

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Química



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PATÉ DE CAMARÓN PULGUILLA PARA EL CONSUMO HUMANO

Trabajo de graduación presentado por

CLAUDIA MARITZA HERRARTE RODRÍGUEZ

para optar al grado académico de **Licenciada en Ingeniería Química**

Guatemala

1999

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PATÉ DE
CAMARÓN PULGUILLA PARA EL
CONSUMO HUMANO**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Química



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PATÉ DE CAMARÓN PULGUILLA PARA EL CONSUMO HUMANO

Trabajo de graduación presentado por
CLAUDIA MARITZA HERRARTE RODRÍGUEZ
para optar al grado académico de **Licenciada en Ingeniería Química**

Guatemala

1999

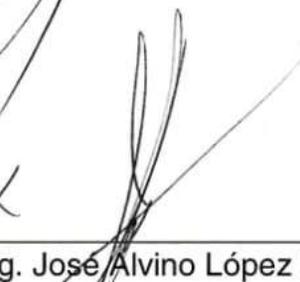
Vo. Bo.:

(f) 
Ing. Irma Guillérmina Cortez Dávila

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Irma Guillérmina Cortez Dávila

X
(f) 
Ing. José Eduardo Calderón García

X
(f) 
Ing. José Alvino López Gómez

Fecha de aprobación: Guatemala, 3 de noviembre de 1999

PREFACIO

La industria camaronera se ha incrementado en Guatemala gracias a nuevas técnicas de acuicultura; lo que también ha generado el aumento de los subproductos cuyo valor comercial es bajo, considerándose en muchos casos como desperdicio o para alimento de animales (concentrados, piensos).

ÍNDICE

PREFACIO	viii
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Camarón	3
B. Acuicultura	4
1. Generalidades.	4
2. Acuicultura en Guatemala.	7
3. Métodos de cultivo	8
4. Datos técnicos de una planta camaronera.	11
C. Proceso de elaboración de la pasta de camarón	12
1. Recolección.	12
2. Pelado y devenado.	12
3. Cocción.	12
4. Molienda.	13
5. Empacado.	13
6. Esterilizado.	13
7. Almacenamiento.	13
D. Problemas en la acuicultura.	14
1. Dificultades de rentabilidad de las empresas acuícolas.	14
2. Inexistencia de un medio que facilite el desarrollo de la acuicultura.	14
III. JUSTIFICACIÓN	15
IV. OBJETIVOS	16
A. Objetivo general	16

B. Objetivos específicos	16
V. PROBLEMA A RESOLVER.....	17
VI. METODOLOGÍA	18
A. Etapa # 1. Investigación	18
B. Etapa # 2. Tabulación de los datos.	18
C. Etapa # 3. Cálculos.....	19
D. Etapa # 4. Estudio económico.	19
VII. ESTUDIO DE MERCADO.....	20
A. Definición del producto.	20
B. Precios, mercado y sistemas de comercialización	21
C. Fuentes de abastecimiento	22
D. Proyección de la demanda	22
E. Competitividad del negocio	23
VIII. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA	24
A. Tamaño de la planta	24
B. Localización de la planta	25
IX. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	30
A. Separación de tamaños	30
1. Tamiz plano.	30
2. Separación manual.	30
3. Tamiz de tambor rotatorio.	30
4. Tamiz de tambor rotatorio concéntrico.....	31
5. Tamiz de tambores consecutivos en serie.	31
6. Tamiz de tambores consecutivos en paralelo.	31
7. Tamiz vibrador.	32
B. Pelado y devenado.....	32
1. Pelado a mano.....	32

2.	Pelado a máquina.	33
C.	Reducción de tamaño	33
1.	Molino de discos.....	33
2.	Molino tipo Buhr.	34
3.	Molino de bolas.....	34
4.	Molino de cuchillas giratorias (Rotary knife cutter).....	34
5.	Molino Contralplex de cámara ancha.	35
D.	Área de cocido.....	35
1.	Equipo tipo Kettle con agitación vertical.....	35
2.	Equipo tipo Kneading.....	36
3.	Equipo tipo tambor rotatorio.....	36
E.	Esterilización	37
1.	Esterilizador tipo tanque de presión.....	37
2.	Esterilizador rotatorio de presión.....	37
3.	Sistema de retorta y embalaje.....	37
F.	Congelamiento	38
1.	Congelamiento por contacto.....	38
2.	Congelamiento usando un líquido frío.....	39
3.	Congelamiento por contacto usando un gas frío (Blast freezer).....	39
G.	Almacenamiento	39
X.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	40
XI.	EQUIPO.....	43
A.	Cosecha y separación de tamaños	43
1.	Recolección de la cosecha de camarón.....	43
2.	Separación de tamaños.....	43
B.	Lavado y pelado del camarón.....	44
1.	Transporte a la planta procesadora.....	44

2.	Pelado del camarón.....	44
3.	Lavado del camarón.....	44
C.	Procesamiento de la carne de camarón.....	45
1.	Salmuera.....	45
2.	Cocción.....	45
D.	Molienda.....	45
E.	Empaque.....	46
F.	Esterilización.....	46
G.	Almacenamiento.....	46
XII.	TERRENOS Y EDIFICIOS.....	48
XIII.	MATERIA PRIMA Y SERVICIOS AUXILIARES.....	50
A.	Sistema de operación.....	50
B.	Materia prima.....	50
C.	Servicios auxiliares.....	51
1.	Agua.....	51
2.	Energía eléctrica.....	51
3.	Vapor.....	51
4.	Diésel.....	51
D.	Personal.....	52
XIV.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	53
A.	Estimación de costes.....	53
B.	Inversión total.....	54
1.	Inversión fija.....	54
2.	Inversión diferida.....	55
3.	Capital de trabajo.....	56
C.	Gastos de operación y producción.....	56
1.	Materias primas y auxiliares.....	56

2. Servicios auxiliares.	57
3. Gastos administrativos y promocionales.	58
D. Ingresos.....	58
E. Rentabilidad.....	59
F. Recuperación del capital.....	59
XV. DISCUSIÓN	61
XVI. CONCLUSIONES	65
XVII. RECOMENDACIONES.....	66
XVIII. BIBLIOGRAFÍA.....	68
XIX. APÉNDICES	69
Apéndice A	69
Datos generales sobre el camarón pulguilla y pasta de camarón	69
Apéndice B	72
Datos de la industria camaronera en Guatemala.....	72
Apéndice C	74
Cálculos realizados para llevar a cabo el estudio económico	74
Apéndice D	76
Costos de materias primas y de empaque	76
Apéndice E.....	77
Datos económicos y generales de Guatemala.....	77
Apéndice F.....	79
Políticas salariales y laborales de Guatemala.....	79
Apéndice G	80
Características de la industria pesquera en Guatemala	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la pasta de camarón pulguilla _____	20
Tabla 2. Método de punteos para determinar la localización de la planta _____	29
Tabla 3. Descripción de la maquinaria y equipo _____	47
Tabla 4. Distribución del terreno de la fábrica _____	49
Tabla 5. Materia prima para operar durante un año _____	50
Tabla 6. Descripción de puestos y salarios _____	52
Tabla 7. Gastos de inversión fija _____	55
Tabla 8. Gastos de inversión diferida _____	55
Tabla 9. Descripción del capital de trabajo _____	56
Tabla 10. Costo de materias primas y auxiliares _____	57
Tabla 11. Costos de servicios auxiliares _____	57
Tabla 12. Costos detallados de los gastos administrativos _____	58
Tabla 13. Beneficios estimados durante el primer año de operaciones _____	59
Tabla 14. Caracterización del camarón pulguilla _____	69
Tabla 15. Caracterización del tamaño camarón pulguilla _____	70
Tabla 16. Composición de camarón pulguilla _____	71
Tabla 17. Datos de comercio de productos pesqueros _____	72
Tabla 18. Balance de productos (año 1993) _____	72
Tabla 19. Exportaciones de camarón realizadas (FOB) en 1999 (en miles de dólares) _____	73
Tabla 20. Costos detallados de materias primas y auxiliares para operar durante un año _____	76
Tabla 21. Costos detallados de materiales de empaque _____	76
Tabla 22. Datos generales de Guatemala _____	77
Tabla 23. Crecimiento económico (1993 - 1997) _____	77
Tabla 24. Tipo de cambio (1993-1999) Quetzales por 1 US Dólar _____	78
Tabla 25. Ritmo inflacionario, años 1995-1999 _____	78
Tabla 26. Beneficios salariales _____	79
Tabla 27. Políticas laborales _____	79
Tabla 28. Empleo generado por empresas acuícolas _____	87
Tabla 29. Flujo de fondos descontado _____	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Morfología del camarón.....	4
Ilustración 2. Vista aérea de una planta camaronera	9

RESUMEN

El presente trabajo consiste en un estudio de factibilidad para implementar una planta procesadora de pasta de camarón para el consumo humano a partir del camarón pulguilla, considerado un subproducto de la camaronicultura. La pasta de camarón constituye una alternativa rentable para la utilización de este considerado producto sin valor. En este trabajo se expone un proceso sencillo y de bajo costo que permite su implementación en el país sin la necesidad de una gran inversión.

La planta procesadora está localizada en el departamento de Retalhuleu, compartiendo el terreno con una planta camaronícola ya existente y utilizando un área de 480 metros cuadrados. Se requiere además de 6 personas para laborar en forma directa en la producción de la pasta de camarón y se requiere además de la participación del personal de la granja camaronícola para el proceso de transporte y comercialización tanto de la materia prima como del producto terminado. La planta tiene la capacidad de procesar 14,700 kg. de pasta de camarón al año, el cual es empacado en diferentes presentaciones y puesto en el mercado a un precio de Q 100.00/kg.

El proceso de fabricación de pasta consiste en reducir el camarón a pequeños trozos y cocinarlo con algunos aditivos que le den sabor y consistencia, para luego formar una pasta de consistencia uniforme y fácil de untar.

Se realizó un estudio económico del proyecto, determinándose que se requiere de Q850,700.00 para llevar a cabo el proyecto, y que el capital invertido se recupera en un plazo menor de 2 años y medio, con una tasa interna de retorno de 39.80%, lo cual hace al proyecto bastante atractivo para cualquier inversionista interesado en él.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en un estudio de factibilidad para producir en forma industrial pasta de camarón a partir de los subproductos de la acuicultura, y comercializarlo en un inicio en el mercado guatemalteco y luego exportarlo a países de Europa y los Estados Unidos.

La acuicultura es una técnica que se ha venido desarrollando con el paso del tiempo como una alternativa a la creciente demanda mundial de productos acuáticos. Pese a las grandes ventajas que presenta este método de cultivo, su mayor desventaja se encuentra en la amplia gama de tamaños que se obtienen al realizar la cosecha. El camarón pulguilla es el camarón de menor tamaño que se obtiene por medio de la camaronicultura, el cual no es comerciable en el mercado por lo que se constituye en un subproducto sin ningún valor económico.

Actualmente en Guatemala, el camarón pulguilla es desechado como subproducto, por lo que el propósito de este trabajo es el de procesar este camarón y convertirlo en una pasta para el consumo humano, el cual proveería de un beneficio económico extra a las empresas acuicultoras.

El proyecto surge al analizar como la disponibilidad de amplias extensiones costeras aptas para el desarrollo de la acuicultura y la gran bondad de sus climas, que sitúan a la costa sur de Guatemala en condiciones ventajosas para llevar a cabo el cultivo de camarón y su procesamiento en forma de pasta. Por otro lado, la cercanía a uno de los mercados consumidores de pescados y mariscos más grandes del mundo, el norteamericano, representa grandes ventajas.

En Guatemala actualmente se encuentran productos similares, pero debido a que son importados sus precios son elevados y su consumo es limitado. La pasta que se elaborará en el país tendrá un precio significativamente menor que el de los productos exportados, por lo que se prevé una mayor comercialización del mismo.

En el estudio de factibilidad de este proyecto, se evaluaron varios factores que afectan directamente la ejecución del mismo, los cuales son en orden de importancia: disponibilidad de materia prima y servicios auxiliares (agua potable, energía eléctrica), alternativas de equipo, maquinaria, disponibilidad de mano de obra y rentabilidad del proceso.

II. ANTECEDENTES

A. Camarón

Los camarones son crustáceos que pertenecen al orden Decápoda. El nombre decápodo se refiere a los cinco pares de patas, incluyendo al primer par, que por lo general está modificado formando grandes pinzas. Por delante de las patas se localizan tres pares de apéndices más pequeños llamados maxilípedos, los que les sirven para manipular los alimentos. Los tres pares de maxilípedos y los cinco pares de patas son apéndices de la región anterior del tronco, llamada torác. El tórax está cubierto por un caparazón. El abdomen es grande tiene seis pares de apéndices.

La mayoría de los camarones habitan en el fondo del mar, aunque muchos camarones pueden nadar usando sus pleópodos para impulsarse. Los camarones están ampliamente distribuidos; viven en aguas dulces y saladas, así como en regiones templadas y tropicales. En el continente americano abunda una especie de antenas delgadas que se localiza desde la península de Florida hasta Brasil. Destacan también la especie propia de Centroamérica y la de Perú. Los camarones de agua dulce, nativos de los trópicos, pueden llegar a medir más de 60 centímetros.

Los camarones pertenecen al filo más grande del reino animal, existen cerca de 344 especies de camarones que son reconocidas como una fuente importante para la alimentación. La mayoría de los camarones pertenece a la familia de los Peneidos (más del 80% de los camarones capturados son de la variedad *Penaeus*). El 40% de los camarones consumidos por los humanos es producto de la camaronicultura (Shrimp growers of America, 1999).

Las especies más importantes en la camaronicultura son *Penaeus chinensis*, *Penaeus indicus*, *Penaeus japonicus*, *Penaeus merguensis*, *Penaeus monodon*, *Penaeus stylirostris* y *Penaeus vannamei* mejor conocido como camarón blanco; este último es el que se cultiva en el país, y el que se utiliza para realizar este estudio.

