al. 2007
Residuos de peces comerciales	2% ácido sulfúrico + 1% ácido fórmico (p/v)	Cuba	Toledo et al., 2007
Pescado fuera de talla comercial	2% ácido sulfúrico y 2% ácido fórmico (p/v). 3% ácido fórmico (p/v). 2,6% ácido fosfórico y 2,6% ácido cítrico (p/v).	Cuba	Toledo et al., 2009
Residuos del fileteado y tilapias enteras	3% de una mezcla de ácido fórmico y propiónico (1:1)	Brasil	Borguesi et al., 2008
Vísceras de peces comerciales	Adición de ácido fórmico hasta pH de 3,5	Argentina	Wicki et al., 2007a Martín et al., 2007
Cabezas de camarón	17% de ácido acético (p/v)	Brasil	Cavalheiro et al., 2007
Macarelas enteras (<i>Scomberomorus maculatus</i>)	Acido sulfúrico y propiónico (p/v)	México	Santana et al., 2008
Residuos de carpa (Cyprinus Carpio)	0.7% ácido sulfúrico y 2.5% ácido fórmico (p/v)	Argentina	Viglezzi et al., 2012
Residuos del fileteado de clarias y subproductos cárnicos	2% ácido sulfúrico (p/v)	Cuba	Llanes et al., 2014

Anexo No 3 Tabla 1.3 Metodologías para la preparación de ensilajes biológico de pescado

Materia prima	Insumos	País	Referencia
Fauna acompañante	12.8% miel de caña y 0.2% <i>Hansenula Montevideo</i>	Uruguay	Bertullo, 1989
Tilapias enteras	5% de miel de remolacha y 2% <i>Lactobacillus plantarum</i>	Inglaterra	Fagbenro, 1994
Tilapias enteras	15% de miel de remolacha y 5% <i>Lactobacillus plantarum</i>	Inglaterra	Fagbenro y Jauncey 1993, 1994, 1995a; 1995b, 1998
Tilapias enteras	5% de miel de remolacha y 2% <i>Lactobacillus plantarum</i>	Inglaterra	Fagbenro et al. 1994, 1997
Residuos de sardinas	10% miel de caña y 5% <i>Lactobacillus bulgaris</i> y <i>Streptococcus termophilus</i>	Perú	Berenz, 1998
Pesca acompañante de camarón	15% de melaza y 1% <i>Lactobacillus plantarum</i>	Venezuela	Bello, 2001
Residuos de tilapias, peces de agua dulce y marinos	15% miel de caña y 5% <i>Lactobacillus plantarum</i>	Brasil	Vidotti et al., 2002a Vidotti et al., 2002b
Residuos del fileteado de tilapias	15% de miel y 3% yogurt (<i>Lactobacillus acidophilus</i> y <i>Streptococcus termophilus</i>)	Cuba	Toledo et al., 2006 Llanes et al., 2006 Toledo et al., 2007
Residuos del fileteado de tilapias	15 % de miel de caña y 5% <i>Lactobacillus plantarum</i>	Brasil	Gerón et al. 2007
Residuos de sardinas	15 % Miel de caña y bacterias lácticas	Venezuela	González y Marín, 2005 González et al., 2007
Residuos y tilapias enteras	18% de melaza de caña y 1,4% <i>Lactobacillus Plantarum</i>	Brasil	Borguesi et al., 2008
Desechos del ahumado de atún aleta amarilla (Thunnus albacares) y del fileteado de tilapia (Oreochromis sp)	15 % de Melaza de caña, 3 % <i>Lactobacillus casci cepa shirota</i> y 0.2 % de sorbato de potasio	México	Spanopoulos et al., 2010

