

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Factibilidad Técnica para el Aprovechamiento Integral del Camarón de la
Especie *Penaeus Vannamei* ”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIEROS DE ALIMENTOS

Presentada por:

David Roberto Chávez Astudillo

María Geomara López Chica

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2009

AGRADECIMIENTO

A Dios y a todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo. A los docentes de IAL y especialmente a la Ing. Fabiola Cornejo Directora de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A DIOS

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

A NUESTROS ABUELOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Fabiola Cornejo Z.
DIRECTORA DE TESIS

Ing. Priscila Castillo S.
VOCAL

Ing. Grace Vásquez V.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“ La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

David Chávez Astudillo

Geomara López Chica

RESUMEN

El crecimiento de la industria camaronera ha generado a la vez, un alto porcentaje de desperdicios representados por la cabeza y el carapacho del camarón. El presente trabajo propone una solución para aprovechar estos recursos y contribuir a la disminución del impacto ambiental que es provocado durante el proceso de empaclado.

Se determinaron los métodos tecnológicos idóneos para la transformación de los desperdicios, realizando previamente un estudio de la disponibilidad y la caracterización de los mismos. Concluyendo que el Ecuador tiene las herramientas necesarias para utilizar la cabeza y el carapacho del camarón, en la obtención de quitosano, extracción de pigmentos naturales, elaboración de un sazonador en polvo y harinas para consumo animal.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGIA.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE TABLAS.....	XI
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1	
1. FUNDAMENTACIÓN TEORICA.....	2
1.1. Generalidades del Camarón.....	2
1.2. Generalidades de la Industria Camaronera.....	3
1.2.1. Relevancia del sector.....	4
1.2.2. Proceso Productivo.....	7
1.2.3. Recursos que Entran y Salen del Proceso.....	9
1.3. Usos de los desperdicios generados en empacadoras en otros países.....	13
1.4. Normas generales utilizadas en la obtención de subproductos.....	15

CAPITULO 2

2. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA.....	17
2.1 Características Generales.....	17
2.1.1 Características Físico-Químicas.....	17
2.1.2 Características Microbiológicas.....	20
2.2 Tipo de Transporte y Almacenamiento.....	20
2.3 Disponibilidad.....	21
2.4 Tratamientos Preliminares.....	24

CAPITULO 3

3. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE SUBPRODUCTOS.....	25
3.1 Obtención de Quitosano.....	25
3.2 Obtención de Pigmentos Naturales.....	27
3.3 Obtención de un sazonador en polvo.....	29
3.4 Harinas para consumo animal.....	31

CAPITULO 4

4. ANALISIS DE RESULTADOS.....	33
4.1 Quitosano.....	33
4.2 Pigmentos Naturales.....	38

4.3 Sazonador en polvo.....	42
4.4 Harinas para consumo animal.....	47

CAPITULO 5

5. DISEÑO DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE

SUBPRODUCTOS.....	50
5.1 Proceso para la obtención del Quitosano.....	57
5.2 Proceso para la obtención de Pigmentos Naturales.....	60
5.3 Proceso para la obtención de un Sazonador en polvo.....	63
5.4 Proceso para la obtención de Harinas para consumo animal.....	66

CAPITULO 6

6. FACTIBILIDAD DE LA APLICACIÓN INDUSTRIAL DE LOS

SUBPRODUCTOS.....	70
6.1 Lay-out de la planta.....	70
6.2 Proyección de la Demanda a Nivel Nacional.....	75
6.3 Costos.....	80
6.3.1 Costos de Materia Prima.....	80
6.3.2 Costos de Mano de Obra.....	81
6.3.3 Costos Indirectos de Fabricación.....	82

CAPITULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....83

APÉNDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

cm	Centímetros
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cubico
P&D	Pelado y desvenado
PUD	Pelado sin desvenar
PPV	Vena tirada y pelado
E-Z peeled	Corte estilo occidental
IQF	Individually Quick Frozen
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
Rev.	Revisión
Ref.	Referencia
UFC	Unidades Formadoras de Colonias
NMP	Número mas probable
g	Gramos
N	Normalidad
Ec.	Ecuación
M.P.	Materia Prima
um	Micrometros
HR	Humedad Relativa
Kg	Kilogramos
Dw	Durbin-Watson. Estadística
R medio	Rango promedio
D4	Factor de control de rangos según el tamaño de la muestra

SIMBOLOGÍA

H ₂ O	Agua
α	Alfa
<	Menor que
Aw	Actividad de Agua
HP	Caballos de Fuerza
Kj	KiloJoules
\$	Dólar
USD	Dólares Americanos

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.1	Partes del Camarón.....	2
Figura 1.2	Proceso General para el Procesamiento del Camarón..	8
Figura 1.3	Estructura Química de la Astaxantina $C_{40}H_{52}O_4$	15
Figura 2.1	Peso Total del Camarón Vs. Peso de sus Componentes.....	19
Figura 3.1	Diagrama de Flujo para Obtención de Quitosano.....	26
Figura 3.2	Diagrama de Flujo para Extracción de Pigmentos de los Carapachos del Camarón.....	27
Figura 3.3	Diagrama de Flujo para la Elaboración de un Sazonador a Base de Cabezas de Camarón.....	29
Figura 3.4	Diagrama de Flujo para la Obtención de Harinas para Consumo Animal.....	32
Figura 4.1	Isoterma de Desorción para el Secado de Carapachos de Camarón.....	34
Figura 4.2	Gráfico de Cinética de Secado.....	35
Figura 4.3	Quitosano Húmedo sin Despigmentar.....	38
Figura 4.4	Quitosano Seco Semi-Despigmentado.....	38
Figura 4.5	Extracción del Pigmento.....	39
Figura 4.6	Rango de Datos del Diseño.....	41
Figura 4.7	Gráfico para los Efectos Significativos.....	43
Figura 4.8	Gráfico de Interacción entre Factores.....	44
Figura 4.9	Gráfico de Respuesta del Test de Preferencia de la Formulación para el Sazonador.....	45
Figura 4.10	Extracto de Cabeza de Camarón Previo a un Secado..	46
Figura 4.11	Isoterma de Desorción para Cabezas de Camarón.....	47
Figura 4.12	Gráfico de Cinética de Secado.....	49
Figura 5.1	Diagrama de Flujo para la Harina de Carapachos de Camarón.....	51
Figura 5.2	Diagrama de Equipos para la Elaboración de Harina de Carapachos de Camarón.....	52
Figura 5.3	Diagrama de Flujo para la Obtención de Quitosano.....	58
Figura 5.4	Diagrama de Equipos para la Obtención de Quitosano a partir de Carapachos de Camarón.....	59
Figura 5.5	Diagrama de Flujo para la Obtención de Pigmentos Naturales.....	61
Figura 5.6	Diagrama de Equipos para la Obtención de Pigmentos Naturales.....	62
Figura 5.7	Diagrama de Flujo para la Obtención de un Sazonador en Polvo.....	64

Figura 5.8	Diagrama de Equipos para la Elaboración de un Sazonador a partir de Cabezas de Camarón.....	65
Figura 5.9	Diagrama de Flujo para la Elaboración de Harina para Consumo Animal.....	66
Figura 5.10	Diagrama de Equipos para la Elaboración de Harinas para Consumo Animal.....	67
Figura 6.1	Lay-Out de la Planta.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Aplicación y Usos de los desperdicios de Camarón.....	13
Tabla 2.	Normas Relacionadas a la Elaboración de un Sazonador a partir de la Cabezas de Camarón.....	16
Tabla 3.	Normas Relacionadas a la Producción de Harinas para Consumo Animal.....	16
Tabla 4.	Rendimiento del Camarón en Porcentajes.....	18
Tabla 5.	Características Bromatológicas de los Residuos de Camarón.....	19
Tabla 6.	Exportaciones de Camarón Congelado en el mes de Diciembre del 2008.....	21
Tabla 7.	Ponderado de Exportaciones en Toneladas Según Diferentes Presentaciones para Diciembre de 2008.....	22
Tabla 8.	Ponderado de Cabeza y Carapacho de Camarón Generados en el mes de Diciembre del 2008.....	23
Tabla 9.	Condiciones para la Cocción de las Cabezas.....	30
Tabla 10.	Datos Iniciales del Secado de Carapachos.....	35
Tabla 11.	Contenido de Materia Orgánica en los Carapachos de Camarón.....	36
Tabla 12.	Contenido de Pigmentos Según el Tiempo de Almacenamiento de los Carapachos.....	40
Tabla 13.	Condiciones para a Cocción de las Cabezas de Camarón.....	42
Tabla 14.	Fórmulas Tentativas para el Sazonador a partir de Cabezas de Camarón.....	45
Tabla 15.	Datos Iniciales del Secado por Convección Forzada.....	48
Tabla 16.	Características de las Bandejas del Secador.....	53
Tabla 17.	Características del Aire de Secado.....	53
Tabla 18.	Características de los Carapachos a Secar.....	54
Tabla 19.	Características de los Carritos de Secado.....	55
Tabla 20.	Características del Aire de Secado.....	56
Tabla 21.	Características del Secador.....	68
Tabla 22.	Características Del Aire De Secado.....	69
Tabla 23.	Características de las Cabezas a Secar.....	69
Tabla 24.	Tipo de Industrias en el Ecuador.....	75
Tabla 25.	Industrias Elaboradoras de Plásticos.....	75
Tabla 26.	Materia Prima para Alimentos de Consumo Animal.....	76
Tabla 27.	Respuestas en Porcentajes de la Encuesta	

	Realizada.....	77
Tabla 28.	Frecuencia de Consumo por Familias.....	77
Tabla 29.	Proyección de Ventas.....	78
Tabla 30.	Ventas en Kg. Anuales.....	78
Tabla 31.	Jornadas de Trabajo.....	80
Tabla 32.	Costos de Materia Prima.....	81
Tabla 33.	Costos de Mano de Obra.....	81
Tabla 34.	Costos Indirectos de Fabricación.....	82

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis se enfoca en la disminución y el aprovechamiento de los desperdicios generados en las empacadoras representadas por la cabeza y el cuerpo del camarón, con la finalidad de convertirlos en productos elaborados y determinar la factibilidad técnica para industrializarlos.

Para cumplir con los objetivos planteados, se empleó la siguiente metodología:

- Análisis profundo de la industria camaronera en el capítulo 1.
- Caracterización de la materia prima para conocer el rendimiento real del camarón y la disponibilidad de los residuos a nivel nacional, la cual se encuentra en el capítulo 2.
- Planteamiento de los métodos para la elaboración de los subproductos en el capítulo 3 y análisis de los resultados en el capítulo 4; los cuales servirán para el diseño de un proceso industrial en el capítulo 5.
- Análisis de la factibilidad para aplicar el proceso a escala industrial en el capítulo 6.