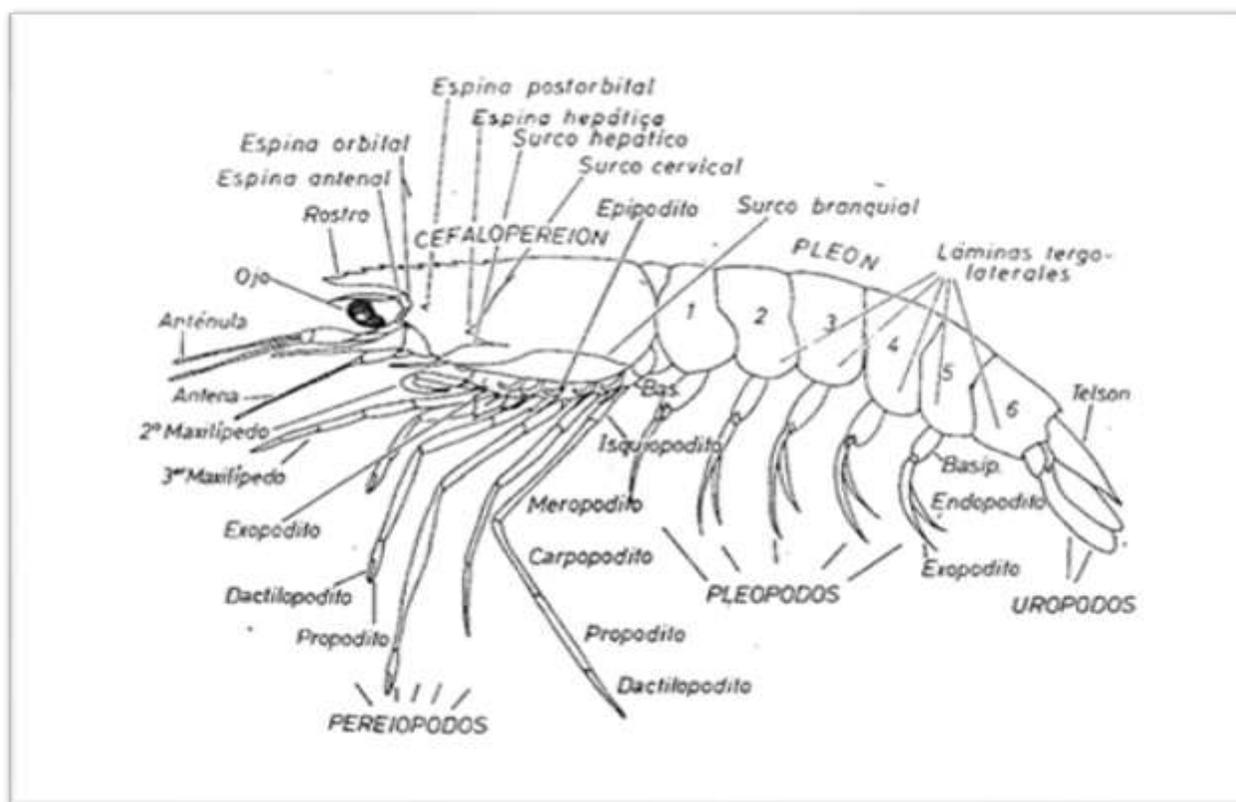


Ilustración 1. Morfología del camarón

B. Acuicultura

1. Generalidades. El término acuicultura incluye el crecimiento de animales acuáticos bajo condiciones controladas, tanto en medios de agua dulce como salada. Para esto se han utilizado diferentes estrategias; los métodos extensivos, semi-

intensivos, intensivos y super intensivos son utilizados actualmente. Cada una de estas estrategias tiene sus beneficios inherentes. En general, las técnicas de cultivo para los diferentes tipos de especies han sido refinados en los últimos veinte años y las prácticas de acuicultura se han intensificado a través de muchas regiones del mundo (Freese, 1998).

La acuicultura es la forma que el hombre ha encontrado para producir peces y mariscos por sí mismo; en cierta forma se identifica más con la agricultura que con la pesca, los términos que usa son prestados de la primera más que de la segunda (siembra, cosecha, semilla, etc.). La acuicultura produce sobre todo cosechas proteínicas, mientras que en la agricultura predominan las grandes cosechas de productos que contienen hidratos de carbono. Además, los residuos de los animales terrestres pueden desecharse lejos del lugar de explotación, en vez de acumularse en el entorno de cultivo, como ocurre en la acuicultura. Así pues, los acuicultores deben gestionar de forma cuidadosa sus unidades de producción para asegurarse de que la calidad del agua no se deteriore, creando problemas a los organismos cultivados.

Las técnicas de cultivo varían mucho según la especie y el lugar donde se realice la acuicultura, pero fundamentalmente todas requieren del conocimiento de la biología y el comportamiento de la especie en su estado silvestre, cuándo desova, dónde lo hace, qué come en cada etapa de su desarrollo, cuándo tarda en llegar al estado adulto, a qué temperatura deben estar las aguas para optimizar su crecimiento y su madurez, etc. Es decir, la verdadera acuicultura es una actividad perfectamente tecnificada que no admite improvisación.

Quienes hacen encierros o tapos, es decir, ponen un cerco alrededor de un cuerpo de agua y esperan a que los organismos crezcan para extraerlos, no están haciendo acuicultura y probablemente sólo aprovechen estas circunstancias unas cuantas temporadas, hasta acabarse el producto. La acuicultura es la actividad pesquera del

futuro, ante un panorama en que la producción pesquera tradicional pasa por sus peores momentos de decaimiento, debido a la sobreexplotación, la contaminación y otros factores, hacer acuicultura es colaborar con el medio natural para ayudarlo a recuperarse, al tiempo que se propicia una actividad productiva redituable, programable y controlable.

El volumen de productos obtenidos a partir de la acuicultura se ha incrementado en un 200% en la última década (1985-1995), mientras que los productos obtenidos del mar se han mantenido relativamente estables en cerca de 60 millones de toneladas métricas. Las estadísticas recientes muestran que, uno de cada cuatro kilogramos de productos acuáticos, provienen de la acuicultura (Freese, 1998).

La industria de la acuicultura continua con su alta tasa de crecimiento en el ámbito mundial. China es el líder mundial en acuicultura, con cerca del 57% de la producción mundial de productos acuáticos. Ecuador es el productor más grande de camarón en el hemisferio occidental, y segundo en el mundo después de China.

La elección del sitio es fundamental, por las condiciones del medio, de las aguas requeridas, de las vías de comunicación, de los insumos necesarios, de la infraestructura que deberá construirse, etc. Hacer acuicultura sin contar con los estudios de impacto ambiental, o de factibilidad económica es arriesgar el fracaso o engañar a los interesados. Asimismo, es conveniente desarrollar toda la cadena, es decir, contar con el laboratorio de producción de postlarvas o de crías para evitar depredar el medio natural en vez de protegerlo. (www.uacam.mx)

La acuicultura se diversifica cada vez más, la camaronicultura (producción de camarón), la maricultura (producción de peces marinos), la piscicultura (producción de

peces de agua dulce) y la de moluscos (pulpo, bivalvos, etc.) son una muestra de las ricas posibilidades de la actividad, cuya sustentabilidad estará asegurada en la medida en que quienes la desarrollen cuenten con la asesoría y el conocimiento científico y técnico que les permita llevar a cabo un aprovechamiento racional, indefinido. (www.uacam.mx).

Durante la acuicultura, la nutrición de los camarones es de vital importancia y afecta tanto la tasa de crecimiento como el costo del camarón. La tecnología que se utiliza en las granjas camaroneras está cambiando rápidamente y las prácticas de camaronicultura se están volviendo más comunes (Shrimp growers of America, 1998).

2. Acuicultura en Guatemala. En los últimos diez años, la producción y pesca de camarón y otras especies marinas en Guatemala ha sido floreciente. Actualmente Guatemala cuenta con sesenta y cinco empresas dedicadas a la pesca del camarón. La expansión de la acuicultura se ha dado sobre todo en la especie de camarón blanco en la costa del pacífico. Existen numerosos proyectos piloto de investigación de varias especies marinas.

La acuicultura rural o extensiva se orienta al cultivo de peces: tilapia, carpas, guapote y lobina negras en áreas marginales para la agricultura, con el fin de mejorar la dieta de los campesinos y complementar sus ingresos. Sus resultados desde un punto de vista económico no han resultado rentables. Este tipo de actividad ha sido subsidiada por los distintos gobiernos o por organismos internacionales, con una gran inversión y costos de mantenimiento y seguimiento; por tal razón en la mayoría de los casos una vez que termina este nexo de dependencia la acuicultura de subsistencia se desatiende.

La acuicultura comercial se basa en la producción de camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosembergui*) y marino (*Penaeus sp.*). El Estado fue el iniciador de las investigaciones en tal sentido y posteriormente se produjo participación del sector privado atraído por las ventajas económicas de su exportación. Se utiliza tecnología importada y adaptada a la región, que ha tenido éxito. En la actualidad existen 15 granjas que cuentan con un área de 1 337 hectáreas y con una producción anual de 909 toneladas. La fuente de semilla son los esteros de la costa sur, registrándose, ya en 1991 problemas de escasez de postlarvas (Fao, 1998).

3. Métodos de cultivo. La mayor parte del cultivo de peces y crustáceos tiene lugar en estanques, que disponen, por lo general, de entradas y salidas de agua que permiten controlar de forma independiente su aumento y reducción. Los estanques se siembran con una concentración conocida de animales acuáticos jóvenes. Los sistemas de alimentación van desde la fertilización de los estanques (en la que la adición de estiércol al agua incrementa la población de pequeños organismos, tales como invertebrados acuáticos y plancton, de los que se alimentan los peces) hasta el empleo de piensos completos que suministran todos los elementos necesarios para el crecimiento. Los animales son recolectados cuando alcanzan el tamaño comercial. En una cosecha completa, se vacía el estanque y se retiran de él todos los animales para su procesamiento.

Una cosecha parcial es aquella en la que sólo se retira una parte de los animales por medio de una red barredera. A menudo, tras una cosecha parcial, se añaden más organismos jóvenes y el ciclo de producción continúa. Los moluscos se cultivan en las aguas costeras, la acuicultura se realiza bien como cultivo de fondo o en forma de cultivo suspendido. En el cultivo de fondo, los organismos jóvenes se extienden sobre áreas preparadas del fondo oceánico, bien en la zona intermareal o en aguas costeras poco profundas. En el cultivo suspendido de moluscos los organismos jóvenes se adhieren a un sustrato o a redes que se suspenden de bateas o flotadores. Las ventajas del cultivo

suspendido de moluscos incluyen la protección de los depredadores y el uso de un espacio tridimensional en vez de uno bidimensional.



Ilustración 2. Vista aérea de una planta camaronera

Las instalaciones utilizan agua de mar filtrado por la arena de playa tratado con cloro y refiltrado con carbón activado a los estándares más exigentes para asegurar la mejor calidad posible necesario para el desove y cría de las delicadas larvas de camarón. Los centros de producción tienen la finalidad de producir nauplios de alta calidad de camarones reproductores en cautiverio y salvaje. Las instalaciones son diseñadas para proveer la óptima intensidad de luz, temperatura, calidad de agua, y condiciones necesarias para inducir la copula natural de los camarones.

En las instalaciones de cuarentena se producen los nauplios (de alta salubridad provenientes de reproductores libres de patógenos). Además, se trabaja con animales criados en ciclos cerrados en las propias camaroneras. Se seleccionan las camaronas naturalmente copuladas en tanques con miles de camarones activamente cortejando.

Cada camarona copulada se coloca en un tanque de desove individual para monitorar la cantidad, calidad y fertilidad de los huevos. Lotes de huevos seleccionados se transfieren a los conos de incubación con aireación suave para eclosión durante 48 horas. Solamente los mejores nauplios son separados por fototropismo para ser sembrados en los criaderos.

Los criaderos son de tanques de hormigón de tamaños estándar entre 25 y 60 toneladas construidos al aire libre y forrados con azulejos. Cada tanque tiene su propia unidad de calefacción, sistema de agua, aire y techo traslúcido removible. Cada criadero tiene sus áreas de producción de alimentos vivos. Las microalgas libres de bacterias son los primeros alimentos ofrecidos a las larvas durante los primeros cinco días de cría.

Nauplios de artemia recién eclosionados se producen de variedades selectos de quistes importados. Todos los quistes son decapsulados y eclosionados durante 24 horas. El proceso se repite tres veces al día para obtener solamente los nauplios más frescos para alimentar 6 veces al día desde el día 6 hasta el día 21. Se monitorea cada tanque de larvas tres veces al día todos los días para controlar el desarrollo de los estadios de larvas, las enfermedades microbiológicas, calidad de agua, y tasas de alimentación. Cada criadero de larvas tiene la capacidad de siembra de 60 millones de nauplios por ciclo. Los ciclos corren cada 35 días, lo que permite 10 años por año por criadero. La sobrevivencia hasta Postlarva -12 es entre 50-60 %.

El desarrollo de los mejores camarones es un arte en donde se combinan la paciencia, tecnología y meticulosa atención hasta en los mínimos detalles. Desde el inicio y durante todo su ciclo de vida, el producto es sometido a un continuo y estricto control de calidad y observación.

La calidad de los camarones empieza desde el momento que se escogen y seleccionan las hembras grávidas y los padrotes machos (camarones adultos) para la reproducción (proceso de maduración), para luego pasar al desove, el cual se realiza en las piscinas de agua de mar procesada bajo estrictos parámetros de control de temperatura. Durante su fase larvaria el camarón es alimentado con algas especialmente desarrolladas para este proceso (El Rosario).

En gran parte de las camaroneras, el camarón en proceso de engorde se alimenta con un alimento balanceado, producido generalmente por la misma planta. El alimento balanceado incluye componentes altamente nutritivos, elaborados bajo estrictas normas de calidad. Generalmente el alimento es sometido a un proceso de extrusión, el cual, eleva la temperatura de las materias primas por encima del proceso de peletización. Bajo un estricto control de humedad, temperatura, y presión, se fabrica un alimento con excelentes características físicas y nutricionales, de acuerdo a la necesidad de los criaderos, pudiendo así el productor utilizar balanceados con mayor o menor cantidad de determinado elemento o proteína, y con la garantía de un producto final sometido a rigurosas pruebas de calidad nutricional.

La buena flotabilidad de pellet extruido permite alimentar y controlar la cantidad exacta que requieren los animales acuáticos. La buena estabilidad de este pellet y la ausencia de finos reducen las pérdidas comunes del alimento para camarones. Además, en el proceso de extrusión, hace que los nutrientes sean especialmente más digeribles, lo cual ayuda a reducir las conversiones alimenticias.

4. Datos técnicos de una planta camaronera. Una planta camaronera consta de un área destinada a la producción (constituida por piscinas de criaderos y piscinas de engorde).

Las camaroneras tienen su propia flota de embarcaciones y camiones para el transporte de insumos, personal y producto (camarón cosechado). El producto de manera principal es de la especie *Penaeus vannamei*, pero también existe producción en menor cantidad de la especie *Penaeus stylirostris*. En las camaroneras se siembra larva de laboratorios (25%) y larva silvestre (75%).

C. Proceso de elaboración de la pasta de camarón.

1. Recolección. El camarón requerido para la elaboración de la pasta debe de ser fresco, por lo cual el proceso empieza con la recolección del camarón. La pesca se lleva a cabo utilizando redes que se introducen en los tanques o piscinas de cosecha, las redes atrapan a los camarones sin distinción de tamaño. Es por eso que es necesario realizar una separación de los diferentes tamaños del camarón, ya que estos son comercializados de acuerdo a este factor.

2. Pelado y devenado. El camarón recolectado no se encuentra listo para procesarse, primero debe ser pelado y limpiado. Es necesario eliminar toda la caparazón y la cabeza, para dejar por aparte la parte comestible del camarón, la cual está localizada en el abdomen. También es necesario eliminar la vena que se encuentra en toda la parte longitudinal del cuerpo del camarón, lo cual se logra por medio de un corte especial, que puede realizarse de forma manual o utilizando una máquina especialmente diseñada para ello.

3. Cocción. El camarón crudo preparado en salmuera, se vierte dentro de un equipo de transferencia de calor, el cual se encarga de cocinarlo durante un período de tiempo determinado. Debido a que el camarón ya ha sido preparado en salmuera, el tiempo de cocción es menor al que se requeriría para el camarón crudo. Se requiere de un proceso a alta temperatura y poco tiempo para evitar el deterioro en el olor y sabor de la pasta de camarón.

4. Molienda. La molienda es un proceso que se lleva a cabo para reducir la carne de camarón a una pasta sólida y firme, el cual se lleva a cabo por medios mecánicos. En la preparación de la pasta de camarón se requiere de dos moliendas, la primera se lleva a cabo previo a preparar la salmuera y la segunda se da luego del proceso de cocción, para formar una pasta firme que sea fácil de untar. Durante este proceso también se lleva a cabo la eliminación del exceso de agua del producto, hasta lograr la consistencia deseada.