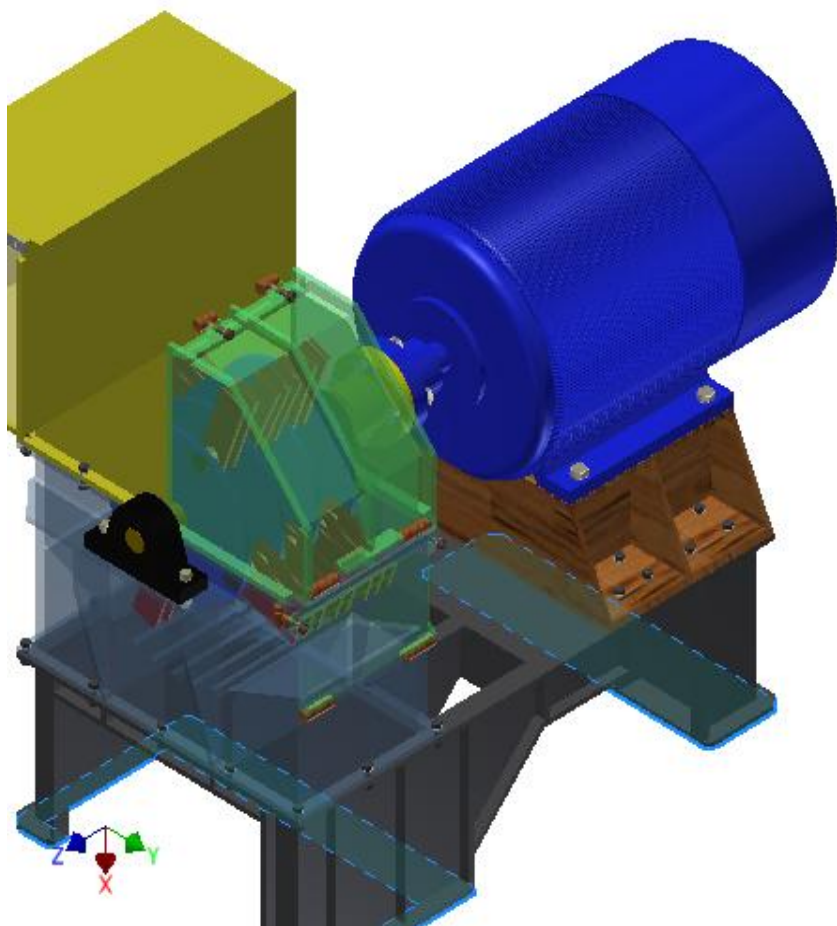
Anexo No 4. Organigrama de la Empresa EPICIEN

Fuente: Adaptado del Manual de Organización, EPICIEN.



Anexo No 6 Diseño de Molino de Martillo.

Fuente: Sendón (2016)



Anexo No. 7 Estimación del presupuesto de la inversión, según el método de Peters y Timmerhaus (1978).

ESTIMATION OF CAPITAL INVESTMENT BY PERCENTAGE OF DELIVERED EQUIPMENT METHOD

The fractions in the cells below are approximations applicable to typical chemical processing plants. These values may differ depending on many factors such as location, process type, etc.

Required user input	Default	Subtotal	-	Result
Required, from a linked sheet or entered manually			Notes & comments	-

Project Identifier: Illustration 101	Fraction of delivered equipment			User: copy from values at left or insert	Calculated value \$, \$
	Solid-processing plant	Solid-fluid processing plant	Fluid processing plant		

Direct Costs

Purchased equipment, E'					39300,000
Delivery, fraction of E'	0,10	0,10	0,10	0,10	3930,000
Subtotal: delivered equipment					43230,000
Purchased equipment installation					10807,500
	0,45	0,39	0,47	0,25	
Instrumentation & Controls (installed)	0,18	0,26	0,36	0,02	864,600
Piping (installed)	0,16	0,31	0,68	0,15	6484,500
Electrical systems (installed)	0,10	0,10	0,11	0,10	4323,000
Buildings (including services)	0,25	0,29	0,18	0,10	4323,000
Yard improvements	0,15	0,12	0,10	0,12	5187,600
Service facilities (installed)	0,40	0,55	0,70	0,25	10807,500
Total direct costs	1,69	2,02	2,60	0,99	86027,700

Indirect Costs

Engineering and supervision	0,33	0,32	0,33	0,25	10807,500
Construction expenses	0,39	0,34	0,41	0,00	0,000
Legal expenses	0,04	0,04	0,04	0,00	0,000
Contractor's fee	0,17	0,19	0,22	0,00	0,000
Contingency	0,35	0,37	0,44	0,00	0,000
Total indirect costs	1,28	1,26	1,44	0,25	10807,500

Fixed capital investment (FCI)

96835,200

Working capital (WC)

0,70 0,75 0,89 0,73 **31557,900**

Total capital investment (TCI)

128393,100

Anexo No. 8 Ficha de costo estimada para la producción del Ensilado (Referencia: Dir. economía EPICIEN)