CAPITULO 1

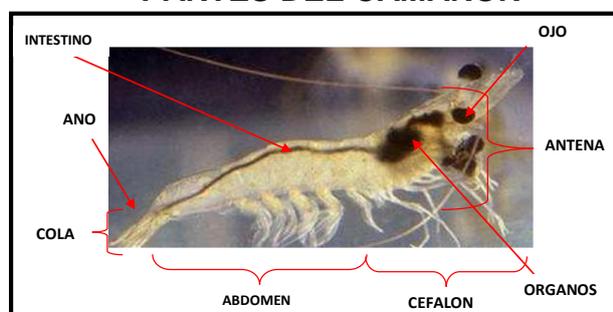
1. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

1.1. Generalidades del Camarón

El camarón es un crustáceo marino, decápodo comestible, de color casi transparente parduzco; con bandas oscuras en el abdomen. Su cuerpo es estrecho, encorvado y tiene un cuerno largo y dentado en la parte final de su cabeza (Fig.1.1). Se los conoce también como Langostinos o Gambas. El camarón puede llegar a medir hasta 20 o 25 cm, aunque su promedio es 10 cm [1].

FIGURA 1.1.

PARTES DEL CAMARÓN



Los camarones se crían en grandes estanques de por lo menos un metro de profundidad. El mantenimiento de la calidad del agua es un aspecto esencial de la acuicultura de los camarones, los cuales son particularmente sensibles a la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Por lo tanto, los estanques deben ser lavados y desaguados con frecuencia [2].

Desde el punto de vista nutricional, los camarones se destacan por su bajo aporte energético, su relevante contenido proteico, por la positiva relación de grasas poliinsaturadas sobre saturadas y por el interesante aporte de minerales. Posee un elevado contenido en colesterol: 200 miligramos por cada 100 gramos, que dobla e incluso triplica al de los embutidos y carnes [3].

1.2. Generalidades de la Industria Camaronera

En el Ecuador, se ha evidenciado una expansión de la industria acuícola y a la vez el crecimiento del sector camaronero. Actualmente, la industria se ha vuelto más competente debido a las exigencias de los mercados internacionales, que son regidos por normas y estándares que tienen como objetivo proteger al consumidor final.

Tradicionalmente, la exportación nacional estuvo constituida por camarón limpio, cortado o desvenado. Sin embargo, el futuro está en la exportación de productos elaborados de camarón, pues esta es la tendencia de los consumidores en los mercados de destino. En efecto, la exportación de camarón con valor agregado tiene tres ventajas claves que son: satisface la demanda actual de productos elaborados, compensa la caída del precio del crustáceo y le otorga un perfil industrial al sector [4].

1.2.1. Relevancia del sector

El camarón ecuatoriano es reconocido por su excelente calidad y sabor, brindando confianza indispensable a los compradores y consumidores extranjeros como resultado del estricto control de seguridad y trazabilidad para los alimentos. La industria camaronera, desde hace 30 años, viene siendo parte de la industria manufacturera del país, fomentando el desarrollo y generando alrededor de 120 mil puestos de trabajo. Esta situación obedece a un largo proceso de aprendizaje, inversión y experimentación, lo que se ha traducido en apertura de mercados externos muy exigentes. [5].

El 99,2% del camarón a disposición de la industria corresponde a piscinas. En este porcentaje, se excluye la captura del camarón por la flota artesanal con destino al mercado interno. La pesca de arrastre del camarón ha venido reduciéndose en las últimas décadas, al punto que para el año 2006, sólo alcanzó el 0,8% del total del camarón a disposición del sector empresarial nacional.

La industria camaronera está conformada por 300 laboratorios de larvas, 11 fábricas de balanceado, 61 plantas empacadoras, 60 exportadores, la Cámara Nacional de Acuicultura, asociaciones de productores e instituciones privadas y públicas relacionadas al sector. La co-relación generada por estos sectores permite cumplir satisfactoriamente con la demanda internacional de países como los Estados Unidos, Europa, Latinoamérica, Asia y África.

Socialmente, esta actividad es de gran impacto en la economía ecuatoriana puesto que cerca del 60% de los empleos generados se dan en zonas marginales del país; permitiéndoles tener a sus habitantes infraestructura básica y salarios estables.

El 80% de los trabajadores en las plantas empacadoras son mujeres, brindándoles un mayor ingreso a sus familias.

Variedad

La principal especie de camarón salvaje es la misma especie de piscina (*Penaeus vannamei*). También hay *Penaeus occidentalis*, *Penaeus stylirostris*; *farfantepenaeus californiensis* (camarón café), *farfantepenaeus bevirostris* (camarón rojo) y *solenocera agassizi* (carapachudo). [5]

Presentación y Tallas

Las presentaciones en las que se exporta el camarón son: crudo, blanqueado, cocido, entero, cola con cáscara, pelado (P&D, PUD, PPV, EZ peeled), mariposa con cola o sin cola, congelado en bloque o IQF. Las tallas en las que se puede encontrar camarón ecuatoriano son: U10, U12, U15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-50, 51-60, 61-70, 71-90, 91-110, 111-130, 131-150. [5]

Principales mercados de exportación

El principal mercado del camarón ecuatoriano es Estados Unidos (60%), seguido por el italiano y el español (34%). El resto se reparten en otros países de América, Europa y la demanda local. Los exportadores realizan gestiones para ampliar sus mercados en Europa, principalmente en España y Francia [6].

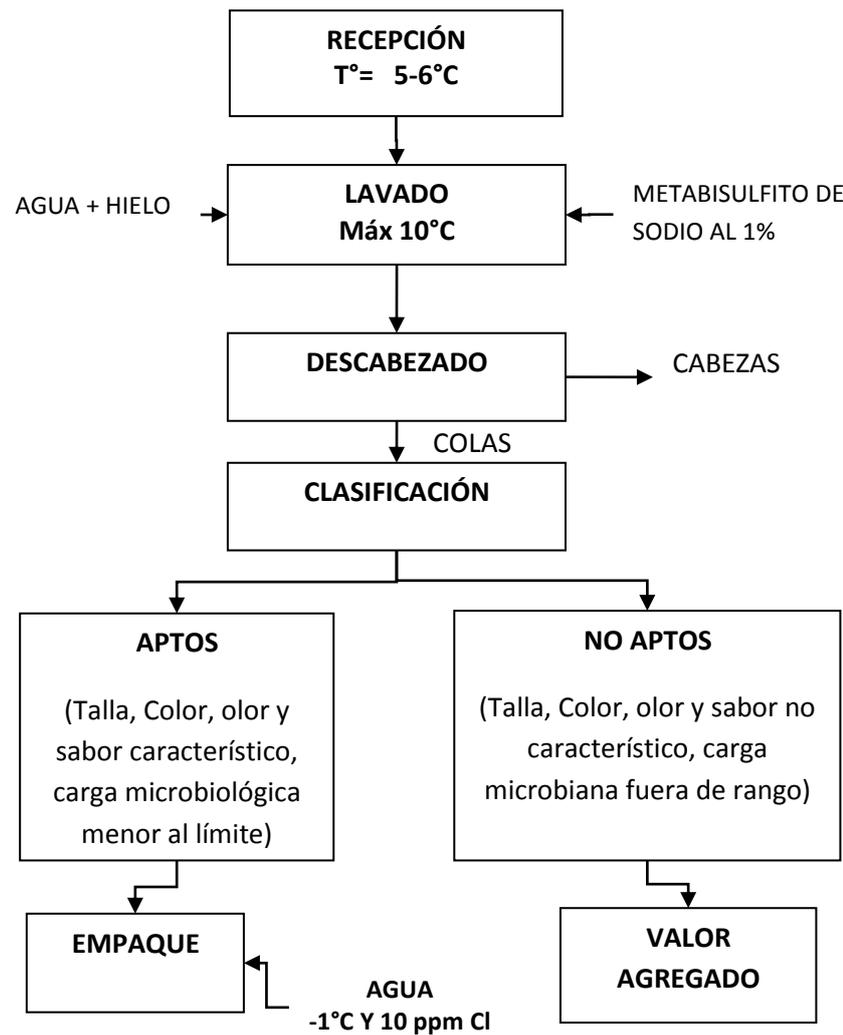
1.2.2. Proceso Productivo

La materia prima puede ser procesada de acuerdo a la línea de producción que solicite el cliente. Por lo tanto, el producto terminado puede encontrarse bajo las siguientes formas:

- Congelado rápido individual con cáscara (individually quick frozen "IQF")
- Pelado
- Pelado con cola
- Pelado y desvenado con cola IQF (IQF P&D tail-on)
- Cocido y pelado
- Cocido P&D IQF
- Cocido P&D con cola

La fig. 1.2 muestra el proceso básico para procesamiento del camarón.

FIGURA 1.2.
PROCESO GENERAL PARA EL PROCESAMIENTO DEL CAMARÓN.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

1.2.3. Recursos que Entran y Salen del Proceso

Materia prima e insumos:

Además del camarón que es la materia prima principal, se requiere de otros materiales indispensables como son:

- Metabisulfito de Sodio.

Su objetivo es evitar la melanosis, que son manchas negras provocadas por la acción de enzimas propias del camarón encontradas principalmente en la cabeza.

- Hielo.

Se lo utiliza para mantener la temperatura baja durante el proceso.

- Hipoclorito de Calcio.

- Material de empaque.

Además insumos como.

- Detergente y desinfectantes.
- Reactivos químicos para el laboratorio.
- Utensilios plásticos.

- Agua.

Una de las características de esta industria es que necesita grandes cantidades de agua para subsistir. Lo que incide también en la producción de volúmenes de residuos con una significativa carga orgánica. En su mayoría, el agua es recirculada para un mejor aprovechamiento.

Gracias a las exigencias internacionales, en cuanto a regulaciones y conservación del medio ambiente, actualmente optan por encontrar formas que optimicen y minimicen el consumo de agua.

- Energía.

El consumo de energía eléctrica en las plantas camaroneras es elevado ya que esta es necesaria para operar maquinarias, transportar el producto de un área a otra. Se requiere también para la producción de hielo, ventilación e iluminación de la planta. El uso de la energía eléctrica es necesario principalmente para el acondicionamiento del ambiente, ya que la producción del camarón depende de la temperatura, debiendo ser controlada en todas las etapas del proceso, especialmente en las cámaras y túneles de congelación. La construcción y adecuación de la planta debe contribuir en la disminución del consumo de energía y la recuperación de esta.

- Efluentes.

La característica principal de los efluentes de la industria camaronera es su alto contenido en materia orgánica que incluye restos de carne de camarón, proteínas solubles y carbohidratos, que representan un contaminante si no son removidas antes de descargar el drenaje de agua.

- Emisiones.

Las emisiones de gas que se producen son generalmente una preocupación ambiental, por el tipo de refrigerante que se utiliza en los sistemas de congelación.

- Residuos.