5. Empacado. La pasta de camarón obtenida en este proceso es empacada en recipientes plásticos con tapadera, en tamaños, de acuerdo a las necesidades del cliente hacia el cual está orientado el producto. El empacado es un proceso que sirve para almacenar a largo plazo la pasta de camarón.

6. Esterilizado. El producto ya empacado es sometido a altas temperaturas, esto se logra al colocar los envases dentro de un recipiente de vapor a presión a una temperatura mayor de 100°C por determinado período de tiempo, el cual depende del tamaño del envase y el tipo de producto a esterilizar. Este proceso logra la desactivación de las enzimas que descomponen el producto y le da más vida al producto.

7. Almacenamiento. La pasta de camarón se puede almacenar empacada en recipientes plásticos o en bolsas plásticas. La congelación se puede llevar a cabo por medio de aire inmóvil o forzado, por contacto directo con una superficie metálica o por la inmersión en un líquido o gas refrigerante. La congelación no destruye a los microorganismos presentes en la pasta de camarón, pero al menos los inactiva, dándole mayor plazo de vida al producto. Es importante considerar que los alimentos que son descongelados tienen una vida más corta que los alimentos frescos.

D. Problemas en la acuicultura.

La acuicultura contribuye a satisfacer la fuerte demanda de productos pesqueros en un porcentaje aun reducido, pero progresivamente mayor. Actualmente la acuicultura se encuentra en proceso de consolidación. Sin embargo, aún no se han llegado a materializar las grandes expectativas que despertó la acuicultura en la década de los ochenta: problemas que dificultaron el lanzamiento de la actividad hace algunos años aún persisten en cierta medida y retrasan el desarrollo definitivo de este sector. Entre estos, destacan los siguientes:

1. Dificultades de rentabilidad de las empresas acuícolas. Las fuertes inversiones iniciales en capital fijo y circulante que son necesarias para la puesta en marcha de actividades acuícolas aumentan el riesgo de la empresa al inicio de la actividad y retrasan su rentabilidad. Esta situación se agrava por las siguientes circunstancias:

- Escasa capacidad inversora de empresas que se inician en la actividad.
- Dificultades de acceso al sistema de créditos.
- Ausencia de estrategias de comercialización.
- Falta de estudios de previsión económica y biológica.
- Dificultad de acceso a tecnologías que permitan incrementos de rentabilidad y productividad.

2. Inexistencia de un medio que facilite el desarrollo de la acuicultura. El marco legal existente no determina con precisión las zonas aptas para el desarrollo de cultivos marinos ni, aún más importante, criterios objetivos sobre los que basar el régimen de concesiones y autorizaciones. Esta situación provoca incertidumbres entre el sector empresarial que limitan la realización de inversiones.

III. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala la camaronicultura ha venido desarrollándose en los últimos años, como una alternativa en la industria camaronera. Al realizar la cosecha de los camarones, se obtiene una variedad de tamaños de los cuales la mayoría pueden comercializarse, excluyendo el llamado camarón "pulguilla" (*Penaeus sp.*), que por no llegar a su madurez no alcanza el tamaño mínimo para ser apreciado en el mercado, por lo cual se constituye en un subproducto sin ningún valor económico.

Debido a esto el camarón pulguilla no tiene actualmente un uso económicamente rentable en el medio nacional, lo que requiere de un proceso que haga uso de este producto.

La elaboración de una pasta de camarón pulguilla, constituye un proceso sencillo que no requiere de una tecnología muy avanzada ni de muchas etapas. Este proceso permitirá utilizar un subproducto de la camaronicultura para convertirlo en un producto comercializable, además de crear nuevas fuentes de trabajo en el país.

El principal objetivo de este proyecto de tesis es el de hacer un estudio que demuestre si existe o no la factibilidad de obtener beneficios económicos a partir de los subproductos de camarones (*Penaeus sp.*) de cultivo. Para que la planta resulte rentable se requiere tanto la instalación de una planta procesadora como de la capacitación del personal, para garantizar una producción estable, continua y creciente.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Determinar la factibilidad de instalar en Guatemala una planta procesadora de pasta de camarón para el consumo humano a partir del camarón pulguilla (*Penaeus sp.*)

B. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de mercado para determinar la posibilidad de obtener beneficios económicos a partir de la producción de una pasta de camarón de la mayor calidad posible a partir de camarón pulguilla (*Penaeus sp.*) de cultivo.
- Determinar el tamaño y la localización de una planta procesadora de pasta de camarón pulguilla (*Penaeus sp.*).
- Seleccionar y dimensionar la maquinaria y equipo a utilizar en la planta procesadora de pasta de camarón.

V. PROBLEMA A RESOLVER

En Guatemala la camaronicultura ha venido a ocupar un lugar importante dentro de la economía, con una alta tasa de crecimiento en los últimos diez años. Como todo proceso siempre se obtienen subproductos y la camaronicultura no es la excepción, en la cual el camarón pulguilla es desechado debido a su tamaño.

Existen diferentes formas de aprovechar el camarón pulguilla (como alimento para animales, camarón deshidratado, etc.), pero la pasta de camarón es la alternativa más rentable y menos costosa. La tecnología a utilizar para obtener la pasta de camarón debe ser sencilla y barata, para que la industria se vea interesada a invertir en ella.

VI. METODOLOGÍA

A. Etapa # 1. Investigación

Durante esta etapa se realiza una investigación para determinar el desarrollo de la camaronicultura en el país. Se buscan respuestas a las preguntas:

- a. ¿Qué cantidad de camarones se obtiene en Guatemala a partir de la camaronicultura y a qué porcentaje de la cantidad total de camarones (pesca y cultivo) corresponde?
- b. ¿Qué cantidad de camarón pulguilla se tiene como resultado de la camaronicultura y que se hace con este subproducto?
- c. ¿Existe actualmente en el mercado algún producto similar a la pasta de camarón y cuál es su precio?

A partir de las respuestas a estas preguntas, se encontró que el camarón pulguilla producto de la camaronicultura en Guatemala es desechado, por lo que no tiene ningún valor económico.

B. Etapa # 2. Tabulación de los datos.

En esta etapa se procede a tabular los datos de producción de las camaroneras, es decir la cantidad de camarones que se obtiene durante un ciclo de producción, y que porcentaje de estos corresponde al camarón pulguilla. Estos datos van a servir para determinar el tamaño de la planta y la cantidad de pasta a producir.

El factor bajo estudio en este proyecto de tesis es el camarón pulguilla (*Penaeus sp.*) de cultivo. Se registraron datos de producción de los dos últimos años y se procederá a hacer un análisis estadístico de la producción de camarón por ciclos de cultivo, y el porcentaje de camarón pulguilla que se obtiene en dichos ciclos.

C. Etapa # 3. Cálculos.

Con los resultados obtenidos durante la etapa de investigación y tabulación de datos se procede a hacer los cálculos necesarios para el dimensionamiento de la planta y la maquinaria y equipo. Además, se determina el monto de la inversión para instalar la planta procesadora.

D. Etapa # 4. Estudio económico.

El objetivo del estudio económico es de determinar la rentabilidad en términos monetarios del proyecto. Esto permite conocer por medio de números si es o no factible construir y poner en marcha la planta procesadora de pasta.

VII. ESTUDIO DE MERCADO

A. Definición del producto.

La pasta de camarón se obtiene al procesar la carne de camarón con grasa vegetal, leche en polvo, agua, y otros aditivos que le dan la consistencia y sabor adecuados. La pasta o paté de camarón es un alimento de gran aceptación en el mundo, especialmente en Europa, donde es muy apetecido. En el mercado nacional se encuentran pastas de camarón de composición similar a la establecida por este proyecto, las cuales son importadas de España, Canadá y Chile en su mayoría.

Tabla 1. Composición química de la pasta de camarón pulguilla

	Porcentaje (p/p)
Humedad	58.03 %
Sólidos	41.97 %
Cenizas	5.01 %
Grasa	42.24 %
Proteína	46.80 %

Fuente: Turcios, 1997

La pasta de camarón es un producto considerado de lujo que sólo se puede adquirir en tiendas especializadas y restaurantes gourmet del país. Su consumo no está generalizado en la población, debido a su costo elevado y la poca disponibilidad en el mercado.

B. Precios, mercado y sistemas de comercialización

El precio de la pasta de camarón en el mercado nacional es de \$5.00 (Q40.00 aproximadamente) por 140 g de producto. Este precio elevado es como consecuencia de que el producto en su totalidad es importado, y a que la pasta y el camarón son considerados artículos de lujo. En el mercado internacional productos similares tienen un costo que oscila entre los \$3.55 y \$25.00.

El mercado actual de la pasta de camarón pulguilla en Guatemala es bastante bajo, debido principalmente al alto costo del producto, por lo que el mercado potencial del producto es en el exterior. Los países con mayor demanda de pasta de camarón son España, Alemania, Japón, Inglaterra. Se tiene previsto que la producción de pasta de camarón que se genere en la planta tendrá como mercado de destino el nacional y si las condiciones de precio lo permiten se abarcará el mercado internacional, este último se centrará, principalmente en el mercado de EE.UU. Por lo que se refiere al consumo nacional aparente de pasta de camarón, este se ha mantenido de manera estable, ya que en 1990 se importaron cerca de 2,500 kg. y para 1993 aumentó a 2,744 kg., lo cual indica un incremento del 8% en estos cuatro años. Es decir, un incremento anual promedio de 2% en este periodo.

La venta en el mercado nacional puede llevarse a cabo directamente por medio de la granja camaronícola o comercializarse a través de una comercializadora. Para la venta en el extranjero se considera que las empresas camaroneras, las cuales han comercializado tradicionalmente la producción de camarón en el extranjero, sean las que realicen la comercialización, o bien, exportar directamente parte de la producción de la planta. Lo anterior dependerá de la cantidad, calidad y organización que logren alcanzar los productores.

Los factores que influyen en el precio de la pasta de camarón son la presencia del camarón de captura y la estacionalidad. En la época de Semana Santa y Cuaresma, por ejemplo, el aumento en la demanda incrementa el precio. En promedio se logra un precio más alto en el mercado nacional que en el internacional. Esta tendencia se revertirá en la medida en que aumente la producción de camarón por acuicultura y sea necesario colocar parte importante de la producción en el mercado de exportación.

Para efecto de los cálculos correspondientes se determinó utilizar un precio ponderado promedio de 2.00 dólares por 140 gramos o 5 onzas de producto, tomando en consideración las ventas en el mercado nacional y el internacional y la estacionalidad de las mismas, considerando como tipo de cambio Q8.0 por dólar, el cual a recomendado el gobierno para realizar cálculos referentes al comercio exterior, lo que nos da un precio del producto de Q16.00.

C. Fuentes de abastecimiento

En Guatemala no se produce hasta el momento pasta de camarón, el cual en su totalidad es importado. En su mayoría el producto proviene de Europa (especialmente España y Alemania) y de Canadá.

D. Proyección de la demanda

Tomando como referencia un crecimiento medio anual del 2% en lo referente al consumo nacional de pasta de camarón, calculada con los datos antes citados, se estima que para el año de 2000 la demanda sea de 3,152 Kg.

E. Competitividad del negocio

El principal factor en términos de la demanda que harán posibles obtener un nivel alto de competitividad del producto en el mercado lo constituirá el hecho de que la planta cuente con la tecnología apropiada y suficiente para mantener una disponibilidad constante de pasta en el mercado, además de que el producto cuente con la calidad que el consumidor exige y a un precio accesible.

Entre los factores de oferta y demanda que son importantes para la competitividad de la pasta, el de mayor relevancia es la disponibilidad de materia prima, la planta de Retalhuleu cuenta con la materia prima suficiente para instalar una planta procesadora.

VIII. TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

A. Tamaño de la planta

La cantidad de pasta de camarón que se consume en el país es cercana a 6,000 kg anuales, pero el proyecto está orientado no solo a suplir esta demanda interna, si no a exportar la mayor cantidad del producto que se produzca. La planta tendrá la capacidad de producir hasta 14,700 Kg de pasta de camarón al año, los cuales se obtienen al procesar 10,000 kg de camarón pulguilla entero. Esta cantidad se determinó sobre la base de la demanda del producto en el extranjero. La capacidad de la planta se calculó con base en una proyección de consumo, ya que la cantidad de pasta de camarón que se consume en el país es insignificante al compararse con la cantidad de pasta que se espera producir en la planta. La capacidad de la planta ira aumentando desde un 60% de su capacidad total en el primer año hasta llegar a cerca del 90% de su capacidad en el cuarto año de trabajo.

Aunque la cantidad de pasta de camarón que se consume en el país es bastante baja, se estima que esta puede aumentar al existir en el mercado un producto similar a los importados que sea de menor costo. También se debe considerar que mucha gente prefiere el producto extranjero al producto hecho en el país, por lo que siempre existirá un tipo de competencia y no se espera llegar a captar el 100% del mercado nacional.

Dada que la cantidad de camarón que se cultiva en la camaronera no es muy grande, y que esta no trabaja todos los días, la planta trabajara en un sistema batch y de acuerdo a la disponibilidad de la materia prima (camarones). Dadas las características de los camarones, estos no pueden almacenarse por largos períodos de tiempo, por lo que deben de procesarse inmediatamente luego de ser cosechado.

Según datos del Ministerio de Agricultura, la cantidad de productos de la acuicultura se ha ido incrementando desde un 13% en 1990 a un 21% de la producción mundial de productos pesqueros en 1996. Este sector está creciendo año tras año y cada vez representa una porción mayor de la captura de productos pesqueros tanto a nivel mundial como en Guatemala, esto representa una buena señal de que se siempre se contara con la suficiente materia prima para llevar a cabo el proyecto.

B. Localización de la planta

El desarrollo de una planta procesadora de camarón debe de contemplar diversos aspectos por ejemplo que la calidad y cantidad de agua sean suficientes para el desarrollo y procesamiento de la especie, por lo cual debe evitarse la contaminación ambiental y/o urbana y asentarse en un área donde el suministro de agua sea constante y de buena calidad durante todo el año. Además, deben existir los medios de servicios y comunicación mínimos, tales como agua potable, electricidad, carreteras. Es indispensable la disponibilidad inmediata de insumos tales como redes, mallas, plásticos, materiales diversos, etc., que permitan llevar a cabo el proyecto de manera continua y constante.

El principal factor, a tomar en cuenta para la localización de la planta es la materia prima que en este caso es el camarón pulguilla, debido a que este es un producto bastante delicado el cual, debe de ser procesado inmediatamente después de ser cultivado para evitar su descomposición; por lo que es recomendable instalar la planta procesadora cercana a la planta de cultivo. El camarón *Penaeus vanammei* en Guatemala es cultivado principalmente en los departamentos de Retalhuleu, Escuintla, Suchitepéquez, Santa Rosa y San Marcos, regiones que cuentan con una temperatura arriba de los 20°C la mayor parte del año, lo cual contribuye al buen desarrollo de la especie de camarones.

Otro aspecto importante es la salinidad del agua, la cual puede variar entre 0 y 35 partes por mil, pero el camarón blanco prefiere aguas salobres, esto es con salinidades menores a la marina, por lo que la óptima es alrededor de 25 partes por mil. Además, la planta debe de contar con suministros abundantes de agua potable ya que esta juega un papel importante durante todo el proceso de elaboración de la pasta de camarón. La calidad y cantidad del agua debe ser suficiente para el desarrollo de la especie. Por esto debe evitarse la contaminación industrial y/o urbana y asentarse en áreas con suministro constante de agua de buena calidad a lo largo del año.