ELEMENTOS DE GASTOS	TOTAL	MN	CUC
Materias Primas y Materiales	540,10	6,44	533,66
Desperdicios de Pescado	469,72	1,32	468,40
Sal	1,72	1,32	0,40
Harina SHP	468,00	0,00	468,00
Material de Envases y Embalajes	1,89	0,47	1,43
Cajas Plásticas	1,49	0,33	1,17
Otros Envases (bolsas y sacos poly)	0,40	0,14	0,26
Productos químicos	5,28	0,00	5,28
Ácido sulfúrico	5,28	0,00	5,28
Medios de Protección e Higiene	1,52	0,42	1,09
Artículos de Protección	1,52	0,42	1,09
Aseo Personal	0,00	0,00	0,00
Material de Limpieza	7,46	0,00	7,46
Productos Químicos y de Laboratorios	0,00	0,00	0,00
Agua	19,17	0,00	19,17
Hielo	42,52	4,23	38,29
Comprado	0,00	0,00	0,00
Insumido	42,52	4,23	38,29
Portadores Energéticos	42,96	0,00	42,96
Energía Eléctrica	42,96	0,00	42,96
Salarios	15,23	15,23	0,00
Salario Escala	0,00	0,00	0,00
Pago Adicional Perfecc. Empresarial	14,50	14,50	0,00
Vacaciones	0,73	0,73	0,00
Depreciación y Amortización de AFT	0,00	0,00	0,00
Depreciación por Reposición	0,00	0,00	0,00
Amortización de otros Medios Amortizable	0,00	0,00	0,00
Otros Gastos Monetarios	0,00	0,00	0,00
Otros Gastos	0,00	0,00	0,00
TOTAL COSTO DIRECTO	598,29	21,67	576,62
Gastos Indirectos de Producción	96,65	75,75	20,90
Gastos Generales de Industria	32,38	12,31	20,07
Gastos de Talleres y Mantenimientos	2,09	1,26	0,83
Gastos de Control de Calidad	16,64	16,64	0,00
Gastos de Protección e Higiene	0,00	0,00	0,00
Gastos de Dirección de la UEB	45,55	45,55	0,00
Otros Gastos de Producción	0,00	0,00	0,00
Otros Gastos Indirectos	0,00	0,00	0,00
TOTAL COSTO INDUSTRIAL	694,94	97,42	597,52
Gastos Generales de Dirección	0,00	0,00	0,00
Gastos de Distribución y Ventas	0,00	0,00	0,00
TOTAL COSTO DE PRODUCCION	694,94	97,42	597,52
Producción en t	1200		

Anexo No. 9 Proyección de la producción

PROYECCION DE PRODUCCION E INGRESOS POR VENTAS

Concepto/ Años	2017	2018	2019	2020	2021
Producción de Ensilado, t/año	720	1020	1200	1200	1200
Precio en CUP/caja	770,00	770,00	770,00	770,00	770,00

Total ingreso en miles CUP	554,40	785,40	924,00	924,00	924,00
INGRESO MONEDA TOTAL	554,40	785,40	924,00	924,00	924,00
miles Pesos					

Anexo No. 10 Resumen de los costos por año

Costos totales Producto Ensilado					
U M Miles pesos	Moneda total				
Concepto/ Año	2017	2018	2019	2020	2021
Costos Variables Ensilado	430,77	610,25	717,94	717,94	717,94
Total Costo variable	430,77	610,3	717,9	717,9	717,9
Costos fijos Ensilado	115,98	115,98	115,98	115,98	115,98
Incremento Amortización	0,00	9,68	9,68	9,68	9,68
Total Costo Fijo	115,98	125,67	125,67	125,67	125,67
Costo Bruto total	546,75	735,92	843,61	843,61	843,61

Costo Unitario total	759,4	721,5	703,0	703,0	703,0
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------

Anexo No. 11 Cálculo del Punto de equilibrio

		Precios	
Cálculo del punto de equilibrio.			Total
en Moneda total		Promedio	770,00
Costos variables	M Pesos/año		
Materias primas y Materiales			
Requerimientos			
Costos variables Totales	717,94		
Costo variable Unitario	Pesos/t	598,29	
Costos Fijos	M Pesos/año		
Salario y Seg. Social.			
Gastos D y V, Grales y Otros			
Rep, Mantenimiento y Otros			
Depreciacion			
Costos Fijos Totales	125,67		
PUNTO DE EQUILIBRIO	731,8	t	
	61,0	% PROD	

Anexo No. 12 Resumen de la evaluación económica. Escenario MEDIO

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

	Año 2017	2019	2020 2021	-
Proyec. Producción, t/año	720	1200	1200	
Precios Mon.Total, \$/t	770,00	770,00	770,00	
Costo Unitario Mon. Total, \$/t	759,38	703,01	703,01	

Parámetros Económicos	Moneda total
	Invers. Total
TIR en %	32,5
VAN Miles\$, al 12%	124,3
RVAN \$/\$	0,83
P.Recuper. Inv. (Años)	3,92
Pto de Equil. (t/año)	731,8
Pto de Equil. (% Produc)	61,0
- Costo Oper./Ingr.	0,91
- Costo Total/Ingr.	0,92