En las procesadoras de camarón, los desechos sólidos están compuestos por las cabezas y el carapacho del crustáceo. Los desperdicios generados en las empacadoras producen un problema de gran volumen, por el hecho que la cabeza del crustáceo representa en promedio 30% del cuerpo del animal. Resultando, en la mayoría de los casos, contaminaciones de ríos, malos olores o pestilencias. Son pocas las empacadoras que procesan este desperdicio o lo eliminan como debería hacerse en mucho de los casos. Por otra parte, un pequeño porcentaje de este desperdicio es utilizado para elaboración de harinas como ingrediente de balanceados para consumo animal.

1.3. Usos de los desperdicios generados en empacadoras en otros países

Países como México, Venezuela, Colombia, Chile, Argentina, Cuba, Nicaragua, El Salvador, EEUU, Noruega, España, China y Japón, han investigado sobre los usos de los desperdicios generados en empacadoras de camarón [7]. Estos residuos, pueden utilizarse en mezclas con otros componentes para obtener una gama de productos como se muestran en la tabla 1.

TABLA 1.
APLICACIÓN Y USOS DE LOS DESPERDICIOS DE CAMARÓN

DESPERDICIOS	CAMPOS DE APLICACIÓN	USOS
Cáscara de camarón (Quitosano)	Tratamiento de aguas y efluentes Industriales	Remoción de iones metálicos y pesticidas: remoción de fenoles, radioisótopos, PCBs y colorantes, recuperación de materiales sólidos de la industria alimenticia (proteínas, Polisacáridos, etc).
Cáscara de camarón (Quitosano)	Fabricación de papel	Tratamiento de superficies, papel fotográfico
Cáscara de camarón (Quitosano)	Medicina	Gasas, algodón, contenedor artificial de sangre, control de colesterol, inhibidor tumoral, membranas, inhibición de placas dentarias, cicatrización de heridas, piel artificial, tratamientos de enfermedades óseas, lentes de contacto, membranas de diálisis, bolsas de sangre, anticoagulante.
Cáscara de camarón (Quitosano y Pigmentos)	Cosmética	Maquillaje, esmalte de uñas, loción de baño, cremas, dentífrico.

Cabeza del camarón	Biotecnología	Inmovilización de enzimas y células, separación de proteínas, cromatografía, recuperación celular.
Cáscara de camarón (Quitosano)	Agricultura	Recubrimientos de semillas y frutas (film), fertilizante, funguicida, antivirósico.
Cáscara de camarón (Quitosano, Pigmentos, Harinas, Sazonador)	Alimenticia	Remoción de colorantes, conservantes, estabilizante de color, exaltador del sabor natural, preservante, antioxidante, emulsionante, aditivo de alimentos para animales.

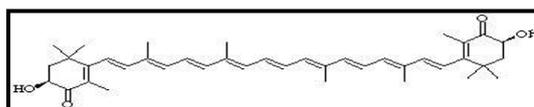
Quitina y Quitosano: La quitina es un biopolímero de N-acetilglucosamina y residuos de glucosamina, constituye la segunda sustancia más abundante luego de la celulosa. El quitosano se obtiene por desacetilación de la quitina, posee excelentes propiedades como ser antifúngico, antivirósico, biocompatible, biodegradable, antimicrobiano, no tóxico, emulsionante, absorbente de grasas, adsorbente de metales contaminantes y filmogénico, que hacen que sea considerado de gran aplicación en distintos campos de la industria. [8], [9].

Xantofilas y Astaxantinas: Las xantofilas son compuestos químicos que pertenecen al grupo de los carotenoides, poseen uno o más átomos de oxígeno dentro de la molécula, pero al igual que los carotenos, presentan colores llamativos como el rojo, naranja y

amarillo. La astaxantina pertenece a la familia de las xantofilas, son compuestos orgánicos liposolubles e insolubles en agua, no sufren de decoloración, son de cadenas largas no saturados (Figura 1.3). Estos compuestos conceden el color característico a varios peces, crustáceos y plumas de algunas aves. [10]

FIGURA 1.3.

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA ASTAXANTINA C₄₀H₅₂O₄



La oxidación de los carotenos para la obtención de astaxantina puede darse por la acción del oxígeno o enzimas como las lipoxigenasas, siendo aceleradas por acción de la temperatura, presencia de metales, luz y enzimas. Actualmente es de gran interés industrial. [11].

1.4. Normas generales utilizadas en la obtención de subproductos

No existen normas nacionales, ni internacionales que regulen y especifiquen los cuatro subproductos a obtener a partir de las cabezas y conchas del camarón (Quitosano, Pigmentos, Sazonador y Harinas). Sin embargo, se puede tomar como referencia las normas mostradas en las tablas 2 y 3.

TABLA 2.
NORMAS RELACIONADAS A LA ELABORACIÓN DE UN
SAZONADOR A PARTIR DE LAS CABEZAS DE CAMARÓN.

NORMA	DESCRIPCIÓN
CODEX STAN 117-1981, Rev. 2-2001	Para los "Bouillons" y Consomés

Fuente: Codex Alimentarius

TABLA 3.
NORMAS RELACIONADAS A LA PRODUCCIÓN DE HARINAS
PARA CONSUMO ANIMAL.

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTE 1643:1988	Alimentos Zootécnicos. Definiciones y Clasificación.
NTE 1644:1988	Alimentos Zootécnicos. Determinación de Carotenos y Xantofilas en Vegetales. Deshidratados y Mezclas de Alimentos.
NTE 1698:1991	Alimentos Zootécnicos. Determinación de la acidez de la grasa e índice de peróxidos.
NTE 1767:1990	Alimentos Zootécnicos Compuestos para camarones. Requisitos.
CAC/RCP 52-2003	Código de Prácticas para el pescado y los productos pesqueros
CAC/RCP 54-2004	Código de prácticas sobre buena alimentación animal

Fuentes: Instituto Nacional de Estandarización Y Normalización (INEN) y Codex Alimentarius.

CAPITULO 2

2. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para lograr obtener un producto de calidad es necesario identificar el tipo de materia prima. Conociendo las características y los tratamientos previos que requieren los desperdicios de camarón (cabeza y carapacho) se puede incrementar el rendimiento y optimizar el proceso de producción.

2.1 Características Generales

2.1.1 Características Físico-Químicas

Un punto incierto en la industria camaronera es el rendimiento exacto del camarón, ya que este puede variar dependiendo del tratamiento. En este caso, se hace referencia al rendimiento

total, es decir luego de que el camarón ha sido descabezado y pelado para ser empacado. En vista de que no existe este dato se llevo a cabo un muestreo y se procedió a sacar el porcentaje promedio del peso de la cabeza, carapacho y la cola de 66 camarones. Los resultados obtenidos se detallan en la tabla 4.

TABLA 4.

RENDIMIENTO DEL CAMARÓN EN PORCENTAJES

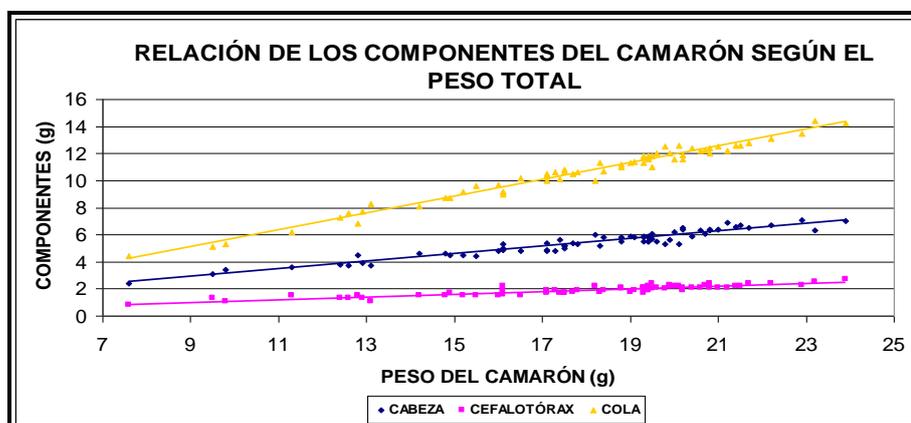
PORCENTAJE (%)			
CABEZA	CARAPACHO	COLA	TOTAL
<u>30 (+/- 2)</u>	<u>10 (+/- 1)</u>	<u>60 (+/- 2)</u>	100
<u>40 (+/- 2)</u>			

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

La figura 2.1 muestra el comportamiento de las partes del camarón a medida que aumenta su peso. Es decir que se puede predecir el peso de la cabeza y el carapacho a partir del peso total del animal.

FIGURA 2.1.

PESO TOTAL DEL CAMARÓN Vs. PESO DE SUS COMPONENTES



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

La tabla 5, indica el porcentaje de humedad, proteína, ceniza y grasa contenida en los desperdicios del camarón.

TABLA 5.

**CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS
DEL CAMARÓN**

CARACTERÍSTICA	COMPONENTE	PORCENTAJE	METODO
HUMEDAD	Cabeza	78	22.021 AOAC
	Carapacho	84	
PROTEÍNA	Cabeza	50	Kjeldahl
	Carapacho	0,5	
CENIZA	Cabeza	19	Mufla. Método Seco.
	Carapacho	3	
GRASA	Cabeza	6	Soxhlet
	Carapacho	0,3	

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

2.1.2 Características Microbiológicas

La cabeza y el carapacho de camarón reciben inmediatamente luego de la pesca baños con bisulfitos y congelación por contacto con hielo, las bajas temperaturas se mantienen a lo largo del proceso, lo cual significa una disminución considerable de microorganismos. Las empresas ecuatorianas que elaboran harina de cabezas de camarón aceptan la materia prima con los siguientes valores como máximos permitidos¹:

Aerobios mesófilos = 95 ufc/g

Coliformes totales (NMP)= <3 bacterias/g

Coliformes fecales (NMP)= <3 bacterias/g

2.2 Tipo de Transporte y Almacenamiento

Las condiciones para almacenamiento y transporte de las cabezas y carapachos deben ser similares a las que se brindan al camarón en fresco, manteniéndose en gavetas con hielo, controlando que la

¹ Dra. Dolores Carriel. Balanceados Fortavit

temperatura no sea mayor a los 4° C por un tiempo máximo de 2 días

2.3 Disponibilidad

Para obtener la disponibilidad de la materia prima; se analizó las exportaciones de camarón del mes de Diciembre del 2008 indicados en la tabla 6. [12].

TABLA 6.
EXPORTACIONES DE CAMARÓN CONGELADO EN EL
MES DE DICIEMBRE DEL 2008

CIUDAD	TONELADAS
BAHIA CARAQUEZ	774,0
DURAN	4155,1
ESMERALDAS	75,7
GUAYAQUIL	5940,3
HUAQUILLAS	158,5
MACHALA	93,0
MANTA	238,8
NO CONSTA	183,5
TOTAL	11618.9

FUENTE: CORPEI

El total de exportaciones del mes de Diciembre del 2008 fueron 11618,8 toneladas. Ponderando un valor de exportaciones en porcentaje de Cola (50%), Cola sin carapacho (35%) y Camarón con cabeza (15%), se obtuvieron los valores presentados en la tabla 7. [12].