También se debe contar con servicios de energía eléctrica, debido a que se debe mantener una temperatura menor a la temperatura ambiente en el área de procesamiento, además de que se utiliza abundante cantidad de hielo, el cual es preferible que se fabrique en la misma planta y no adquirirlo por medio de alguna otra compañía, ya que se debe de garantizar que este sea completamente potable y se encuentre libre de impurezas o contaminantes que pudieran dañar la calidad de la pasta de camarón que se produce. Deben existir áreas relativamente grandes, de tierras planas y con suelo arcilloso o limoso, que permita la construcción y operación de estanques rústicos en caso de que sea necesaria la ampliación de la planta.

El transporte es otro factor de importancia, ya que tanto la materia prima como el producto terminado deben de manejarse en transportes refrigerados para evitar su descomposición. Transportar los camarones enteros a una planta procesadora que se encuentre lejos de la planta camaronícola requeriría de una mayor inversión, ya que se necesita de más espacio para transportar los camarones debido a que se incluye la cabeza y la cola; además se corren riesgos de que los camarones se arruinen debido a las enzimas que empiezan a trabajar sobre los mismos. Es preferible transportar el producto ya terminado hacia los puestos de distribución. Esto debido a que el camarón luego de ser sacrificado empieza a descomponerse

Los tres lugares considerados para la construcción de la planta son:

- 1. Retalhuleu.** Granja camaronícola localizada a dos kilómetros de la carretera principal, la cual se encuentra en excelente estado. El lugar cuenta con suministros de agua potable, energía eléctrica y cercano a poblaciones, lo cual garantiza la disponibilidad de mano de obra. Esta área además cuenta con espacios suficientes en caso de que sea necesaria una expansión de la fábrica.
- 2. Escuintla.** Planta camaronícola localizada en las cercanías de la carretera al puerto de San José. Excelentes condiciones de las vías de acceso, cuenta con suministro de agua potable, energía eléctrica; localizada en un área totalmente comercial.
- 3. San Marcos.** Planta localizada a cinco kilómetros de la carretera principal, la carretera no se encuentra en óptimas condiciones. Suministros de agua potable y energía eléctrica disponibles.

Aplicando el método de punteos como forma de evaluación para determinar el mejor lugar donde se pueda construir la planta procesadora, se determinó que Retalhuleu es el sitio indicado que reúne las mejores características para este propósito.

Aunque en Escuintla se localizan varias empresas que se dedican a la camaronicultura, construir una planta procesadora en este departamento requeriría de una mayor inversión, debido a que el costo de los terrenos y la mano de obra en este sitio es más elevado que en el área de Retalhuleu.

En el departamento de Retalhuleu se ha dado un repunte en el cultivo del camarón, luego de que esta zona fue afectada por el virus de Taura, que mermo los cultivos de camarón no solo en el país sino en toda el área Latinoamericana. Además, esta área se ha visto favorecida con el mejoramiento de las vías de comunicación y de los servicios de agua y energía eléctrica. Otra ventaja de colocar la planta procesadora en esta área, es el que estas empresas se dedican en casi un 90% a exportar sus productos, por lo que ya son reconocidas en el extranjero lo que le proporcionaría una garantía de calidad al nuevo producto.

Construir una planta procesadora en esta área, traería ventajas a la población de las áreas cercanas, ya que se crearían nuevas fuentes de trabajo. Además, debido a que el área no está muy industrializada como Escuintla, se puede pensar en ampliar la granja camaronícola en un futuro cercano, ya que se cuenta con el terreno necesario para llevarlo a cabo.

En el método de punteos se puede observar que tanto Escuintla como Retalhuleu obtuvieron punteos cercanos, pero por los motivos que se expusieron anteriormente se prefiere construir la planta en el área de Retalhuleu. Aunque si existiera algún factor que imposibilite la construcción de la planta en el departamento de Retalhuleu, se podría tener como segunda opción Escuintla, ya que cuenta con varias granjas camaronícolas.

Tabla 2. Método de punteos para determinar la localización de la planta

Método de punteos para determinar la localización de la planta				
Factores de consideración	Punteo	Retalhuleu	Escuintla	San Marcos
Materia prima				
Disponibilidad	50	45	48	40
Distancia	30	30	30	30
Mercados				
Demanda vrs. Distancia	10	6	9	4
Crecimiento	10	7	8	5
Regulación de inventarios	5	4	4	4
Competitividad actual/futura	5	4	4	4
Materiales y servicios auxiliares				
Agua	20	19	17	14
Electricidad	10	8	10	7
Combustibles	2	2	2	2
Clima	11	10	10	10
Construcción	2	2	2	2
Humedad	3	2	3	3
Terremotos, inundaciones	2	1	1	2
Transporte				
Terrestre	15	15	15	10
Marítimo	8	3	8	2
Aéreo	2	1	2	1
Mano de obra	15	14	15	10
Totales	200	173	158	150

IX. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

A. Separación de tamaños

1. **Tamiz plano.** Los tamices son separadores de tamaños, como una especie de máquinas de selección. Los cuales también pueden ser utilizados como equipo de limpieza, para remover los contaminantes de diferentes tamaños que se encuentran junto con el material a procesar. En su forma más simple los tamices son placas de algún material (como acero inoxidable), las cuales son perforadas y ajustadas sobre un marco o soporte. En general constan de uno o más tamices, los cuales son agitados por medio de una variedad de mecanismos (Brennan, 1990).

2. **Separación manual.** La separación de los camarones en sus diferentes tamaños se puede llevar a cabo en forma manual. Los camarones son colocados en una banda transportadora, o simplemente en una mesa de acero inoxidable, en la cual trabajan de 6 a 20 personas (dependiendo de la cantidad de camarón a separar); las cuales se encargan de colocar los camarones en diversos contenedores conforme a la talla de los mismos.

3. **Tamiz de tambor rotatorio.** Son conocidos como tamices centrífugos. Muchos de estos son unidades continuas con numerosas aplicaciones en la industria de alimentos. En estas unidades se puede llevar a cabo la limpieza del camarón así como la retención de materiales no deseados tales como algas y residuos de caparazones. Los tamices de este tipo tienen una buena capacidad, son relativamente baratos, fáciles de instalar, mantener y operar. Si no son bien diseñados, resultan difíciles de limpiar y puede ocurrir una contaminación del producto nuevo con residuos de cargas anteriores (Brennan, 1990).

4. Tamiz de tambor rotatorio concéntrico. El tambor rotatorio concéntrico tiene la ventaja de trabajar con grandes capacidades, pero dado que la alimentación del producto es por la parte central, lo cual provoca una sobrecarga en una pequeña área del tamiz (Brennan, 1990).

5. Tamiz de tambores consecutivos en serie. Este tamiz consiste en un cilindro inclinado, el cual tiene una serie de perforaciones a lo largo del mismo. El material a separar es alimentado por la parte superior, en la cual los orificios son de menor tamaño, los cuales van aumentando, lo cual permite obtener al final de la descarga los camarones de mayor tamaño. Este tamiz tiene la desventaja de requerir de una gran área, además de que como es alimentado en la parte donde se encuentra la menor apertura del tamiz, este tiende a sobrecargarse en la entrada y se dan pobres resultados (Brennan, 1990).

6. Tamiz de tambores consecutivos en paralelo. Este tamiz consta de tres o más tamices de tambor colocados uno sobre otro. Los camarones son alimentados en el primer tambor, el cual tiene la mayor apertura, por lo que al final de éste, se obtienen los camarones de mayor tamaño, mientras que los que pasan a través de los orificios caen a un segundo tamiz, con orificios de menor tamaño, este proceso se repite una o dos veces más, hasta que al final se obtienen los camarones de menor tamaño. La principal desventaja de este sistema radica en que el material de entrada primero entra en contacto con el tamiz de mayor apertura, dejando a los demás tamices la tarea de trabajar con una cantidad reducida de material con dimensiones similares (Brennan, 1990).

7. Tamiz vibrador. La forma más simple de un tamiz vibrador consiste en un marco que sostiene una placa perforada, la cual se encuentra inclinada, y es agitada por medios mecánicos o electromagnéticos. El sistema puede consistir en una serie de tamices montados unos sobre otros, lo cual permite la separación de una determinada carga en una serie de intervalos de tamaños. (Brennan, 1990).

La cantidad de camarón que cultiva la planta anualmente es de unos 60,000 Kg, de diversas tallas, por lo que previo a su comercialización o procesamiento estos deben de ser separados. Utilizar alguna máquina para llevar a cabo esta etapa del proceso no es muy aconsejable, ya que podría romper los camarones, lo cual disminuiría su valor en el mercado (especialmente de los tamaños jumbo). Por otro lado la forma de los camarones impediría una buena separación por medio de un medio mecánico. Es por esto que la separación se debe llevar a cabo de forma manual, sobre una mesa cubierta con láminas de acero inoxidable y con sistema de drenaje incluido.

B. Pelado y devenado

1. Pelado a mano. El pelado de camarón a mano se lleva a cabo sobre mesas de acero inoxidable, sobre las cuales se coloca el producto. Utilizando una serie de cuchillos especiales se realiza la separación de las cabezas y patas de los camarones. Luego se extrae la vena principal por medio de un corte que va de un extremo a otro del camarón. El camarón ya pelado es colocado en recipientes plásticos conteniendo hielo (el hielo debe ser potable). El personal del área de pelado debe de conocer el tipo de corte que se debe hacer, ya que existe una diversidad entre ellos los más conocidos son: Tail-On Butterfly, Tail-On Round, JPTO (just peel tail on), Easy peel, Pud, etc. Estos tipos de corte dependen del mercado a donde estén destinados (El Rosario, 1999).

2. Pelado a máquina. Se utilizan maquinas tipo Johnsson, las cuales están diseñadas exclusivamente para el pelado y devenado de las diferentes especies de camarón. Estas máquinas tienen la capacidad de pelar hasta 250 Kg de camarón al día. El camarón entero es alimentado a la maquina por medio de una especie de embudo y luego este es procesado dentro de la máquina. Esta máquina debe ser calibrada de acuerdo al tamaño del camarón que se va a procesar. La recepción del camarón ya pelado se hace en la parte inferior de la máquina, y es por medio de recipientes plásticos que contienen hielo potable (El Rosario, 1999).

El tamaño promedio del camarón pulguilla que se utiliza en este proceso es de 8.5 cm con cabeza y patas incluidas (ver Tabla No. 8). Llevar a cabo el proceso de pelado y devenado en forma manual requeriría de mucho tiempo o muchos obreros, ya que todo el proceso debe llevarse a cabo lo antes posible para evitar la descomposición de los camarones. Utilizar una máquina peladora y devenadora es la mejor opción, ya que no sólo servirá para pelar el camarón pulguilla, sino que también para las otras tallas de camarón que se obtienen de la cosecha, ya que estas máquinas se pueden calibrar de acuerdo al tamaño de la carga de producto a procesar.

C. Reducción de tamaño

1. Molino de discos. En este aparato la carga de alimentación pasa dentro de un espacio angosto entre un disco que rota a alta velocidad y las paredes internas del molino. El espacio entre las paredes del molino y el disco puede ser ajustado dependiendo del tamaño de la alimentación y los requerimientos del producto final. El disco y el molino son fabricados de acero inoxidable. Una variante de este tipo de molino es el que usa dos discos, los cuales están en paralelo y rotan en sentidos contrarios. La alimentación se lleva a cabo en la parte superior y el producto se obtiene en la inferior, la separación entre los discos también puede ajustarse (Brennan, 1990).

2. Molino tipo Buhr. Este molino consiste en dos placas circulares montadas sobre un eje vertical. La placa superior generalmente esta fija y tiene un orificio que permite la alimentación del molino mientras que la placa inferior puede rotar. El material de alimentación pasa a través del espacio entre las dos placas, y debido a las fuerzas de corte se logra la reducción de tamaño del producto, el cual luego es descargado en las orillas de la placa inferior. Algunos modelos ambas placas rotan en sentidos opuestos (Brennan, 1990).

3. Molino de bolas. En este tipo de molinos se lleva a cabo la reducción de tamaño debido a las fuerzas de impacto y corte. Esta unidad consiste de un cilindro horizontal que rota a baja velocidad y en su interior contiene bolas de acero. Cuando el cilindro rota, las bolas suben y caen sobre el material que va a ser procesado, lo que provoca que este sea reducido debido a las fuerzas de impacto y corte. El tamaño de las bolas esta entre un rango de 1 a 6 pulgadas. Las bolas de menor tamaño dan más puntos de contacto, mientras que las bolas grandes dan mayor impacto, a bajas velocidades de rotación las bolas no son elevadas muy alto de las paredes del cilindro, las bolas caen unas sobre otras por lo que predominan las fuerzas de corte. A altas velocidades las bolas alcanzan mayores alturas y se incrementan las fuerzas de impacto. Para molinos eficientes se debe encontrar la velocidad apropiada. (Brennan, 1990).

4. Molino de cuchillas giratorias (Rotary knife cutter). Este molino consta de un cono por donde entra el producto, y donde es preliminarmente reducido por medio de unas aspas giratorias que lo transportan por toda la cámara del molino, la cual tiene lechos de cuchillas distribuidas por todo el molino. El producto da varias vueltas, siendo reducido por las fuerzas de impacto y de corte hasta alcanzar el tamaño deseado, es descargado pasando por una malla que se encuentra en la parte inferior del molino. La abertura de la malla depende del tamaño del producto que se desee.

5. Molino Contralplex de cámara ancha. El molino Contralplex es un molino de impacto de alta velocidad, cuenta con un disco estacionario y otro rotatorio. Estos molinos no cuentan con un tamiz por lo que pueden ser utilizados con materiales que tienden a pegarse. También es apropiada para materiales que tienden a formar depósitos, materiales grasientos y productos sensitivos al calor.

Debido a que se requiere de una reducción de tamaño bastante grande, utilizar solamente un molino no sería adecuado, por lo que se recomienda utilizar dos molinos. Como molino primario se requeriría de uno que reduzca los camarones a pequeños cubos, por lo que el molino de cuchillas rotatorias es el más indicado. Esta molienda debe llevarse a cabo previo a poner los camarones en salmuera. La segunda molienda se llevaría a cabo luego del proceso de cocido, y con esta molienda se lograría además la mezcla con los otros ingredientes para la formación de la pasta de camarón.

D. Área de cocido

1. Equipo tipo Kettle con agitación vertical. Este equipo es utilizado para cocinar mezclas tipo sólido-líquido, en especial para aquellos materiales que sufren grandes cambios de forma o composición durante su proceso. Las ventajas de este aparato son su simplicidad y su fácil limpieza. Consiste en un tanque de acero inoxidable cubierto con una chaqueta. En el espacio que queda entre el tanque y la chaqueta pasa una corriente de líquido o vapor que calienta el sistema. Estos aparatos se consiguen en una amplia variedad de tamaños y permiten temperaturas de hasta 371°C.

2. Equipo tipo Kneading. Este aparato es utilizado en procesos tipo Batch, especialmente en aquellos donde no ocurren cambios de fase. La transferencia de calor se lleva a cabo por medio de una construcción enchaquetada en el cuerpo principal, la cual es efectuada por medio de agua caliente o vapor. Este equipo puede ser completamente cubierto y trabajar al vacío o a una presión preestablecida, lo cual le da una amplia variedad de usos. Entre sus ventajas se encuentran su simpleza y fácil limpieza. Este equipo es utilizado en las industrias farmacéutica y alimenticia.

3. Equipo tipo tambor rotatorio. Este equipo es ampliamente utilizado en la industria y para una gran variedad de productos químicos, tanto orgánicos como inorgánicos. Existen dos tipos, el de un solo tambor o el de tambores gemelos. El material está en contacto directo con las paredes del tambor, las cuales son calentadas por medio de agua.

Se requiere transformar la salmuera en una mezcla cocida, para lo cual es necesaria una transferencia de calor. Del equipo disponible se escoge el tipo Kettle con agitación vertical debido principalmente a su bajo costo y simplicidad; ya que no requiere de mucho mantenimiento y es de fácil limpieza. Otra ventaja que presenta este equipo sobre los otros es que durante la cocción de la salmuera también se lleva a cabo una agitación, ya que el equipo cuenta con un mecanismo especial, lo cual evita la necesidad de adquirir un equipo especial de mezclado.

E. Esterilización

1. Esterilizador tipo tanque de presión. Este esterilizador es el más sencillo que se encuentra en el mercado. Consiste en un tanque cerrado a presión, en el fondo del cual se colocan los envases con el producto a esterilizar. El tanque se llena con agua caliente hasta cierto nivel y es cerrado completamente. Se enciende el sistema y se lleva a la temperatura deseada durante el tiempo requerido, luego de lo cual se apaga y se retiran los envases. Este sistema opera en forma batch y puede ser adaptado a diferentes tamaños de envases. Es de fácil limpieza y requiere de poco mantenimiento.

2. Esterilizador rotatorio de presión. Consiste en dos cascos o tanques colocados en serie, el primero de los tanques es una estufa cerrada a presión y el segundo es un enfriador a presión.

Los envases se introducen a través de una válvula situada en la parte superior del esterilizador, la cual los coloca sobre un riel o sistema de transporte, que lleva los envases sobre una pista espiral fija que los conduce a través de todo el casco del esterilizador. El casco de enfriamiento está conectado al tanque de presión por medio de una válvula de transferencia, y dentro del mismo se encuentra un sistema de transporte similar al descrito. Los envases son descargados por medio de una válvula situada en un extremo del tanque de enfriamiento.

3. Sistema de retorta y embalaje. Consiste en uno o más recipientes de presión que se encuentran montados sobre un tanque de agua, el cual está equipado con una banda transportadora sumergida dentro del agua. Los envases se colocan en un sistema de transporte y son llevados hacia uno de los recipientes de presión, los cuales han sido llenados previamente con agua caliente. Cuando el recipiente se llena

de envases, se cierra la puerta de entrada, y si existen más recipientes se prosigue a llenarlos. Los envases permanecen en vapor, controlándose la temperatura y el tiempo de esterilización requerido.

El sistema más sencillo de esterilización es el de tanque a presión, por lo cual se escoge este aparato, el cual tiene la ventaja de ser más económico que los otros dos y adaptable a diferentes tamaños de envases. Además de ser de fácil mantenimiento y no ocupar mucho espacio. Este sistema es ideal ya que está diseñado para trabajar en forma batch, que es como se lleva a cabo todo el proceso de fabricación de la pasta de camarón.

F. Congelamiento

1. Congelamiento por contacto. El congelador de platos de contacto tipo Birdseye consiste en una serie de placas de metal (aleaciones). Las placas están montadas paralelamente unas sobre otras, ya sea de forma horizontal o vertical. El espacio entre las placas es variable, los platos son separados, previo a colocar el material, y son cerrados antes de empezar la operación de congelación, de esta forma los platos están en contacto directo con los alimentos empacados o no empacados.

El producto se compacta en forma de bloques de lados paralelos. Los congeladores con placas horizontales son muy utilizados para alimentos empacados en cartones rectangulares, los cuales se colocan dentro del espacio entre las placas. Los de placas verticales son de reciente desarrollo, y es utilizado para congelar materiales deformables y sin empaque, como pescado y carne. El producto es alimentado directamente dentro de las placas verticales para formar bloques que luego pueden ser compactados al cerrar las placas un poco antes de congelar (Brennan, 1990).

2. Congelamiento usando un líquido frío. Este método tiene tres ventajas sobre el congelamiento por contacto, ya que se pueden desarrollar altos coeficientes de transferencia de calor entre el sólido y el líquido, el congelamiento de piezas de forma irregular es tan fácil como el de bloques rectangulares y los alimentos pueden ser congelados individualmente, para obtener productos IQF (individually quick frozen). Una desventaja de este método es el que el líquido puede ser contaminado por los alimentos.

3. Congelamiento por contacto usando un gas frío (Blast freezer). Con esta técnica se pueden congelar cuerpos de forma irregular y obtenerse productos IQF. Existe el problema de transferencia de material entre el gas y el alimento, aunque casi esta limitado a la evaporación de humedad de los alimentos no empacados. Los congeladores tipo Blast (ráfagas) pueden operar en forma continua o batch. En ambos casos el aire circula rápidamente a temperaturas menores de -20°C .

El congelamiento de la pasta de camarón es importante para asegurar la calidad del producto. El método más apropiado es el de contacto por medio de un gas frío, ya que permite trabajar con recipientes de diversos tamaños y formas. Además, este método es más económico que los otros analizados.

G. Almacenamiento

El almacenamiento de la pasta de camarón es de vital importancia en el proceso, debido a que el producto final al igual que el camarón sin procesar se descomponen a temperatura ambiente. Para el almacenamiento es necesario un cuarto refrigerado.

X. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El camarón requerido para la elaboración de la pasta debe de ser fresco, por lo cual el proceso empieza con la recolección del camarón. La pesca se lleva a cabo utilizando redes que se introducen en los tanques o piscinas de cosecha, las redes capturan a los camarones sin distinción de tamaño, además de atrapar una gran cantidad de impurezas. Es por eso que previo a realizar cualquier proceso es necesario llevar a cabo una eliminación de impurezas y separación de tamaños del camarón, ya que estos son comercializados de acuerdo a este factor.

El camarón pulguilla que se ha separado de la cosecha es colocado en recipientes plásticos, los que son transportados hacia el área de procesamiento, es importante que no transcurra mucho tiempo entre la muerte del camarón y su procesamiento, ya que las enzimas y bacterias empiezan a descomponer las proteínas, lípidos y carbohidratos inmediatamente después de que este es sacrificado.

La carga de camarones se coloca en tanque de acero inoxidable, donde son lavados con abundante agua fresca para eliminar cualquier contaminante que este lleve presente tales como exoesqueleto (el camarón durante su crecimiento cambia varias veces de caparazón), residuos de alimentos, algas, etc. Es importante eliminar completamente cualquier elemento extraño, ya que el camarón es un producto bastante delicado, que se descompone fácil y rápidamente. Luego se decanta el agua de las piletas y utilizando una malla especial los camarones son extraídos de la pileta y son colocados en recipientes plásticos.

Los 100 kg. de camarón son llevados al área de pelado y devenado, en donde son alimentados a la máquina especialmente diseñada, y la cual separa la cabeza, caparazón y la cola. La máquina que se utiliza es una peladora tipo Johnsonn, que ha sido calibrada de acuerdo al tamaño promedio del camarón que se está utilizando.

Esta máquina remueve todas las partes no deseadas del camarón, incluyendo la vena principal. En la parte inferior de la máquina se recibe la carne de camarón que ha sido separada, la cual se coloca en recipientes plásticos, los que contienen hielo potable, es importante que los recipientes cuenten con tapadera para evitar contaminación. En otro extremo de la máquina son depositados los desechos. Luego del proceso de separación, se obtienen cerca de 60 kg. de carne de camarón.

Luego del proceso de pelado y devenado, es necesario realizar la primera molienda, para reducir la carne de camarón a cubos, esto es con el propósito de que la carne absorba mejor el sabor. Se utiliza un molino de cuchillas giratorias, el cual por las fuerzas de corte reduce el camarón a trozos de aproximadamente 15 mm. La carga de camarón se realiza por la parte superior, en una especie de embudo. En la parte inferior se reciben los trozos de camarón. En la parte inferior de la cámara del molino, se encuentra una especie de tamiz, el cual tiene aberturas del tamaño deseado del producto. Los 60 kg. de carne de camarón en trozos se colocan en recipientes plásticos, los cuales son transportados hacia los tanques de agitación, en los cuales la carne de camarón se lava con abundante agua potable fría (5°C) durante 5 minutos.

La carne de camarón, ya lavada se prepara en salmuera, esta se coloca junto con 3.2 lbs. de sal de praga o curación, 1.65 lbs. de polifosfatos, 1.65 lbs. de glutamato monosódico, 4 lbs de azúcar y 4.8 lbs. De sal, todo disuelto en 27 litros de agua potable. La cantidad de agua a utilizar es de un 30% con respecto al peso de la carne de camarón, es importante disolver los ingredientes en el orden en que están listados. Esta solución se impregna en la carne de camarón proporcionándole un sabor especial previo al proceso de cocción. La salmuera se deja reposar por unas 24 horas a baja temperatura (unos 5°C).

Transcurridas las 24 horas, la carne de camarón es llevada a cocción durante 30 minutos. Se coloca la salmuera en un tanque de 60 litros, el cual, es calentado por medio de vapor, el tanque cuenta con un mecanismo de agitación, pero este debe calibrarse para que la agitación no sea muy violenta, ya que durante la cocción se forma una nata, la cual le da al camarón un sabor desagradable. En este punto, es de vital importancia eliminar la nata que se produce, por lo que se le puede añadir un agente antiespuma o emulsificante, o retirar la nata conforme esta se forme utilizando una malla especial tipo colador.

Los 42 kg. de carne de camarón, ya cocida se escurre en un tamiz de acero inoxidable de unos 3 mm, y se colocan en un contenedor plástico, el cual previamente fue lavado con abundante agua caliente. Inmediatamente la masa de camarones es transportada hacia el área de molienda, en donde se le adiciona 35.2 lbs de grasa vegetal, 1.5 lbs de leche en polvo disueltas en 8 litros de agua y 0.22 libras de bisulfito de sodio (agente antidescomposición); estos ingredientes son mezclados y triturados para formar una pasta de consistencia uniforme. La molienda se lleva a cabo en un molino Contralplex de cámara ancha, que no posee un tamiz en el fondo, sino que el material triturado es recibido en un contenedor de plástico de 0.4 x 0.6 x 0.3 m con tapadera, el cual debe estar completamente limpio. El molino reduce la mezcla a una pasta de consistencia firme, la molienda se lleva a cabo durante 5 minutos.

La pasta de camarón es envasada en recipientes plásticos de 130 g., 300 g. y de 16 onzas. Luego de envasados son sometidos a un proceso de pasteurización por medio de vapor a 100°C durante 10 minutos.

Los recipientes son almacenados en un cuarto frío o refrigerador tipo industrial, el cual debe de estar a una temperatura menor de 5°C.

XI. EQUIPO

A continuación, se da una descripción detallada de la maquinaria y equipo, necesarios para producir 14,700 Kg de pasta de camarón al año, utilizando camarón pulguilla como materia prima. El material utilizado para la mayoría del equipo debe ser de acero inoxidable, ya que se requiere de un material que no se oxide o que contamine tanto la materia prima como el producto terminado.

A. Cosecha y separación de tamaños

1. **Recolección de la cosecha de camarón.** El camarón se extrae de los estanques de cultivo utilizando redes con aberturas de no menos de 25 mm. La cosecha es colocada en contenedores plásticos, los cuales pueden llevar hasta 50 Kg de camarones. Estos contenedores son transportados a la planta por medio de montacargas, los cuales pueden llevar hasta cinco contenedores apilados unos sobre otros. Los contenedores deben contar con tapadera, y deben ser llevados inmediatamente al área de procesamiento.

2. **Separación de tamaños.** En la planta, se procede a separar los camarones, de acuerdo a su tamaño, este proceso se lleva a cabo manualmente, se coloca la carga de camarones sobre una especie de mesas, las cuales están cubiertas de acero inoxidable. Las mesas tienen 5 metros de largo por 1 de ancho. Están construidas en forma de canaletas, con 15 cm de profundidad. Las mesas tienen un ángulo de inclinación de aproximadamente 20°, lo que permite que en la parte más baja de la misma se drene el agua que traía consigo la cosecha de camarones. Es necesario que cercano a las mesas de separación existan tomas de agua, provistas con mangueras especiales para poder llevar el proceso de lavado en las mismas mesas, previo a la separación de tamaños.

B. Lavado y pelado del camarón

1. Transporte a la planta procesadora. El camarón pulguilla que ha sido separado del resto de la cosecha, es llevado en contenedores plásticos hacia el área de proceso. Los contenedores pueden transportarse utilizando un montacargas, o por medio de un carrito de dimensiones apropiadas al tamaño de las cajas, Incluso puede ser transportado por una persona.

2. Pelado del camarón. El camarón se lleva al área de pelado, en donde son colocados en una maquina peladora tipo Johnsson, la cual debe ser calibrada de acuerdo al tamaño promedio del camarón pulguilla. Esta máquina opera en forma manual, por lo que al colocar la carga de camarones debe ser encendida. Estas máquinas se venden para diferentes tipos de cargas, por lo que se aconseja usar en este proyecto una que trabaje con un máximo de 150 Kg de camarón al día. Esta máquina además puede ser empleada para pelar camarones de otros tamaños, y no solamente los que se van a utilizar para preparar la pasta de camarón.

3. Lavado del camarón. El camarón se deposita en tanques de lavado, los cuales son de acero inoxidable y cuentan con una especie de canasta removible en su interior. El tanque es de 50 litros y tiene un ángulo de 30°, lo cual permite que este sea drenado fácilmente. La canasta removible es de acero inoxidable, aquí son lavados con abundante agua potable y fresca, tratando de eliminar al máximo las impurezas que los camarones traen consigo.

C. Procesamiento de la carne de camarón

1. **Salmuera.** El camarón pelado y lavado se coloca en un tanque de acero inoxidable de 50 litros, junto con agua potable, sal de praga, polifosfatos, glutamato monosódico, azúcar y sal. Partiendo de 100 kg. de camarón pulguilla entero, se obtienen cerca de 60 kg. de carne de camarón, por lo que se debe adicionar 18 litros de agua. Esta salmuera se deja durante 24 horas, lo que permite que el camarón absorba un sabor especial previo al proceso de cocción.

2. **Cocción.** En un tanque de 100 litros, el cual es calentado por vapor, se lleva a cabo el proceso de cocción de la mezcla de camarón preparada en salmuera. El proceso de cocción se lleva a cabo durante 30 minutos, es preciso utilizar una malla o colador de acero inoxidable para remover la nata que se forma durante el proceso.

D. Molienda

La carne de camarón ya cocida se mezcla con leche en polvo, grasa vegetal, agua y bisulfito de sodio y es llevada al molino tipo Contralpex de cámara ancha, el cual no sólo sirve para reducir el tamaño de los camarones, sino que permite formar una pasta de consistencia uniforme. La molienda se lleva a cabo durante 5 minutos, lo que permite la mezcla de todos los ingredientes.

E. Empaque

La pasta de camarón obtenida es empacada en recipientes plásticos con capacidad de 4 onzas. Este proceso se lleva a cabo en forma manual, colocando los envases en una balanza analítica y colocando la cantidad de pasta necesaria. Además, otra parte de la pasta es empacada en recipientes de 16 onzas. Los envases cerrados son pasterizados utilizando vapor a 100°C durante 10 minutos.

F. Esterilización

Para esterilizar el producto se utiliza un tanque a presión con capacidad de 25 litros. El tanque es de acero inoxidable y cuenta con una tapadera con empaque de hule, lo que permite cerrar el tanque a presión.