TABLA 7.
PONDERADO DE EXPORTACIONES EN TONELADAS
SEGÚN DIFERENTES PRESENTACIONES PARA
DICIEMBRE 2008

CIUDAD	COLA (%) 50	COLA SIN CARAPACHO (%) 35	CAMARÓN CON CABEZA (%) 15
BAHIA CARAQUEZ	387,0	270,9	116,1
DURAN	2077,5	1454,3	623,3
ESMERALDAS	37,8	26,5	11,4
GUAYAQUIL	2970,1	2079,1	891,0
HUAQUILLAS	79,3	55,5	23,8
MACHALA	46,5	32,5	13,9
MANTA	119,4	83,6	35,8
NO CONSTA	91,7	64,2	27,5
TOTAL ->	5809,4	4066,6	1742,8

FUENTE: CORPEI

TABLA 8.
PONDERADO DE CABEZA Y CARAPACHO DE CAMARÓN
GENERADOS EN EL MES DE DICIEMBRE DEL 2008 [12]

CIUDAD	TONELADAS DE CABEZA DE CAMARÓN	TONELADAS DE CARAPACHO
BAHIA CARAQUEZ	266,54	48,4
DURAN	1430,81	259,6
ESMERALDAS	26,07	4,7
GUAYAQUIL	2045,54	371,1
HUAQUILLAS	54,58	9,9
MACHALA	32,02	5,8
MANTA	82,23	14,9
NO CONSTA	63,17	11,5
TOTAL ->	4000,96	725,9

FUENTE: CORPEI

La tabla 8 indica las toneladas de desperdicios generadas (Cabeza y Carapacho) por ciudad. Considerando la producción nacional, la ciudad de Guayaquil estaría constituida por el 51,3% que corresponde a 5940,3 toneladas, este dato será de importancia para cálculos posteriores. El 50% que representa la cola del camarón muestra una cantidad en toneladas de 2970,1; para cola sin carapacho un 35% con un valor de 2079,1 toneladas en el mes de Diciembre del 2008 en la Ciudad de Guayaquil. Con los valores obtenidos anteriormente, se procedió a realizar los cálculos respectivos, obteniendo una cantidad

de carapachos y cabezas de camarón de 2045,54 y 371,1 toneladas, respectivamente. Por lo tanto, la cantidad que se utilizará para la elaboración de sazónador en polvo y la harina de cabezas de camarón será del 32,85% del total de las cabezas de camarón. Para la obtención de quitosano y pigmentos se utilizará el 90,53% del total de carapachos de camarón. En general, las tablas anteriores reflejan la realidad de la disponibilidad de la materia prima. En este estudio, se consideró únicamente empacadoras de la ciudad de Guayaquil, ya que cubre con la capacidad de producción esperada de 1 tonelada de materia prima por hora. A medida que aumentará la demanda nacional e internacional es posible utilizar proveedores de diferentes localidades.

2.4 Tratamientos Preliminares

Las empacadoras de camarón añaden hielo y soluciones con metabisulfitos al camarón fresco, el cual disminuye la actividad enzimática evitando la melanosis y aumentando la vida útil del producto. Considerando estos tratamientos y las bajas temperaturas de trabajo, no es necesario darle procesos adicionales a los desperdicios constituidos por cabezas y carapachos de camarón mientras se le brinde un adecuado transporte y almacenaje.

CAPITULO 3

3. METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE SUBPRODUCTOS

Equipos:

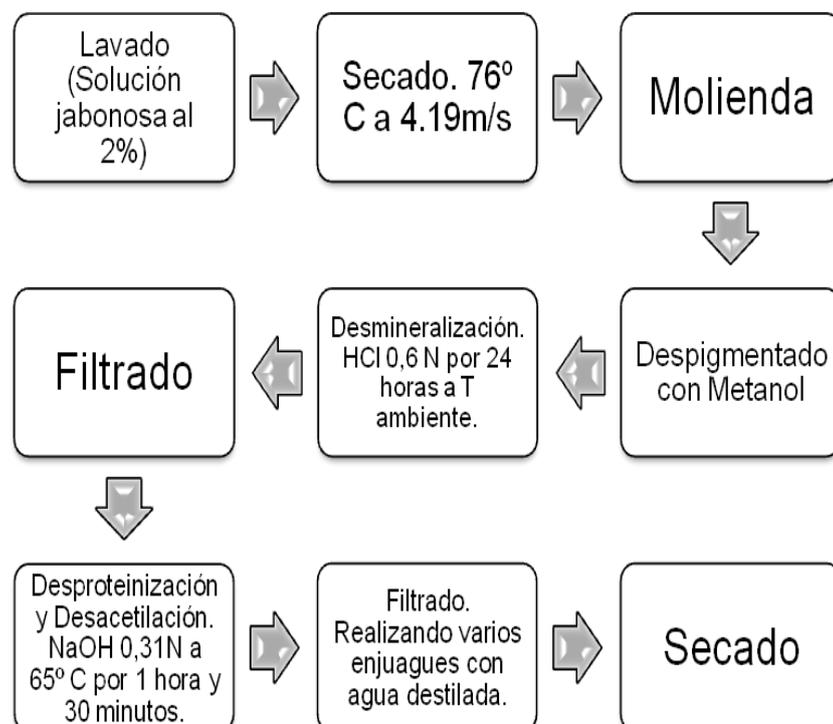
Los procesos para la obtención de los cuatro subproductos se basan generalmente en el secado y la molienda por lo que se requerirá de los siguientes equipos:

- Molino eléctrico Cuisinart® Coffee Bar™ modelo DCG-20
- Secador de bandejas

3.1. Obtención de Quitosano

Para obtener el Quitosano se deberá partir de una harina de carapachos de camarón previamente elaborada. La técnica aplicada al quitosano, es una variación del método del Ing. Juan de Dios Alvarado de la Universidad de Ambato [13]. La diferencia está en la concentración de los reactivos y la unificación de la etapa de desproteinización y desacetilación en una sola. La figura 3.1 resume el proceso a seguir.

FIGURA 3.1.
DIAGRAMA DE FLUJO PARA OBTENCIÓN DE
QUITOSANO



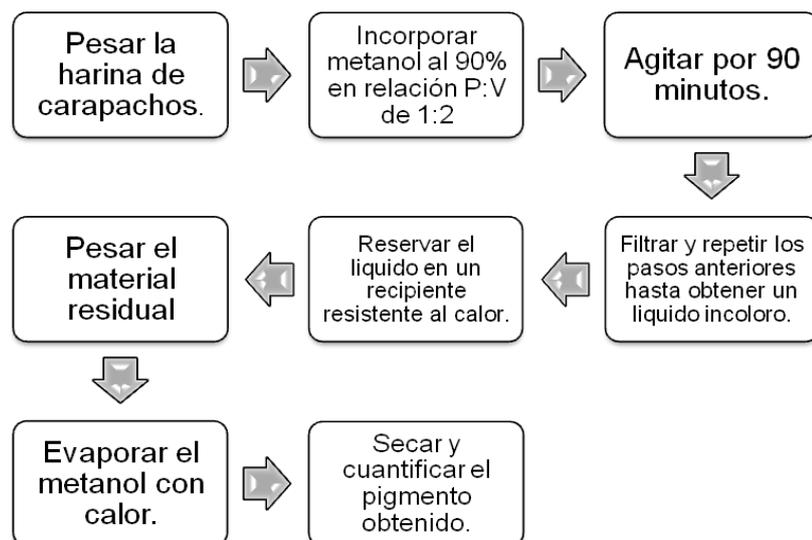
Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

3.2. Obtención de Pigmentos Naturales

La materia prima para este proceso es la misma que la del quitosano, dicho procedimiento además de despigmentar la harina sirve para aprovechar el pigmento extraído. El método aplicado se basa en el estudiado por Puente [14] y Vilasoá [15], pero con la diferencia que se utilizará solo metanol como solvente para extraer el colorante y no el método completo sugerido por ambos autores. La figura 3.2 muestra el proceso a seguir para la extracción del pigmento astaxantina a partir de carapachos de camarón.

FIGURA 3.2.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EXTRACCIÓN DE PIGMENTOS DE LOS CARAPACHOS DEL CAMARÓN.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Diseño Experimental

Se realizará un diseño experimental con el fin de analizar los factores que tienen incidencia en la obtención de los pigmentos. El modelo a escoger para realizar el diseño será General Lineal Model en el Programa Minitab, con 3 factores. Siendo temperatura, tiempo de proceso y tiempo de almacenamiento de los carapachos como materia prima, las variables estudiadas. Se colocará la ecuación 3.1 presentada a continuación:

$$Y_{i,j,k,l} = U + M_i + T_j + D_k + MT_{i,j} + MD_{i,k} + TD_{j,k} + MTD_{i,j,k} + E_{l(i,j,k)} \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Donde se utilizarán los valores mostrados en las siguientes variables:

$$i \text{ (min)} = 60, 180 \quad j \text{ (}^\circ\text{C)} = 25, 35 \quad k \text{ (días)} = 10, 20, 30$$

$$l \text{ (repeticiones)} = 2$$

Al aplicar el modelo propuesto, se compararán los valores p obtenidos con un valor de significancia $\alpha = 0,05$; si el valor p es menor al valor α , el factor resultante tendrá un efecto significativo en la cantidad de color obtenido.

Se obtendrán los residuos de la experimentación Minitab. Calculando el valor Dw que determinará la independencia del error siempre y cuando sea mayor a 1,7. Analizando posteriormente la homogeneidad de la varianza.

3.3. Obtención de un sazónador en polvo

Para elaborar el sazónador aprovechando las cabezas de camarón, se deberá determinar las condiciones para el diagrama de proceso que se muestra en la fig. 3.3.

FIGURA 3.3.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE UN SAZONADOR A BASE DE CABEZAS DE CAMARÓN.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Diseño de Experimentos

Para determinar las condiciones de la cocción, se realizará un diseño experimental 2^f tomando el color como variable de respuesta. Los parámetros analizados con sus respectivos niveles se muestran en la tabla 6 para un peso total de cabezas de 19 gramos.

TABLA 6.

CONDICIONES PARA LA COCCIÓN DE LAS CABEZAS

Variables	Niveles	
Tiempo de almacenamiento (días)	10	30
Tiempo de cocción (min)	5	10
Agua (ml)	200	400
Temperatura (° C)	60	100

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

El color es la variable de respuesta, el cual se calificará mediante un ponderado, sumando en cada una de las pruebas, la cantidad total de puntaje al finalizar la misma. Los panelistas deberán calificar según el grado de aceptación dando los siguientes valores:

1 No agradable

2 Medio Agradable

3 Agradable

Se utilizará un nivel de significancia alfa (α) igual a 0,05. Se analizará los Gráficos de la normalidad de los efectos y las interacciones que existan entre factores.

Evaluación sensorial del sazonador en polvo.