G. Almacenamiento

Se utiliza un refrigerador industrial de 15 ft³, de tipo horizontal. El cual cuenta con divisiones para poder apilar los envases. Este refrigerador alcanza temperaturas de hasta -10°C, lo cual es suficiente para almacenar el producto.

Tabla 3. Descripción de la maquinaria y equipo

Cantidad	Equipo	Costo (Q)
1	molino de cuchillas	25,000.00
1	molino Contralplex	32,000.00
1	peladora tipo Johnson	48,000.00
1	mesa con cubierta de acero inoxidable	3,500.00
2	tanques de acero inoxidable	10,000.00
1	pileta para lavado	7,500.00
1	refrigerador tipo industrial	45,000.00
1	tanque tipo Kettle	78,000.00
4	balanzas	12,000.00
1	calderín	15,000.00
1	montacargas	2,500.00
1	tanque esterilizador	8,500.00
50	recipientes plásticos de 20 litros	2,010.00
	Total	271,000.00

XII. TERRENOS Y EDIFICIOS

Debido a que la cantidad de pasta de camarón a producir es pequeña, no se requiere de una gran área para instalar la planta procesadora, la cual podría considerarse como un anexo a la planta camaronera ya existente. Debido a que la materia prima lo constituyen los subproductos de la camaronicultura, no es necesario considerar el área de cultivo de los camarones.

Las dimensiones del terreno necesario para colocar el equipo para procesar los camarones es de 480 metros cuadrados. No es necesario construir área de oficinas, estacionamientos, áreas verdes, etc. debido a que la pasta de camarón constituirá un producto adicional a los ya ofrecidos por la empresa, por lo que solo se necesita construir el área de procesamiento.

La bodega de materia prima no es necesaria, ya que el camarón que es cosechado debe de ser procesado inmediatamente después de haber sido sacrificado. Se debe contar con un espacio para los materiales auxiliares como sal, azúcar, etc. el cual debe ser un espacio seco y fresco para evitar que estos productos se descompongan.

La bodega de producto terminado es de vital importancia, ya que la pasta de camarón es un producto que debe almacenarse a bajas temperaturas para que no sufra descomposición. Esta debe contar con un sistema de enfriamiento, de tal forma que la temperatura no sea mayor a los 5° C, en si la bodega de producto terminado es un cuarto refrigerado.

Se debe construir además una especie de galera cerrada y techada en la cual se colocarán dos depósitos de agua de 1100 galones cada uno, esto con el propósito de garantizar el suministro de agua potable durante todo el tiempo.

El área de procesamiento es un edificio de concreto, completamente cerrado y debe contar con iluminación suficiente, con ventanas grandes las cuales deben de permanecer cerradas y contar con una malla o cedazo que impida la entrada de insectos. Para contar con la temperatura adecuada es necesario colocar un sistema de aire acondicionado.

Tabla 4. Distribución del terreno de la fábrica

Distribución	Área (m²)
Área de producción	300
Bodega de almacenamiento	16
Depósitos de agua	64
Laboratorio de control de calidad	30
Tratamiento de agua	40
Servicios sanitarios	30
Total	480

Es necesario además colocar un área que cuente con servicios sanitarios, duchas y vestidores en las cercanías de la planta de procesamiento.

Se debe construir además un sistema de drenajes, los cuales deben de ir dirigidos hacia las lagunas de crecimiento de los camarones, teniendo especial cuidado en no contaminar el agua.

XIII. MATERIA PRIMA Y SERVICIOS AUXILIARES

A. Sistema de operación

La forma de operación de la planta será discontinua o batch, ya que la extracción o cultivo de los camarones no es una actividad continua. La producción anual de pasta de camarón es de un máximo de 24,200 kg/anales, de los cuales 5,000 kg son empacados en recipientes de 16 onzas para su distribución y consumo en hoteles y/o restaurantes del país y los 19,200 kg restantes son empacados en recipientes de 140 g y 300 g para su comercialización en Guatemala y el extranjero.

B. Materia prima

La materia prima lo constituye en su mayoría (70%) el camarón pulguilla. Para elaborar la pasta además se requiere de otros productos que se detallan a continuación.

Tabla 5. Materia prima para operar durante un año

Materia prima	Cantidad/año
Camarón	10,000 kg .
Sal de curación	146 kg .
Glutamato monosódico	75 kg .
Azúcar	190 kg .
Sal de mesa	220 kg .
Grasa vegetal	1600 Kg
Leche en polvo	700 Kg
Polifosfatos	75 Kg
Bisulfito de sodio	10.00 kg

C. Servicios auxiliares

1. **Agua.** Es un elemento de vital importancia para la elaboración de la pasta de camarón. Esta debe ser purificada antes de ser utilizada, en ciertas partes del proceso se requiere que esta sea enfriada y hasta congelada. Al año se requiere de 48,000 m³ de agua al año.

2. **Energía eléctrica.** Se requiere tanto para operar la maquinaria como para el sistema de aire acondicionado y la fabricación de hielo, lo cual consume 100 kw/h diariamente o 160,000 Kw/h anualmente.

3. **Vapor.** Los requerimientos anuales de vapor son de 9,680 kg. Los cuales sirven para la cocción de la pasta de camarón y el proceso de pasterización.

4. **Diesel.** Se requiere para operar las bombas, unos 100 galones anualmente.

D. Personal.

Para la operación de la planta se requiere del siguiente personal con los sueldos anuales detallados a continuación:

Tabla 6. Descripción de puestos y salarios

Cantidad	Puesto	Salario anual
1	Supervisor de producción	Q 60,000.00
1	Supervisor de control de calidad	Q 49,000.00
4	Obreros	Q 25,200,00
	Total	Q134,200.00

Las funciones a desempeñar por el supervisor de producción es una especie de gerencia técnica, que vela por el buen funcionamiento de la planta, así como informar a la gerencia general de la camaronera de las actividades realizadas.

El supervisor de control de calidad es el encargado de analizar la calidad del producto que se pondrá en el mercado. Los cuatro obreros se encargarán de llevar a cabo los servicios generales como transporte, almacenamiento, etc. Los obreros estarán en contacto directo con la maquinaria y equipo a utilizar.

XIV. ESTUDIO ECONÓMICO

A. ESTIMACIÓN DE COSTES.

El estudio económico se lleva a cabo para una planta procesadora de pasta (paté) de camarón con una capacidad de 240 Kg al día o 24,200 Kg al año. Este estudio contempla tanto las inversiones necesarias para el establecimiento y puesta en marcha de la fábrica, así como los gastos que se tendrán durante el primer año de explotación, además de los cálculos para determinar la rentabilidad del proyecto.

Los cálculos se llevan a cabo para una planta que se establecería en el departamento de Retalhuleu, el cual últimamente ha tenido un repunte económico. Esta región cuenta con todos los servicios básicos necesarios tales como agua, energía eléctrica, materia prima, transporte los cuales son indispensables para el buen desarrollo de una empresa industrial de este tipo.

A partir de estimaciones de costos de equipo, edificios, mano de obra, etc., se calcula que la inversión total es de unos Q1,682,831.00. Además, el capital necesario para la explotación de la fábrica durante un año es de Q 95,831.00 Al cabo de un año de operación y con la fábrica trabajando a un 60% de su capacidad nominal se estima que se obtendrá un ingreso de Q680,800.00, lo cual equivale al 40.4% del total del capital invertido. Esto nos indica que al cabo de 30 meses se obtendrán beneficios.

Es muy importante la tasa de crecimiento del mercado y la participación de la empresa dentro del mismo. Según el Boston Consulting Group, para que una empresa sea rentable debe de compartir al menos el 10% del mercado, pero si no existen competidores cualquier porcentaje dentro del mercado es bueno.

Los gastos en que incurre la fábrica pueden dividirse en dos: gastos de implementación y puesta en marcha del proyecto y los gastos que se dan al empezar a operar y producir pasta de camarón.

B. INVERSIÓN TOTAL

La inversión total está constituida por la sumatoria de todos los costos a los que se recurren para la implementación y puesta en marcha del proyecto; la cual asciende a Q880,350.00 La inversión total está compuesta por: inversión fija, inversión diferida y capital de trabajo.

1. inversión fija. La inversión fija representa los costos necesarios para construir la planta, según los cálculos realizados estos gastos asciende a Q689,750.00. La inversión fija constituye el gasto más fuerte de la inversión total, ya que representa el 78.3% de la misma. La inversión fija está compuesta por los costos de: edificios y terrenos, maquinaria y equipo, instalación de servicios auxiliares (agua, luz eléctrica, drenajes), vehículos, equipo de oficina. Para calcular el costo total de la maquinaria y equipo es necesario considerar no sólo el costo de este en el mercado, sino que hay que agregarle costos de iniciación, ya que las máquinas no están aisladas, sino que va a ser necesario conectarlas unas con otras o conectarlas a los servicios de agua o energía eléctrica, para lo cual se necesitan accesorios, a los cuales no se les calcula su valor al estimar el costo de la maquinaria y equipo. Estos serían considerados como gastos de ingeniería y diseño, e incluyen los costos de válvulas, tuberías, perforación de pozos, instalación de equipo eléctrico como ventiladores, intercomunicadores, etc.

Tabla 7. Gastos de inversión fija

Rubro	Monto
Maquinaria y equipo	Q465,000.00
Edificación (15% del costo del equipo)	Q69,750.00
Gastos de Iniciación	Q30,000.00
Instalación de servicios auxiliares	Q17,000.00
Electricidad	Q18,000.00
Terreno	Q75,000.00
Equipo de conexión	Q15,000.00
Total	Q 689,750.00

2. Inversión diferida. La inversión diferida la constituye los gastos de la puesta en marcha y los gastos de ingeniería. El rubro más importante de esta inversión es la puesta en marcha de la maquinaria y equipo, ya que por regla general el equipo no va a funcionar bien desde la primera vez, sino que van a ser necesarios algunos ajustes. La inversión diferida representa el 16.1% de la inversión total.

Tabla 8. Gastos de inversión diferida

Rubro	Monto
Puesta en marcha	Q100,000.00
Gastos generales	Q22,000.00
Ingeniería y supervisión	Q20,000.00
Total	Q142,000.00

3. Capital de trabajo. Es la cantidad de dinero necesaria para poder producir pasta de camarón, representa el 5.6% de la inversión total e incluye el costo de la materia prima y los gastos que se requieren para poder comercializar el producto y promocionarlo en el mercado para darlo a conocer a los consumidores.

Tabla 9. Descripción del capital de trabajo

Rubro	Monto
Inventario de materia prima	Q5,000.00
Inventario de producto terminado	Q15,000.00
Caja chica	Q10,000.00
Combustible	Q7,200.00
Créditos	Q12,000.00
Total	Q49,200.00

C. GASTOS DE OPERACIÓN Y PRODUCCIÓN.

Son los gastos que se dan cuando la fábrica ya está instalada y ya se puede operar para producir pasta de camarón, ya que es necesario capital para adquirir la materia prima y los materiales auxiliares. Además, se debe pagar la mano de obra, los servicios de agua y energía eléctrica. Los gastos de operación ascienden a Q.602,548.00.

1. Materias primas y auxiliares. Es el más importante de todos, ya que sin materia prima no se puede producir. En estos gastos se incluyen los costos de materia prima, materiales auxiliares, material de empaque. Estos ascienden a Q.139,198.00. y representa el 23.1 % del total de costos operacionales.

Tabla 10. Costo de materias primas y auxiliares

Rubro	Monto
Materia prima	Q70,000.00
Material de empaque	Q28,000.00
Materiales auxiliares	Q41,198.00
Total	Q139,198.00

2. Servicios auxiliares. Constituye todos los gastos que están directamente relacionados con la producción de la pasta de camarón, incluye mano de obra, pago de energía eléctrica, agua potable, combustibles. Estos gastos representan el 50.4% de los gastos operacionales.

Tabla 11. Costos de servicios auxiliares

Rubro	Monto
Mano de obra directa	Q119,000.00
Prestaciones (41.16% de salario anual)	Q47,600.00
Energía eléctrica	Q75,000.00
Agua potable	Q5,500.00
Combustible	Q25,000.00
Depreciación de maquinaria (10% al año)	Q12,000.00
Depreciación de edificios (10% al año)	Q7,500.00
Depreciación de vehículos (20% al año)	Q12,300.00
Total	Q303,900.00

3. Gastos administrativos y promocionales. Son todos los gastos que no están directamente relacionados con la producción de la pasta, pero que son necesarios para que ésta exista y sobreviva. Incluye los salarios del personal administrativo, prestaciones de ley, seguros, gastos de ventas y promoción, representan el 26.5% del total de gastos operacionales.

Tabla 12. Costos detallados de los gastos administrativos

Rubro	Monto
Mano de obra directa	Q65,000.00
Prestaciones (41.16 % de salario anual)	Q26,000.00
Gastos generales	Q7,500.00
Gastos de ventas (Q.2.50/Kg.)	Q36,300.00
Seguros (1% de la inversión de la planta)	Q4,650.00
Publicidad	Q20,000.00
Total	Q159,000.00

D. INGRESOS

Los ingresos representan la cantidad de dinero que se obtiene al comercializar la pasta de camarón. Estos se calculan a partir de la cantidad de producto que se estima vender durante cierto período de tiempo. Para determinar los ingresos que proporciona el proyecto se utiliza el hecho de que la producción durante el primer año de operaciones se estima sea del 60% de la capacidad máxima de trabajo. Aunque la planta está diseñada para trabajar a cierta capacidad, se necesitan de unos 5 a 7 años para alcanzar un 90 o 95% de esta capacidad.

También debe considerarse que el precio de la pasta de camarón en el mercado no será estacionario, y se estima que el precio se incrementará en un 5% cada año (basándose en las tasas de inflación del país en los últimos 5 años).

Tabla 13. Beneficios estimados durante el primer año de operaciones

Ventas estimadas de producto	Q. 705,600.00
Costos de operación	Q. -602,548.00
Utilidades estimadas	Q. 103,052.00

Las utilidades representan el 26.5% del total de capital invertido en el proyecto.

E. RENTABILIDAD

La rentabilidad del proyecto se calcula utilizando la fórmula de la tasa interna de retorno (TIR), para este caso es de 39.80%, por medio de un método de prueba y error. La interpretación de este valor es que, si se utiliza esta tasa de interés y se descuentan los flujos de fondos, se obtendrá un valor presente neto de cero.

F. RECUPERACIÓN DEL CAPITAL

Se realizan los cálculos para estimar el tiempo necesario para recuperar el capital invertido y empezar a obtener utilidades del proyecto. Esto es de vital importancia, ya que para tener la disposición de invertir en un proyecto se hace necesario saber cuándo se tendrán beneficios y se recuperará el capital que se puso en el mismo. Para determinar el tiempo en el cual se recupera la inversión se usó la fórmula de pay-out time (POT), en la que este tiempo debe coincidir con el punto de equilibrio.

El punto de equilibrio se da cuando no se tienen ni pérdidas ni ganancias. Para este proyecto se encontró que el punto de equilibrio se obtiene al vender Q Q21572,500, que corresponde a 2 años y medio de trabajo. Utilizando la fórmula de POT se determinó que luego de 2.51 años de trabajo se recupera el capital invertido, que coincide con lo encontrado con la fórmula del punto de equilibrio. Este período de tiempo es razonablemente bajo, lo que hace atractiva la inversión.