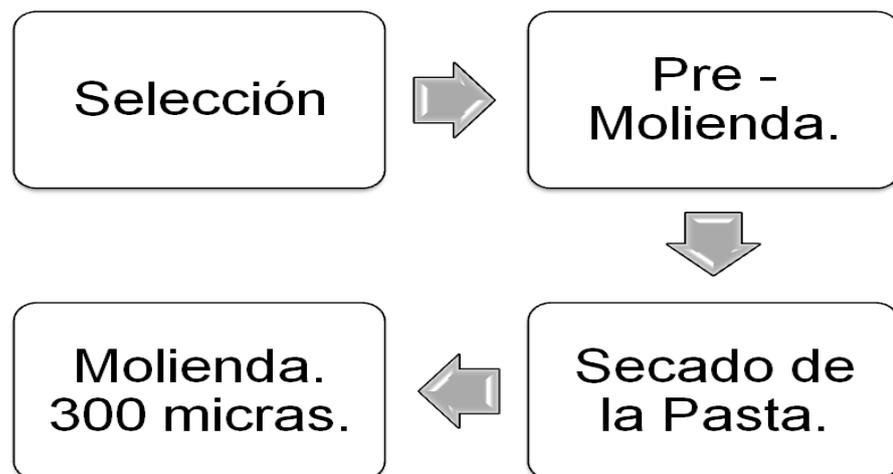
Se realizará una prueba de tipo afectiva con 30 personas no entrenadas. Específicamente, se aplicará el método de Preferencia, dotándoles de tres muestras con diferentes formulaciones a cada panelista, los cuales deberán ser consumidores habituales de productos que contengan camarón. El apéndice A muestra el test dado a los panelistas. Las pruebas serán analizadas con herramientas de Excel.

3.4. Harinas para consumo animal

En la fig. 3.4 se muestra el diagrama de proceso necesario para elaborar harina a partir de las cabezas de camarón, las condiciones del proceso se determinarán durante las pruebas.

FIGURA 3.4.

**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINAS
PARA CONSUMO ANIMAL.**



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Determinación de Isotermas de Sorción.

Para analizar el comportamiento de la materia prima (carapachos y cabezas de camarón) frente a la actividad de agua, se elaborará Isotermas de sorción a temperatura constante de 32°C. A partir de las isotermas se obtendrá el valor de la Monocapa de BET, que nos da una idea de la estabilidad de un producto. Las isotermas y la monocapa serán determinadas mediante el programa Water Analyzer de Web Teck. Los resultados son aplicados a los cuatro subproductos.

CAPÍTULO 4

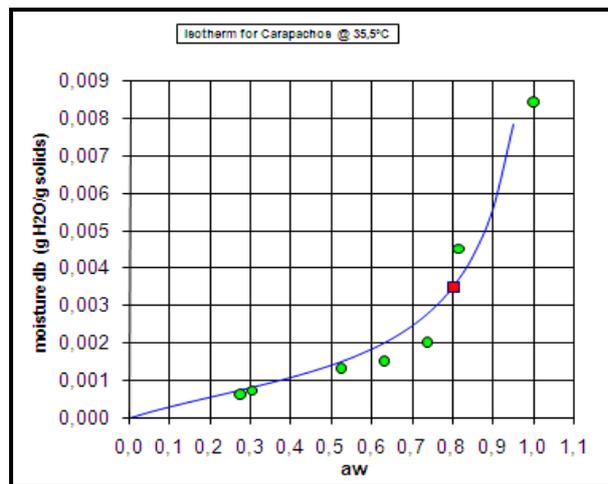
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Quitosano

Para la obtención de Quitosano, es necesario elaborar previamente una harina de carapachos de camarón. Inicialmente se realizó la isoterma de sorción (Fig. 4.1), con la cual se determinó el valor de la monocapa o humedad final y la humedad de equilibrio con el aire.

En esta etapa se determinó la cinética de secado con el fin de obtener datos que servirán para diseñar un proceso a escala industrial.

FIGURA 4.1.
ISOTERMA DE DESORCIÓN PARA EL SECADO DE
CARAPACHOS DE CAMARÓN



Valor de la monocapa: 0,0008 g H₂O/ g de solido

R²: 0,66392

El secado se realizó a una temperatura de 76° C en un secador de bandejas durante un tiempo de 190 minutos. Las condiciones del proceso se detallan en la tabla 10. La figura 4.2 muestra la curva de secado; esta curva tiene una humedad crítica de 0,047 g H₂O/g SS. El rendimiento total del proceso es de 58%.

TABLA 10.

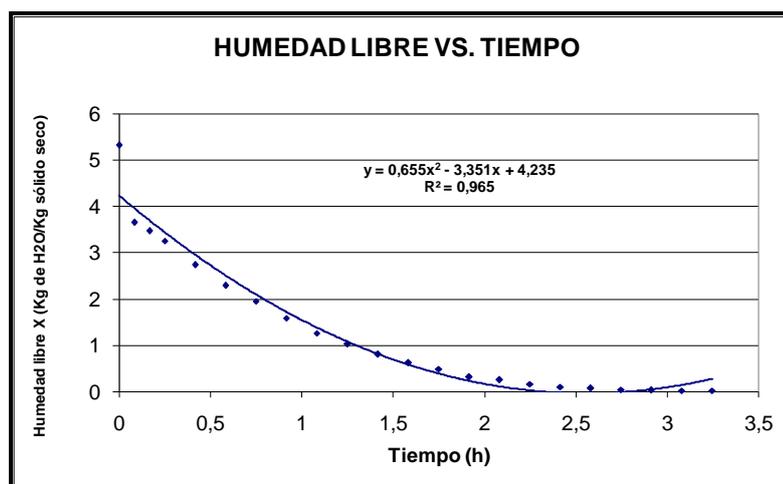
DATOS INICIALES DEL SECADO DE CARAPACHOS

Humedad inicial de la muestra (%):		84,29
Peso placa (g)		1,8
Distancia entre bandejas (cm):		5
Velocidad del Aire (m/s):		4,19
Aire de entrada al secador	Hr (%):	65,1
	T (°C)	25,8
Espesor de la muestra (cm):		1,5
Temperatura inicial de la muestra (°C):		27
Datos de la cama utilizada en el secado	Largo(cm)	19
	Ancho(cm)	7
	Espesor(cm)	1,5
	Area (cm ²)	133
	Volumen(cm ³)	19,5

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

FIGURA 4.2

GRÁFICO DE CINÉTICA DE SECADO



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Aplicando el método detallado en el capítulo 3, a partir de una cantidad inicial de harina de carapachos, determinando el consumo de ácido clorhídrico (HCl) y de hidróxido de sodio (NaOH), se obtuvo la cantidad de proteínas, minerales y pigmentos presentes en la muestra obtenida. La tabla 11 detalla dichas características.

TABLA 11.
CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS
CARAPACHOS DE CAMARÓN

DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
Proteínas	0,43
Minerales	2,41
Pigmentos	8,84

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

El color de la harina se volvió opaco por acción del metanol, mientras más enjuagues se aplicaban mayor era la despigmentación.

Desmineralización:

Luego de desmineralizar, la harina tenía una textura arenosa. Se presentó una liberación de gases debido a la reacción del ácido con los minerales presentes.

Desproteínización y Desacetilación:

La textura de la harina se tornó gelatinosa, dificultando el filtrado debido a la alteración de su viscosidad. Esta apariencia es la que nos indica la presencia del quitosano.

El producto final se cuantificó utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{Producto Final} = \text{Producto Seco} - \text{Pigmento} - \text{Proteína} - \text{Minerales} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

$$\text{Producto Final} = 14,25\text{Kg}$$

El quitosano está formado en un principio de quitina que debe ser desacetilada para su respectiva transformación a quitosano (Fig. 4.3 y Fig. 4.4). La velocidad de producción dependerá del tamaño de la partícula ya que a menor tamaño, mayor velocidad de reacción y menor tiempo de proceso.

FIGURA 4.3
QUITOSANO HÚMEDO SIN DESPIGMENTAR.



David Chávez, 2009

FIGURA 4.4
QUITOSANO SECO SEMI-DESPIGMENTADO.



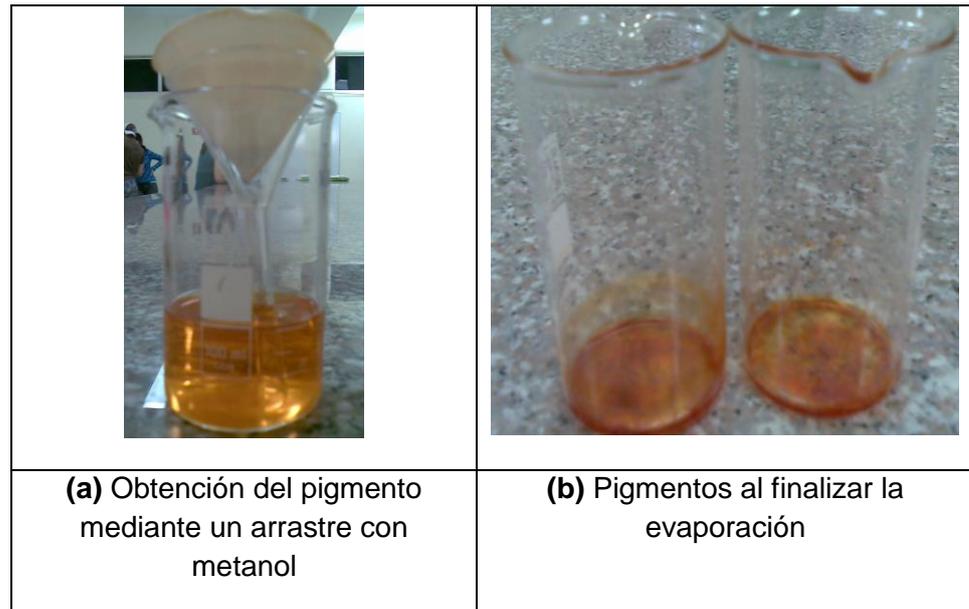
David Chávez, 2009

4.2. Pigmentos Naturales

Aplicando el método descrito en el capítulo 3, se obtuvo como resultado 8,84 Kg de pigmentos a partir de 25,93 Kg de harina de carapachos. El rendimiento total del proceso fue del 34%. En la

figura 4.5 (a) y (b), se observa el pigmento al inicio y al final del proceso.

FIGURA 4.5
EXTRACCIÓN DEL PIGMENTO



David Chávez, 2009

La tabla 12, nos indica el porcentaje de pigmentos presentes en la harina de carapachos luego de los respectivos días de almacenamiento. Es decir, que mientras menor es el tiempo de almacenaje de los carapachos, mayor va a ser la concentración de pigmentos presentes en ellos.