XV. DISCUSIÓN

La planta procesadora de pasta de camarón expuesta en este estudio reúne todas las condiciones para considerarla factible de implementar en el país. La disponibilidad de materia prima está asegurada, ya que últimamente ha habido un incremento en el número de empresas que se dedican a la acuicultura, en especial la camaronicultura, además con las nuevas técnicas desarrolladas para el cultivo de camarones, se pueden obtener cosechas durante todo el año, y no sólo durante determinados períodos de tiempo como ocurría anteriormente. A pesar de los problemas que se dieron en el cultivo de camarones durante el año 1998, con el virus de Taura que causó la pérdida de las cosechas de camarón y la quiebra de algunas empresas dedicadas a este negocio; este año son varias las empresas que han recuperado su ritmo de producción y otras que han entrado en el medio.

Uno de los puntos más importantes de este proyecto es que como materia prima se utilizará el camarón de menor valor económico para una granja camaronera, el camarón pulguilla, para transformarlo en un producto considerado de lujo en el mercado nacional. Existen varias alternativas de uso para este camarón, tales como venderlo para ser usado en ceviches o para concentrado de animales, deshidratarlo, o convertirlo en paté de camarón. De estas tres alternativas, la más rentable es esta última, ya que requiere de menor tecnología que por ejemplo el deshidratado. Por otra parte, comercializar el camarón pulguilla directamente no es económicamente rentable, ya que el precio que por este se paga en el mercado es muy bajo, además de que son pocos los comerciantes interesados en adquirir este producto.

El factor más importante para tener asegurada la disponibilidad de materia prima es el agua. El agua necesaria para el crecimiento y buen desarrollo de los camarones debe tener una temperatura mayor de 20°C y poseer una salinidad de alrededor de 25 partes por mil.

Se debe evitar al máximo la contaminación, ya que los camarones son organismos muy delicados. Además de utilizarse el agua para el crecimiento de los camarones, esta se necesita durante todo el proceso de fabricación de la pasta y debe estar purificada para evitar la contaminación del producto final. En diversas partes del proceso es necesario utilizar hielo, el cual debe estar fabricado con agua potable, por lo que, para un mejor control de la calidad del mismo, se recomienda que este sea fabricado en la planta, para asegurarse de su pureza; además de que probablemente resulte más económico. La energía eléctrica es otro factor de vital importancia durante todo el proceso, se puede considerar que no existe ningún problema en su suministro, debido a que existe un buen desarrollo de las obras públicas en el lugar.

La planta procesadora se localizaría en el departamento de Retalhuleu, dentro de la misma área de una planta camaronícola ya existente. La construcción de la planta procesadora se llevaría a cabo dentro de los mismos terrenos de la granja camaronícola; por dos razones de gran importancia. En primer lugar, el transporte de la materia prima hacia la planta procesadora se llevaría a cabo rápidamente, garantizándose de esta forma la calidad de los camarones. En segundo lugar, se reducirían los costos, ya que para transportar los camarones no sería necesario utilizar algún tipo de vehículo con sistema especial de enfriado, además de que el mismo personal que labora en el área de cultivo podría ser empleado en el área de proceso. En este caso se debe capacitar al personal para que apliquen buenas prácticas de manufactura e incentivarlos con un aumento de sueldo.

Este lugar presenta la ventaja de que las vías de comunicación que van de Retalhuleu hacia la capital y otros puntos comerciales importantes del país se encuentran en óptimas condiciones y están siempre en constante mantenimiento, debido a que en esta área se localizan grandes industrias y centros de recreación; por lo que se garantiza un excelente medio para la distribución del producto. Además, la planta se encuentra cercana a uno de los puertos marítimos más importantes del país, en caso de que se requiera de la exportación del producto vía marítima.

A pesar de que en Escuintla se encuentra una concentración grande de granjas camaronícolas, es preferible construir la planta en Retalhuleu; esto debido a que el departamento de Escuintla se encuentra saturado de empresas, tanto de las que se dedican a la industria como las que se dedican al entretenimiento. Esto hace que el ambiente en esta área se encuentre contaminado y reduce las posibilidades de expansión. Además, al construir la planta en lugares lejanos al círculo industrial del país, genera empleos en lugares donde estos están limitados a la agricultura, lo cual frena un poco la migración de la población de estas áreas hacia los centros urbanos.

El factor más importante a vencer es el del mercado, pues, gran parte de la población prefiere el producto importado al producto nacional. Debido a que el consumo de pasta o paté de camarón en Guatemala no está generalizado, será necesaria una buena campaña promocional para poder atraer la atención de las personas que consumen pastas importados además de atraer a personas que jamás han consumido este tipo de productos. Como punto a favor del nuevo producto es que su precio sería significativamente menor que el precio de los importados, lo cual probablemente permitirá un mayor consumo en el mercado nacional.

En este estudio se trata de implementar una tecnología de lo más sencilla posible, con el propósito de reducir el capital necesario para invertir en el proyecto. De esta forma se estima que el total del capital invertido en la construcción y puesta en marcha de la planta se estará recuperando en un plazo de 30 meses (2 años y medio), lo cual puede resultar interesante para algún inversionista. Se realizó un análisis de las alternativas tecnológicas disponibles, y se escogió las que a criterio representan las formas más sencillas y económicas de llevar a cabo el proceso. Se escogió como material de empaque recipientes plásticos con tapadera, pero en un futuro y dependiendo de los resultados que se obtengan se puede pensar en adquirir un sistema que empaque el material en envases tetrapack, los cuales le darán más vida al producto ya que este proceso se lleva a cabo al vacío.

Basándose en los datos económicos del país, se estableció un ciclo de vida de unos 15 años para la planta, período durante el cual se obtendrán buenos beneficios. Utilizando el método de la tasa interna de retorno (TIR), se estimó la rentabilidad del proyecto con el tiempo, la cual resulto ser de 39.80%, la cual es una tasa bastante aceptable, ya que se encuentra por arriba de las tasas de interés que ofrecen los bancos nacionales. Se calculó además el tiempo en el cual se recupera la inversión, encontrándose que en un plazo de 2 años y medio se empezaría a obtener beneficios de la planta. Utilizando la fórmula del punto de equilibrio se encontró este se alcanza al producir 37,000 kg de pasta de camarón, es decir cuando se obtienen ingresos por Q2,572,500, lo que equivale a aproximadamente 2.5 años de trabajo.

XVI. CONCLUSIONES

1. La implementación de una planta procesadora de pasta de camarón es un proyecto teóricamente rentable, que convertiría materia prima de escaso valor económico como lo es el camarón pulguilla en un producto de gran valor en el mercado, del cual se obtendrían beneficios a corto plazo.
2. La ubicación de la planta en el departamento de Retalhuleu genera nuevas fuentes de trabajo en esa área, además de descentralizar el eje industrial de Guatemala, el cual está localizado en la ciudad capital y sus alrededores.
3. El capital necesario para invertir en este proyecto asciende a Q850,700.00, el cual es relativamente bajo.
4. Los mayores obstáculos a vencer con este proyecto son el atraer a personas que nunca han consumido pastas de camarón y tratar de ganar a los consumidores que adquieren productos similares importados.
5. La tasa interna de retorno para este proyecto es de 39.80%, la cual nos indica que este es bastante rentable y que el capital invertido se recupera en un plazo no mayor de 2 años y medio.
6. La pasta de camarón se pondrá al mercado a un precio de Q70.00/kg de producto, valor que es significativamente menor al de productos similares provenientes del extranjero.

XVII. RECOMENDACIONES

- 1.** Experimentar con otros ingredientes para elaborar la pasta de camarón, adicionándole otro tipo de saborizantes o especias tales como cebolla, ajo, chile picante, etc; con lo cual se logrará ofrecer al consumidor una mayor variedad de la pasta de camarón, lo que puede repercutir en el nivel de aceptación y venta del producto.
- 2.** La compra de una planta generadora de energía, para utilizarla en caso de alguna emergencia; ya que los camarones se descomponen a temperatura ambiente, se debe de contar con el equipo necesario en caso existan problemas en el suministro de energía eléctrica.
- 3.** Realizar un estudio más detallado del mercado potencial de la pasta de camarón para determinar la factibilidad de poner en marcha la planta procesadora.
- 4.** La compra de un equipo de congelamiento rápido, para proporcionarle mayor vida a la pasta o paté de camarón.
- 5.** Fabricar en la planta el hielo necesario durante todo el proceso, ya que de esta forma se garantiza la pureza del mismo, así como se logra la reducción de los costos.
- 6.** Adquirir un sistema de purificación, para garantizar la pureza del agua que se utiliza para la elaboración de la pasta de camarón.

7. Ubicar la planta en el departamento de Retalhuleu, ya que este lugar ofrece las mejores condiciones tanto para el buen crecimiento y desarrollo de los camarones, como para la buena implementación del proyecto, debido a la lejanía de este lugar de los centros urbanos, se reducen los riesgos de contaminación ambiental que tan peligrosos son para la acuicultura.
8. Invertir en este proyecto, ya que según el estudio realizado este es muy rentable, ya que permite la recuperación del capital invertido en un corto plazo de tiempo, además de que este proyecto traería consigo un sinnúmero de beneficios, tanto para el inversionista como para el país, ya que no solo se produciría un producto que hasta el momento se fabrica en países desarrollados, sino que permitiría comercializar este en el extranjero, lo cual implica divisas extras para Guatemala.
9. Alimentar a los camarones de cultivo con un concentrado en forma de pellet extruído, con lo cual se reducen las pérdidas de alimentos en el agua, así como se asegura una buena digestibilidad de los camarones.
10. Llevar a cabo un estudio más riguroso sobre otros tipos de material de empaque y la utilización de vacío para llevar a cabo este proceso, con el propósito de aumentar el nivel de vida de la pasta de camarón.
11. Utilizar un equipo de transferencia de calor al vacío, para reducir el tiempo de cocción de los camarones, lo cual podría significar un mejor sabor de la pasta de camarón.

XVIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Aquasol. 1999. What is Aquaculture. <http://www.aquasol/ec>
2. Brennan, J. G. et. al. *Food Engineering Operations*. Elsevier Publication Co., Ltd., Essex, England. 1990
3. CYTED-D. 1992. *Larvicultura de camarones peneidos. Producción de postlarva, cultivo y evaluación de microorganismos como alimento*. Vol 1 y 2. Programa Interamericano de Ciencia y Tecnología para el subdesarrollo (CYTED-D). Subprograma II Acuicultura.
4. Consolidación y relanzamiento de la acuicultura en América. <http://www.cap.caan.es/planpro6.html>
5. Cortéz, G. 1997. *Estudio de factibilidad para instalar una fábrica dealmidón a partir de la raíz de malanga (Colocasia esculenta.)* Tesis de la Universidad del Valle de Guatemala.
6. Desrosier, N. 1987. *Elementos de Tecnología de Alimentos*. México: Compañía Editorial Continental S.A.
7. Erdogdu, Ferruh. 1997. *Modeling of Temperature Distribution in Shrimp, and Measurement of its Effects on Texture, Shrinkage and Yield Loss*. www.FerruhErdogdu.com
8. Fao.1998. *Pesca y Acuicultura por países (Guatemala)*. <http://www.Fao.org/waicent/faoinfo/fishery/trends/aqtrends/major.htm>.
9. Líneas de Investigación Departamento de Acuicultura. <http://www.Allub.com/usuarios/falke.html>.
10. *Reuso en la acuicultura de las aguas residuales*. <http://200-10.250.34/eswww/fulltext/repind53/raa/raa.html>
11. Turcios, J. 1997. *Evaluación y formulación de una pasta de camarón pulguilla (Penaeus sp)*. Tesis de la Universidad del Valle de Guatemala.
12. What is Aquiculture. 1998. <http://www.fishfarming.com/main.html>
Shrimp growers of America.

XIX. APÉNDICES

APÉNDICE A

DATOS GENERALES SOBRE EL CAMARÓN PULGUILLA Y PASTA DE CAMARÓN Tabla 14. Caracterización del camarón pulguilla

Muestra	Peso (g) entero	Peso (g) Cabeza	Peso (g) patas y cola	Peso (g) Comestible
1	3.1350	0.6519	0.4460	2.0371
2	2.8880	0.5560	0.2728	2.0592
3	2.5873	0.4951	0.4822	1.6100
4	2.9597	0.5886	0.3906	1.9805
5	3.3142	1.2284	0.5513	1.5345
6	4.3327	0.8007	0.5716	2.9604
7	2.9534	0.7672	0.3949	1.7913
8	3.2664	0.9754	0.3810	2.2910
9	3.4451	1.0252	0.2749	2.1450
10	2.6633	0.7791	0.3943	1.4899
11	3.0066	0.7406	0.3266	1.9394
12	3.7023	1.1044	0.4721	2.1258
13	3.1586	0.9129	0.5959	1.6498
14	3.1008	0.9390	0.3877	1.8741
15	3.4873	0.8661	0.3935	2.2277
16	3.5356	0.9678	0.3723	2.1955
17	2.2136	0.6186	0.3708	1.2242
18	3.3086	0.9382	0.3407	2.0297
19	3.9958	1.1724	0.6053	2.8234
20	3.7628	1.0953	0.3750	2.2925
21	2.7251	0.8291	0.4736	1.4224
22	3.2727	0.9540	0.3006	2.0181
23	2.8354	0.9084	0.3164	1.6106
24	3.3626	0.9890	0.4114	1.9622
25	3.2141	0.8957	0.2880	2.0304
X	3.2091±0.46	0.8680± 0.19	0.4076±0.10	1.9730±0.39
R	2.2136-4.3327	0.4951-1.2284	0.2728-0.6053	1.2242-2.9604
%	100	27.05	12.70	60.25

Fuente: Turcios, 1997

Tabla 15. Caracterización del tamaño camarón pulguilla

Muestra	Largo (cm)
1	8.5
2	8.4
3	8.2
4	8.6
5	9.6
6	8.7
7	8.6
8	7.9
9	8.2
10	8.4
11	9.0
12	8.5
13	8.4
14	8.4
15	8.9
16	7.6
17	8.5
18	9.2
19	9.2
20	8.0
21	8.3
22	8.3
23	8.5
24	8.9
25	8.6
X	8.5 ±0.43
R	7.6-9.6

Fuente: Turcios, 1997

Tabla 16. Composición de camarón pulguilla

Compuesto	Porcentaje
Carne de camarón	68
Grasa vegetal	16
Agua	8.0
Leche en polvo	7.0
Sal de mesa	2.5
Azúcar	1.3
Sal de curación (praga)	1.0
Polifosfatos (accord)	0.5
Glutamato monosódico	0.5

Fuente : Turcios, 1997

APÉNDICE B

DATOS DE LA INDUSTRIA CAMARONERA EN GUATEMALA

Tabla 17. Datos de comercio de productos pesqueros

	Millones de US\$
Valor bruto de la producción pesquera (valor nominal de desembarque estimado):	US\$ 15 millones
Valor de las importaciones (1996)	US\$ 4,0 millones
Valor de las exportaciones (1996)	US\$ 23,9 millones

Fuente: Resumen informativo sobre la pesca por países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Rev 4. FID/CD/ GUAT Enero 1996.

Tabla 18. Balance de productos (año 1993)

	Producción	Importaciones	Exportaciones	Total	Consumo
Mariscos	Miles de toneladas de peso vivo				Kg. / año
Para la alimentación	8.2	2.9	6.9	4.2	0.5
Para piensos y otros afines	--	7.5		7.5	

Fuente: Resumen informativo sobre la pesca por países. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Rev 4. FID/CD/ GUAT Enero 1996.

Tabla 19. Exportaciones de camarón realizadas (FOB) en 1999 (en miles de dólares)

	Totales	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Camarón	10,267.90	2,805.20	2,260.80	1,217.90	1,245.90	958.70	1,779.40

Fuente: Pólizas y formularios aduaneros recibidos de las aduanas.

APÉNDICE C

CÁLCULOS REALIZADOS PARA LLEVAR A CABO EL ESTUDIO ECONÓMICO

Flujo de caja

El flujo de caja es generado por una sobre inversión del tiempo de vida estimado del proyecto.

$$C = P_N + D$$

Donde

P_N = Beneficios netos (descontando los impuestos)

D = Depreciación

Estos valores pueden ser positivos o negativos.

Flujo de fondos

Por medio de un método de prueba y error se determinó la tasa de interés que hace cero

Se utilizó la fórmula:

$$F_d = \frac{1}{(1+i)^n}$$

para la cual:

F_d = factor de descuento

i = tasa de interés

n = año en el que se hace el descuento

Tiempo de recuperación del capital invertido

También conocido como pay-out time (pot) se calcula utilizando el valor de la tasa interna de retorno (TIR)

$$\text{pot} = \frac{1}{TIR}$$

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{n=1}^N \frac{C_n}{(1+r)^n} = 0$$

I_0 = Inversión inicial.

C_n = Flujo de caja o de beneficios generados por la inversión en cada periodo.

N = Número total de periodos.

n = Año en el que se van obteniendo los beneficios de cada periodo.

r = TIR

Punto de equilibrio

Se utiliza la fórmula

$$\text{p.e.} = \frac{cf}{1 - \frac{cv}{vt}}$$

donde:

p.e. = punto de equilibrio

cf = costos fijos totales

cv = costos variables

vt = ventas totales

APÉNDICE D

COSTOS DE MATERIAS PRIMAS Y DE EMPAQUE

Tabla 20. Costos detallados de materias primas y auxiliares para operar durante un año

Material	Cantidad Kg	Costo/kg	Costo Total
Camarón	10,000	7	70000.00
Sal de curación	146	14	2044.00
Glutamato monosódico	75	16	1200.00
Azúcar	190	3.5	665.00
Sal de mesa	220	1.2	264.00
Grasa vegetal	1600	8	12800.00
Leche en polvo	700	32	22400.00
Polifosfatos	75	22	1650.00
Bisulfito de sodio	10	17.5	175.00
Costo total			111,198.00

Tabla 21. Costos detallados de materiales de empaque

Material	Cantidad	Costo Total
Envase plástico de 130 g	10,000	10,000.00
Envase plástico de 300 g	2,500	3,250.00
Envase plástico de 16 onzas	250	325.00
Cajas de cartón	500	1,750.00
Total		15,325.00

APÉNDICE E

DATOS ECONÓMICOS Y GENERALES DE GUATEMALA

Tabla 22. Datos generales de Guatemala

Superficie	108 889 km ²
Plataforma continental (hasta 200 m)	16 800 km ²
Longitud de costa	403 km
Población (1992)	9 745 000 habitantes
PIB (1992)	US\$ 9 045 millones
Gastos de consumo privado por habitante (1992)	US\$ 710
PBI agrícola (1992)	US\$ 2 293 millones

Fuente: Base de datos FAO

Tabla 23. Crecimiento económico (1993 - 1997)

Año	Crecimiento
1993	3.9 por ciento
1994	4.0 por ciento
1995	4.9 por ciento
1996	3.0 por ciento
1997	4.1 por ciento

Fuente: Banco de Guatemala, 1998

Tabla 24. Tipo de cambio (1993-1999) Quetzales por 1 US Dólar

Año	Tipo de cambio
1993	5.80
1994	5.64
1995	6.00
1996	6.00
1997	6.15
1998	6.75
1999	7.35

Fuente: Banco de Guatemala, 1998

Tabla 25. Ritmo inflacionario, años 1995-1999

	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	9.32	9.76	10.80	7.29	6.29
Febrero	7.94	10.83	12.66	5.45	5.17
Marzo	7.84	11.48	11.51	6.11	3.99
Abril	7.39	11.95	10.13	6.94	3.47
Mayo	8.12	11.02	9.61	7.32	3.73
Junio	9.15	10.34	8.97	7.43	4.22
Julio	8.89	11.60	7.98	7.27	5.22
Agosto	8.25	12.03	8.05	6.31	
Septiembre	8.13	11.77	8.33	5.49	
Octubre	8.69	10.64	8.48	4.97	
Noviembre	8.57	10.44	7.66	7.35	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Banco de Guatemala. Departamento de Estadísticas Económicas. Sección de Estadísticas Cambiarias.

APÉNDICE F

POLÍTICAS SALARIALES Y LABORALES DE GUATEMALA

Tabla 26. Beneficios salariales

Beneficio	Descripción detallada del beneficio	Porcentaje (%)
Séptimo día	Bono de completación de la semana laboral	16.67
Asuetos	12 días por año	3.84
Vacaciones	15 días de trabajo por año	4.80
Bono 14	1 mes de salario	8.33
Aguinaldo	1 mes de salario	8.33
IRTRA	Contribución del patrono	1.00
Seguro social	Contribución del patrono	10.00
INTECAP	Contribución del patrono	1.00
Indemnización	1 mes por cada año trabajado	8.33
Total		62.30

Fuente: Guatemalan Development Foundation, 1998 – 1999.

Tabla 27. Políticas laborales

Semana estándar	
Jornada diurna	44 horas
Jornada nocturna	36 horas
Maternidad	84 días
Salarios mínimos	
Construcción	US\$3.07
Comercio	US\$3.38
Agricultura	US\$3.38
especializado	US\$6.00

Fuente: Guatemalan Development Foundation, 1998 – 1999.

APÉNDICE G

CARACTERÍSTICAS DE LA INDUSTRIA PESQUERA EN GUATEMALA

A. Aspectos generales

La actividad pesquera marítima se lleva a cabo en las plataformas continentales del Pacífico y del Atlántico, especialmente en la primera. En el Atlántico se realiza solamente pesca artesanal, principalmente en la bahía de Amatique y en aguas interiores en cuerpos de agua y lagos como el Amatitlán, Atitlán, Chixoy, Izabal y Petén.

Las principales categorías de la actividad pesquera en Guatemala comprenden: la pesca industrial de camarón, denominada de gran escala; la artesanal avanzada o de mediana escala y la artesanal de pequeña escala y de subsistencia. Los principales recursos están compuestos por crustáceos (camarones, camaroncillos y langosta).

B. Utilización de las capturas

La producción Se destina fundamentalmente al mercado exterior (camarón, tiburón y pargo). La producción de la pesca artesanal abastece principalmente al mercado interno. Tanto el pescado como el camarón que son procesados en el país, son de origen nacional y provienen, además de las capturas realizadas por la flota que opera en el Océano Pacífico, de las cosechas de camarón cultivado en estanques. Los camarones y camaroncillo que desembarca la flota industrial son destinados a ser procesados para su exportación principalmente al de los Estados Unidos, del cual se han adoptado sus normas de proceso y calidad, y en menor medida, al Japón. Una parte del pescado capturado por esta flota es exportado por comerciantes independientes.

En 1991 eran ocho las plantas procesadoras de productos pesqueros en Guatemala, localizadas en diferentes puntos de la costa sur y en la ciudad, todas son de capital privado organizadas en sociedades anónimas (2) y en individuales (6). Existen empresas integradas verticalmente desde la extracción, hasta el embarque para la exportación. Cuentan con medios de captura apropiados, personal a bordo capacitado, infraestructura en tierra, transporte frigorífico, varaderos para servicios de mantenimiento y reparaciones y bodegas con repuestos.

Se estima que la capacidad instalada es superior a la utilizada a pesar de brindar servicios a los productores de camarón y captar desembarques de las cooperativas pesqueras y de pescadores artesanales de especies tales como el camarón y peces seleccionados para exportación.

C. Situación actual de la industria

El desarrollo pesquero de Guatemala se basa en la explotación del camarón y langosta con el objeto de ser procesadas para la exportación que generó en 1993 ingresos por US\$45 millones.

Existen diferentes especies en la zona económica exclusiva del país que no están siendo explotadas y otras aparecen subexplotadas, tales como: calamares, atunes y otros pelágicos altamente migratorios. Por otra parte, se estima que la flota industrial camaronera está sobredimensionada siendo necesario reorientar parte de la misma hacia las especies subexplotadas, en la medida en que ello sea factible desde el punto de vista técnico-naval y económico.

Se carece de una infraestructura apropiada para el desembarque y manipulación de los productos pesqueros, muelles, bodegas refrigeradas, plantas para proceso de pescado, transporte especializado, instalaciones y servicios que unidos a una red informativa de precios y calidad permitiría a la población la obtención de alimentos y a los pescadores mejores precios.

Por otra parte, existen aproximadamente 300 cuerpos lacustres con potencial pesquero, los que, en su mayoría, están siendo explotados sin bases científico-pesqueras, ocasionando como resultado una sobre explotación y agotamiento del recurso.

En la actualidad los centros piscícolas, debido a un inadecuado manejo técnico-administrativo, están produciendo semilla de mala calidad genética. No obstante, se cuenta con grandes extensiones con potencial acuícola. Muchos piscicultores, por falta de asistencia técnica, no emplean el manejo correcto a su actividad piscícola, repercutiendo esto en el abandono de estanques y jaulas de producción de peces.

Guatemala posee un aceptable nivel tecnológico en el engorde de camarones de agua salada, así como tierras con potencial para la acuicultura en escala de exportación, las cuales al incorporarse a la producción se transformarán en fuentes de trabajo para las comunidades aledañas, siempre y cuando la categoría de manejo lo permita.

Existen diferentes niveles de integración vertical desde la extracción o cultivo hasta la exportación. Ello permite obtener mejores beneficios económicos, a pesar de la

gran concentración de capital en la actividad extractiva (flota y plantas) y en los cultivos de camarón.

D. Función económica de la industria pesquera

La pesca y la camaronicultura son de importancia dentro de la economía de Guatemala. El creciente aporte de divisas que representa la exportación de productos de alto valor comercial y sostenida demanda (camarón y langosta) y la significativa trascendencia social de las distintas actividades como ocupación plena en algunas regiones o como alternativa de subsistencia en otras.

El aporte de la pesca y la acuicultura al PBI es muy poco significativo, aunque presenta una leve tendencia positiva. No obstante, ambas actividades generan empleo a una parte importante de la población, siendo la base de ocupación más de 10 000 familias. El saldo de la balanza comercial es positivo y creciente. La acuicultura rural y comercial brindan aportes significativos a la socioeconomía rural y a la balanza de pagos respectivamente.

E. Demanda

Los productos de la pesca y de la acuicultura no representan una parte significativa del consumo de alimentos. El mercado interno de productos pesqueros presenta una serie de obstáculos que impiden su normal desarrollo. Confluyen para ello tales como bajo nivel de consumo debido a la falta de hábitos, desconocimiento en cuanto a las formas de preparación, escasez de locales de expendio y limitada disponibilidad de productos pesqueros en calidad, sanidad y precios adecuados.

F. Perspectivas de desarrollo

Como consecuencia de las limitaciones del consumo interno de productos pesqueros y de las dificultades para mejorar la situación en el corto plazo, son mayores las posibilidades de desarrollo de la pesca a partir del aprovechamiento de las ventajas que ofrece el mercado internacional, teniendo en cuenta el nivel de aceptación que gozan en el mismo los productos basados en especies de alto valor comercial.

El incremento de la demanda local requiere de medidas de promoción del consumo, algunas de las cuales no son demasiado costosas, pero sus resultados tendrán efectos significativos sólo a largo plazo, porque implican modificación de hábitos de consumo. El mejor aprovechamiento de la fauna de acompañamiento del camarón, sobre todo de las especies de menor valor comercial, puede incrementar la oferta dirigida al mercado interno a precios convenientes, mediante su proceso industrial.

No obstante, la falta de información fehaciente acerca del estado de explotación de los principales recursos dificulta la posibilidad de elaborar una perspectiva futura de desarrollo de la actividad pesquera.

Por otra parte, el Estado no ha formulado una política pesquera que permita el desarrollo ordenado y equilibrado de las actividades. En tal sentido, el fortalecimiento institucional de la administración pesquera y el reconocimiento de la importancia socioeconómica del subsector, son condiciones necesarias para poder llevar a cabo las acciones que el desarrollo de la pesca requiere.

G. Investigación

No existen programas de investigación de recursos pesqueros, es escaso el personal científico e inadecuadas las instalaciones de campo para realizarla, en consecuencia, los efectos de la misma han sido insuficientes. En tal sentido, las prospecciones realizadas para determinar la abundancia y distribución de las principales especies del Pacífico no han sido procesadas y analizadas en su totalidad. Ello implica la imposibilidad de adoptar medidas adecuadas de ordenación. Las escasas medidas en vigencia carecen de la necesaria evaluación y ajuste.

Solamente algunos trabajos en acuicultura realizados por el CEMA con el propósito de promocionar la actividad y de entrenar personal especializado han tenido cierta trascendencia. Además de las labores desarrolladas con el apoyo de proyectos regionales.

H. Asistencia

Durante muchos años Guatemala ha recibido apoyo y asistencia técnica y financiera de diferentes agencias bilaterales y organismo internacionales para la investigación y evaluación de sus recursos pesqueros. Los proyectos están auspiciados por el JICA (Pesca Artesanal - 1,4 millones de dólares), la AID (Desarrollo de estanques - 0,5 millón de dólares, OLDEPESCA, la Unión Europea, NORAD y la FAO).

I. Necesidades futuras

El fortalecimiento de la gestión del Estado en el sector pesquero y acuícola requiere la explícita y efectiva adopción de una política de desarrollo pesquero sobre la

base de un modelo de estrategia y acción coherente con las reales posibilidades del sector y con las políticas generales de orden económico y social. (FAO)

Por otra parte, es necesario profundizar la investigación de los recursos pesqueros, para completar el conocimiento científico existente sobre ellos. Corresponde al Estado la responsabilidad primaria de realizar esas investigaciones en los aspectos que se consideren prioritarios, en colaboración con las universidades y otras entidades académicas que se dediquen a la investigación y con cooperación técnica y financiera de organismos internacionales. (FAO)

En tal sentido, se requiere un programa de investigación que implique el conocimiento biológico de las especies, evaluación de los recursos disponibles, tecnología de extracción, procesos existentes, oceanografía, población pescadora y el estudio de las repercusiones de la actividad pesquera sobre el recurso mismo y las interrelaciones de los agentes que intervienen. (FAO)

Es necesario, además, iniciar otras investigaciones y/o profundizar algunas ya realizadas, con el fin de determinar la biomasa, el Rendimiento Máximo Sostenible y el Rendimiento Máximo Económico de las especies que están siendo aprovechadas, así como otras de valor comercial no explotadas. Esto deberá acompañarse con investigaciones oceanográficas, a efecto de vincular los aspectos ambientales (hidrografía, tipos de fondo, otros), y los efectos biológico-pesqueros, con el propósito de entender la dinámica de los recursos, coadyuvando a su optimización.

Teniendo en cuenta las limitaciones presupuestarias del Gobierno de Guatemala, recurrir a la cooperación técnica y financiera internacional es imprescindible.

Tabla 28. Empleo generado por empresas acuícolas

Sector primario	8000 mil
Sector secundario	1500 mil

Fuente: Base de datos de la FAO

Tabla 29. Flujo de fondos descontado

Año	Ingresos	Flujo de fondos descontado (tasa de interés)		
		30%	40%	39.8%
0	0	880350	880350	880350
1	705600	134423.08	0	629721.03
2	802620	395382.79	409500	-112679.4