TABLA 12.
CONTENIDO DE PIGMENTOS SEGÚN EL TIEMPO DE
ALMACENAMIENTO DE LOS CARAPACHOS

ALMACENAMIENTO (días)	PIGMENTO (%)
10	9,498
20	7,8
30	3,1

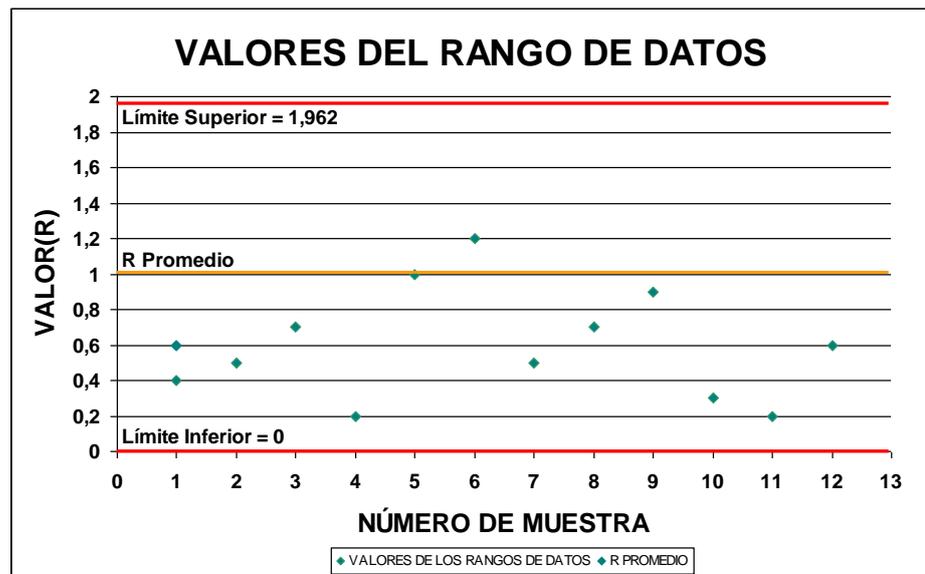
Elaborado por Geomara López y David Chávez, 2009

Al realizar el diseño de experimentos previamente descrito en el Capítulo 3, se obtuvo un valor p para el factor “almacenamiento en días” de 0,001. Por lo tanto, se puede concluir que existe suficiente evidencia estadística para indicar que el “almacenamiento en días” afecta considerablemente al color del pigmento.

Los resultados obtenidos con el modelo lineal (GENERAL LINEAL MODEL, Apéndice B), indican que se puede mantener la suposición de independencia del error; es decir que los valores se encuentran dentro del rango de datos y el método fue bien aplicado. Con los valores calculados en el Apéndice B de R medio, y $D4 * R$ medio se graficó el límite superior para poder comparar los resultados (figura 4.6). Los valores para Dw se muestran en el Apéndice C.

FIGURA 4.6

RANGO DE DATOS DEL DISEÑO



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Se puede observar que las varianzas son homogéneas por que los rangos son inferiores al límite superior (1,962).

Los gráficos presentados como resultado del diseño experimental indicaron que para maximizar la cantidad de pigmentos se debe trabajar con un tiempo de almacenamiento de la materia prima máximo de 10 días.

4.3. Sazonador en polvo

Cocción:

Se determinó mediante diseño experimental las condiciones de proceso idóneas para obtener el extracto. La tabla 13 muestra los parámetros y valores utilizados con sus respectivas calificaciones del color en el extracto, basados en el Apéndice D, el cual relaciona la intensidad con el sabor.

TABLA 13.
CONDICIONES PARA LA COCCIÓN DE LAS CABEZAS DE
CAMARÓN

Almacenamiento (Días)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Agua (ml)	Color
10	5	60	200	4,7
10	5	60	400	4,9
10	5	100	200	13,8
10	5	100	400	15
10	10	60	200	7,6
10	10	60	400	5
10	10	100	200	14,8
10	10	100	400	13
30	5	60	200	2,4
30	5	60	400	3,2

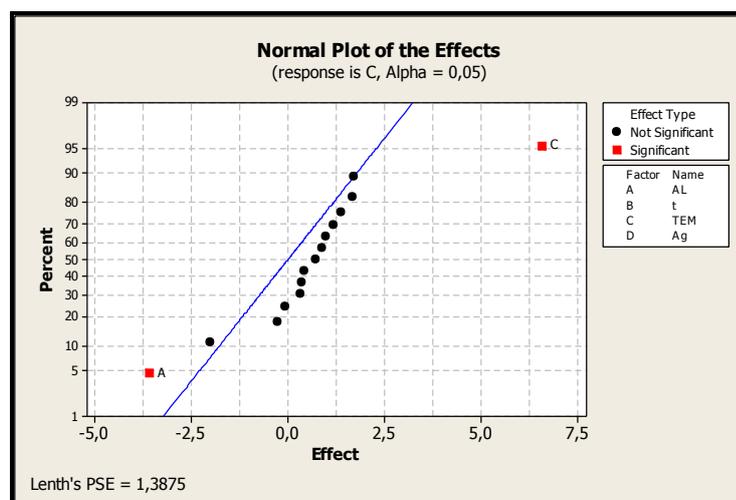
30	5	100	200	5,9
30	5	100	400	7,9
30	10	60	200	4,2
30	10	60	400	6,2
30	10	100	200	7,2
30	10	100	400	13,2

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Los factores que afectan directamente en la cocción se muestran en la figura 4.7, del cual se obtiene como resultado que los días de almacenamiento (A) y la temperatura de cocción (C) inciden en el color; indicando además que la proporción de agua (D) y el tiempo de cocción(B) no afectan directamente al extracto final.

FIGURA 4.7.

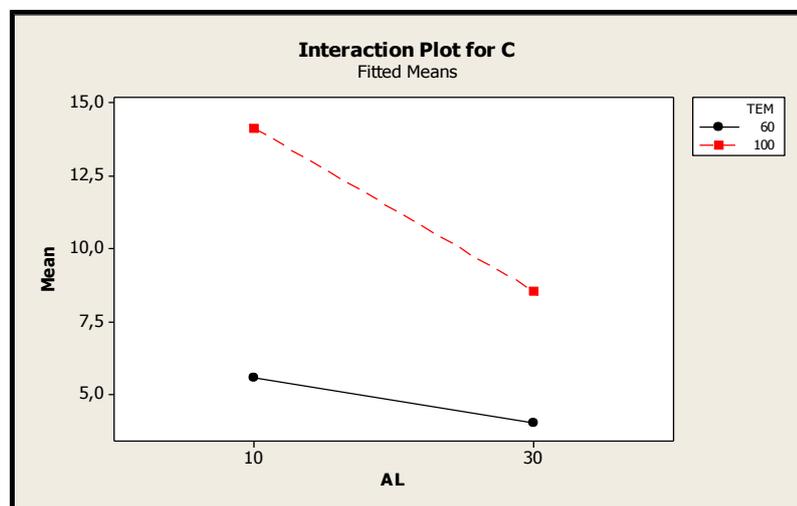
GRÁFICO PARA LOS EFECTOS SIGNIFICATIVOS



La figura 4.8 muestra la interacción entre el almacenamiento en días y la incidencia de la temperatura de cocción sobre el color del extracto, indicando que las condiciones óptimas para este proceso son con un tiempo máximo de 10 días a 100° C.

FIGURA 4.8.

GRÁFICO DE INTERACCION ENTRE FACTORES



Formulación:

Las formulas tentativas para elaborar el sazonador a base de cabezas de camarón se muestran en la tabla 14.

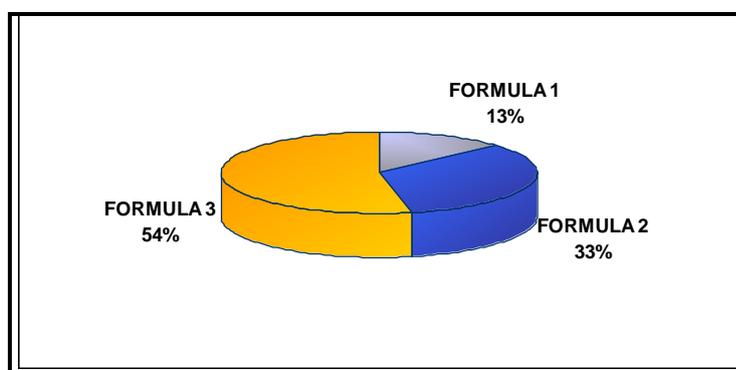
TABLA 14.
FÓRMULAS TENTATIVAS PARA EL SAZONADOR A PARTIR
DE CABEZAS DE CAMARÓN

INGREDIENTES	FORMULA (1)	FORMULA (2)	FORMULA (3)
Extracto de cabezas de camarón (%)	45	55	68
Ajo (%)	8	8	8
Glutamato Monosodico (%)	10	5	2
Sal de Cebolla en polvo (%)	35	30	20
Pimentón con achiote (%)	2	2	2

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

El análisis sensorial se realizó con una prueba de aceptación a 30 panelistas no entrenados con el fin de determinar la fórmula final.

FIGURA 4.9.
GRÁFICO DE RESPUESTA DEL TEST DE PREFERENCIA DE LA
FORMULACIÓN PARA EL SAZONADOR



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Como resultado, se obtuvo que la fórmula preferida fue la número 3, que tiene mayor cantidad de extracto de cabezas de camarón.

Evaporación:

Se evaporó el agua para determinar la cantidad de extracto seco contenido por cada kilogramo de cabezas de camarón. En la figura 4.10 se observa el extracto evaporado, el cual tenía una apariencia similar a una pasta de tomate. El rendimiento fue de 59,49%.

FIGURA 4.10

EXTRACTO DE CABEZA DE CAMARÓN PREVIO A UN SECADO



David Chávez, 2009

Molienda:

El producto seco se llevo a una molienda para obtener el sazónador en polvo a base de cabezas de camarón, obteniendo rendimiento del 79%.

Rendimientos:

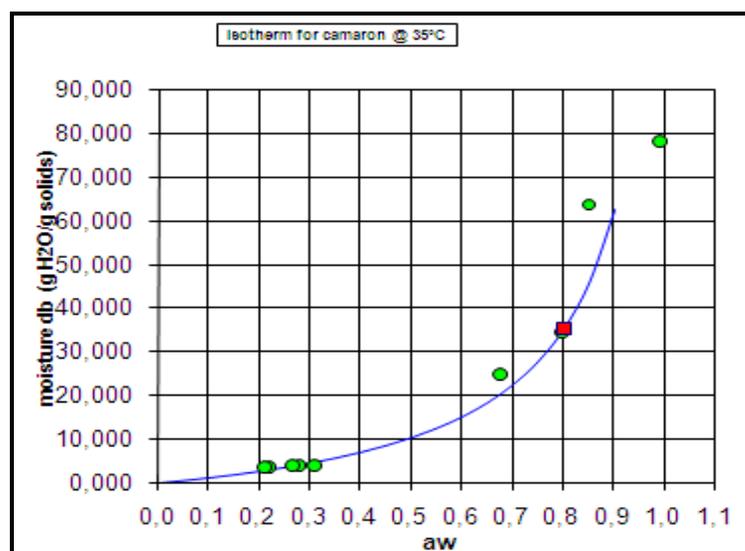
El resultado total del proceso es de 47,19%. Es decir, por cada 1000 Kg de cabezas de camarón se obtienen 471,93 Kg de sazonador a base de cabezas de camarón.

4.4. Harina para consumo animal

Se determinó la isoterma de sorción para conocer la humedad de equilibrio, la humedad libre y el valor de la monocapa de BET. La figura 4.11 muestra el resultado de la isoterma.

FIGURA 4.11

ISOTERMA DE DESORCIÓN PARA CABEZAS DE CAMARÓN



Valor de la monocapa: 2,7978 g H₂O/ g de solido

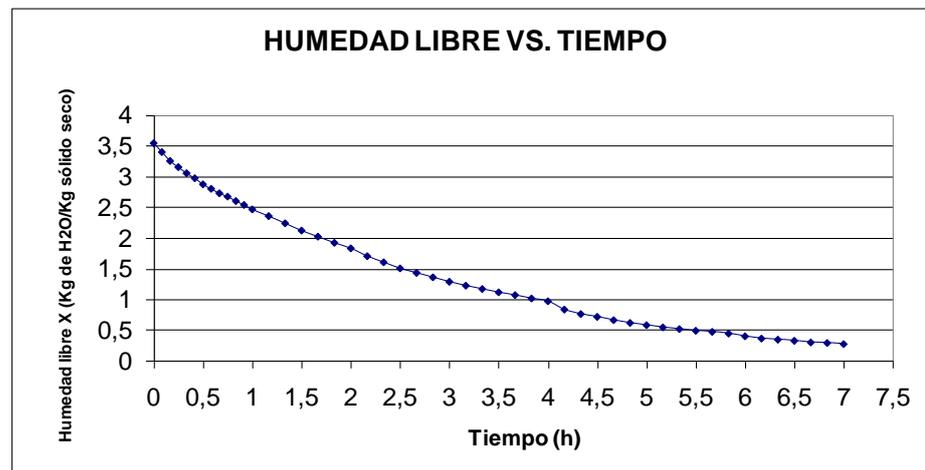
La curva de secado de las cabezas de camarón frescas se determinó bajo las condiciones resumidas en la tabla 15. El secado se realizó a una temperatura promedio de 50 (+/- 5)°C durante un tiempo de 420 minutos. La curva se muestra en la figura 4.12.

TABLA 15.
DATOS INICIALES DEL SECADO POR CONVECCIÓN
FORZADA

Humedad inicial (%):		78,89
Peso de la Placa (g):		4,4
Velocidad de secado (m/s):		4,19
Aire de entrada al secador	Hr (%):	73
	T (°C):	26,2
Espesor de la cama (cm):		0,5
Temperatura inicial de la cama (°C):		19
DATOS DE LA CAMA UTILIZADA EN EL SECADO	Largo (cm)	11,1
	Ancho (cm)	7,2
	Espesor (cm)	0,5
	Área (cm ²)	79,92
	Volumen (cm ³)	39,96

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

FIGURA 4.12
GRÁFICO DE CINÉTICA DE SECADO



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

El rendimiento total del proceso es de 35,87%.

CAPITULO 5

5. DISEÑO DE PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE SUBPRODUCTOS

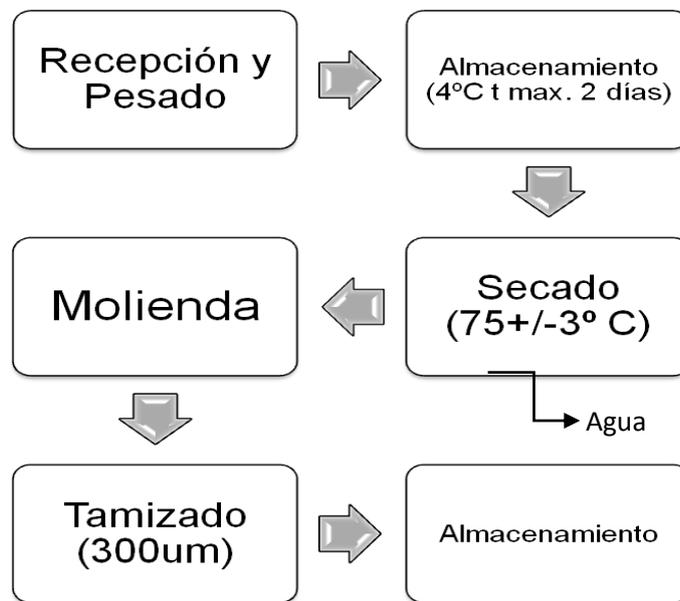
Diseño del proceso para elaboración de harina de carapachos.

Capacidad de Procesamiento:

Como se explicó en el capítulo 2, se destinará el 46,3% de la producción nacional de desperdicios para la elaboración de harina de carapachos destinada a obtención de quitosano y pigmentos. Dicho porcentaje representa una producción de 1 tonelada por hora, correspondientes a 336 toneladas al mes.

La harina de carapachos será despigmentada para posteriormente obtener Quitosano; el pigmento extraído será recuperado y empacado. La figura 5.1 muestra el diagrama de flujo para el proceso de obtención de la harina.

FIGURA 5.1.
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA HARINA DE CARAPACHOS DE CAMARÓN.

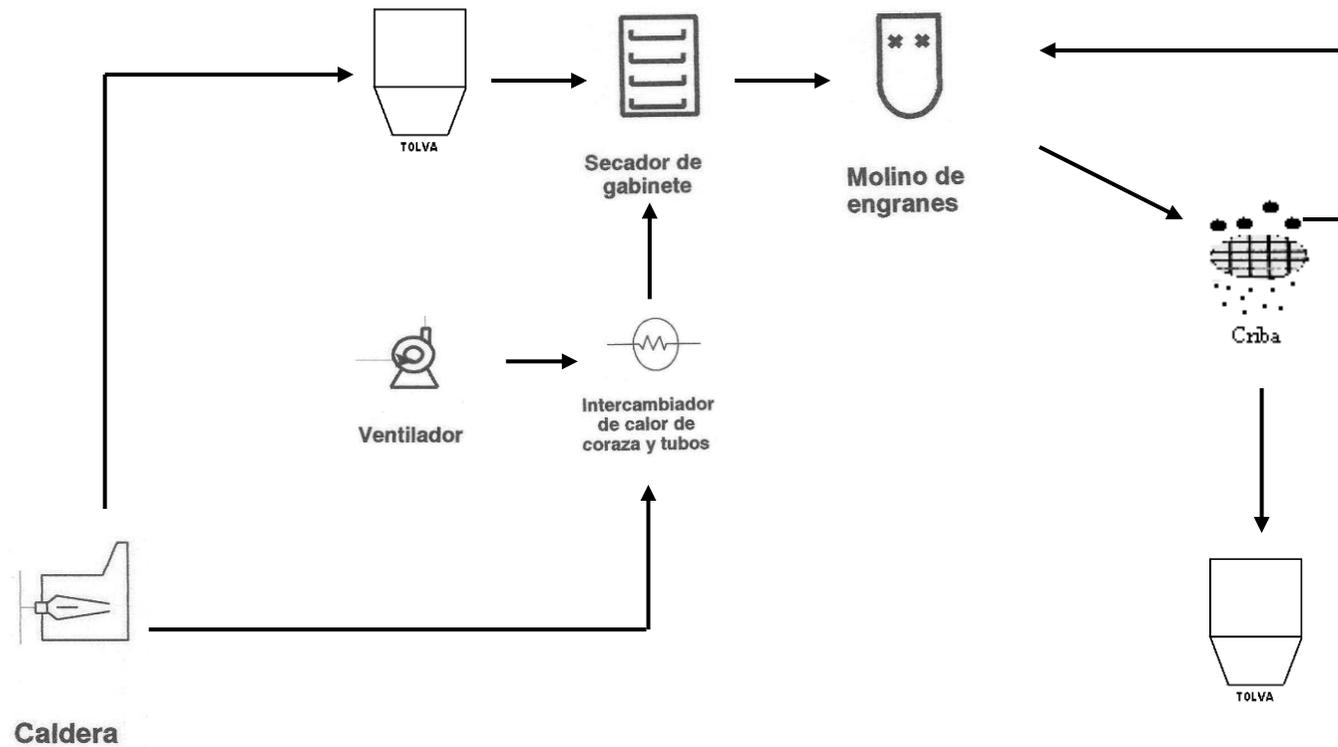


Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

En la figura 5.2, se puede apreciar el diagrama de los equipos requeridos para cumplir con el proceso de obtención de harina de carapachos de camarón. A continuación se describen las características requeridas de los equipos principales.

FIGURA 5.2.

DIAGRAMA DE EQUIPOS PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE CARAPACHOS DE CAMARÓN.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Descripción de los Equipos:

Secador de Bandejas.

El secado de los carapachos se realizará en un secador de bandejas. Para completar el diseño del secador se determinó el tiempo de secado tomando en consideración las características de las bandejas (tabla 16), las condiciones del aire de secado (Tabla 17) y las características del producto a secar (Tabla 18). El tiempo de secado calculado es aplicable solo a dichas condiciones.

TABLA 16.

CARACTERÍSTICAS DE LAS BANDEJAS DEL SECADOR

Longitud L_t , m	1
Ancho, m	0.7
Espacio entre bandejas b , m	0.05
Profundidad x_1 , m	0,05

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

TABLA 17.

CARACTERÍSTICAS DEL AIRE DE SECADO

Temperatura de trabajo (T_s), °C	76
Temperatura del aire, °C	56,8
Velocidad del aire (v), m/s	4,19
Volumen húmedo (V_h), m ³ /kg aire seco	1,18
Densidad (ρ), kg/m ³	1,02
Flujo de aire seco (G), kg/h m ²	15317
Coefficiente de transferencia de calor (h), W/m ² K.	37,47
Calor húmedo promedio (C_s), kJ/ kg aire seco* k	1,19

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

TABLA 18.
CARACTERÍSTICAS DE LOS CARAPACHOS A SECAR

Densidad (ρ), kg/m ³	664,52
Humedad total inicial del sólido (X_{t1}), kg H2O/kg ss	5,37
Humedad de equilibrio (X^*), kg H2O/kg ss	0.0467
Contenido crítico de humedad total (X_{tc}), kg H2O/kg ss	0,14
Humedad libre (X_L), kg H2O/kg ss	0,21
Humedad inicial real (X_1), kg H2O/kg ss.	5,32
Humedad crítica real (X_c), kg H2O/kg ss.	0,093
Humedad real (X), kg H2O/kg ss.	0,1632

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Las ecuaciones 5.1, 5.2 y 5.3 [16], fueron utilizadas para el cálculo del tiempo de secado. El resultado obtenido fue un tiempo de secado a velocidad constante de 1,12 horas, el tiempo de secado a velocidad decreciente fue de 1,20 horas; obteniendo un tiempo total igual a 2,32 horas.

Tiempo de secado para el periodo de velocidad constante.

$$t_c = \frac{(x_1)(\rho_s)(L_t)(\lambda_w)(X_1 - X_c)}{(G)(C_s)(b)(T_1 - T_w) \left(1 - e^{\frac{(-h)(L_t)}{(G)(C_s)(b)}} \right)} \quad (\text{Ec. 5.1})$$

Tiempo de secado para el periodo de velocidad decreciente.

$$t_p = \frac{(x_1)(\rho_s)(L_t)(\lambda_w)(X_c) \ln(X_c / X)}{(G)(C_s)(b)(T_1 - T_w) \left(1 - e^{\frac{(-h)(L_t)}{(G)(C_s)(b)}} \right)} \quad (\text{Ec. 5.2})$$

Tiempo total de secado.

$$\boxed{T_T = t_c + t_p} \quad (\text{Ec. 5.3})$$

Características de los Carritos de Secado:

Se requiere de un secador con una capacidad de 1 tonelada. Las características de los carritos se muestran en la tabla 19.

TABLA 19.

Características de los carritos de secado

Alto de carritos (m)	1,8
Ancho de carritos (m)	0,8
Número de Bandejas x carro	36
Espacio entre bandejas (m)	0,05
Carapachos x bandeja (g)	1478
Carapachos por carritos (g)	53200
Número de carritos	19
Largo de Secador (m)	13
Distancia a recorrer en periodo constante (m)	6,38
Distancia a recorrer en periodo decreciente (m)	6,78
Velocidad del carrito (m/h)	5,66

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

En la tabla 20, se muestran las condiciones del aire de secado, cabe mencionar que el tiempo de secado determinado es a dichas condiciones.

TABLA 20.

CARACTERÍSTICAS DEL AIRE DE SECADO

AIRE CALIENTE	
CARACTERÍSTICA	VALOR
Entalpía (Kj/Kg)	333,56
AH (g Agua/Kg Aire)	104,3
Velocidad del aire (m/s)	4,19
Volumen del aire (m ³ /Kg)	1,18
HR (%)	46,79
Tdb (°C)	76,00
Twb (°C)	56,80
Densidad del aire (Kg/m ³)	1,0155

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Molino.

Por tratarse de un producto sensible como los carapachos de camarón, el proceso de molienda se realizará en un molino de engranes con capacidad de 245 Kg/h para obtener la misma cantidad de harina ya que las pérdidas son despreciables dentro del equipo. El molino va a estar provisto de un tamiz de ciclo cerrado. Esta harina obtenida pasa a ser procesada para obtener quitosano y pigmentos.

5.1. Proceso para la obtención del Quitosano

Capacidad de Procesamiento:

La capacidad de producción para obtener quitosano determinada por balance de materia es de 245 Kg/h. La harina de carapachos deberá despigmentarse previamente como se explica en la sección 5.2, de esta forma se obtiene un producto con un mayor grado de pureza. La figura 5.3 muestra el diagrama de flujo para este proceso mientras que la figura 5.4 explica el diagrama de equipos requeridos.

Descripción de los Equipos

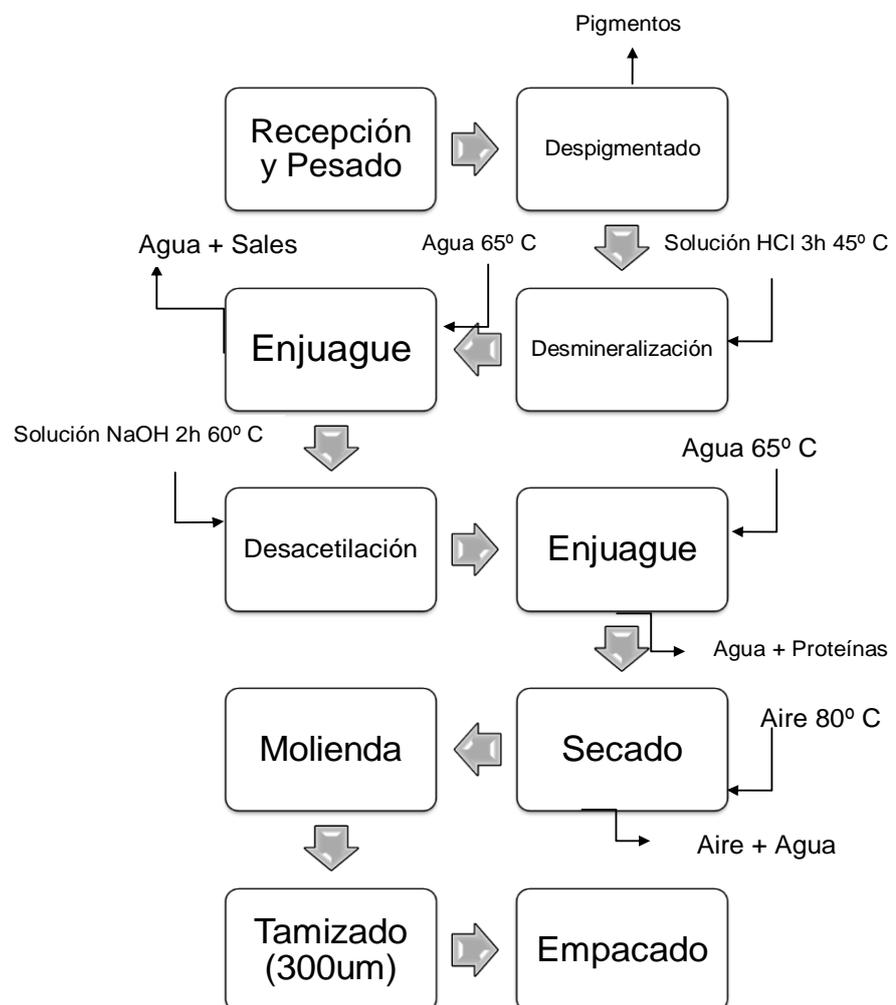
Tanque Desmineralizador.

Para el proceso de desmineralización se necesita de un tanque cilíndrico vertical de acero inoxidable (Reactor 1), con capacidad de 508 litros. El tanque consta de una chaqueta para proveer vapor como medio de calentamiento, además de una conexión en el extremo superior para liberar los gases provocados por la reacción formada durante este proceso.

Tanque Desacetilador.

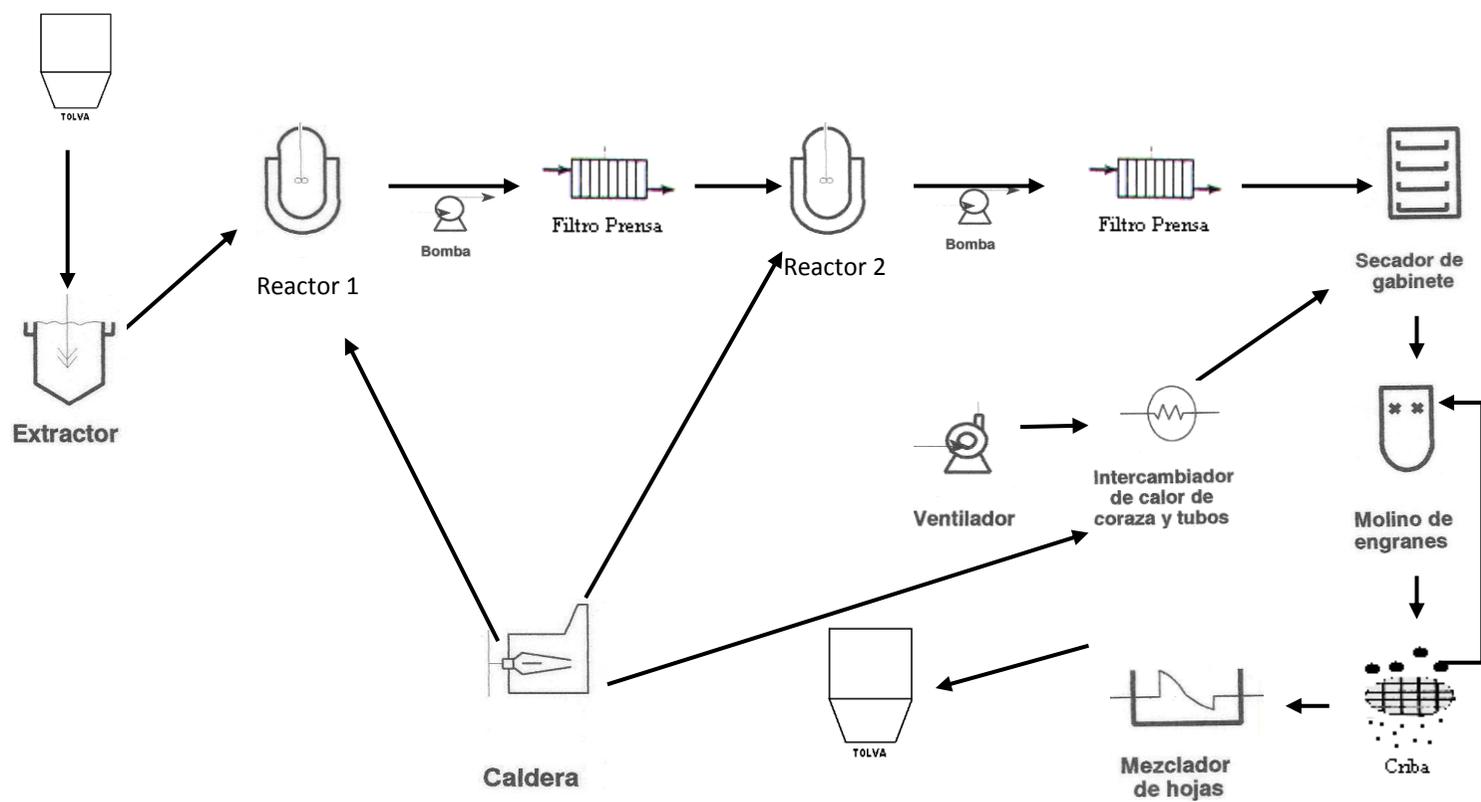
Para el proceso de Desacetilación se requiere de un tanque enchaquetado similar al tanque desmineralizador de acero inoxidable con capacidad para 384 litros (Reactor 2).

FIGURA 5.3.
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE
QUITOSANO.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

FIGURA 5.4.
DIAGRAMA DE EQUIPOS PARA LA OBTENCIÓN DE QUITOSANO A PARTIR DE CARAPACHOS DE CAMARÓN



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

5.2. Proceso para la obtención de Pigmentos Naturales

Capacidad de Procesamiento:

La capacidad de producción para la extracción de pigmentos naturales se determinó bajo balance de materias, estableciendo una producción por hora de 83,5 kilogramos. La figura 5.5 muestra el diagrama de flujo y la figura 5.6 explica los equipos necesarios para cumplir con el proceso establecido de obtención de pigmentos.

Descripción de Equipos

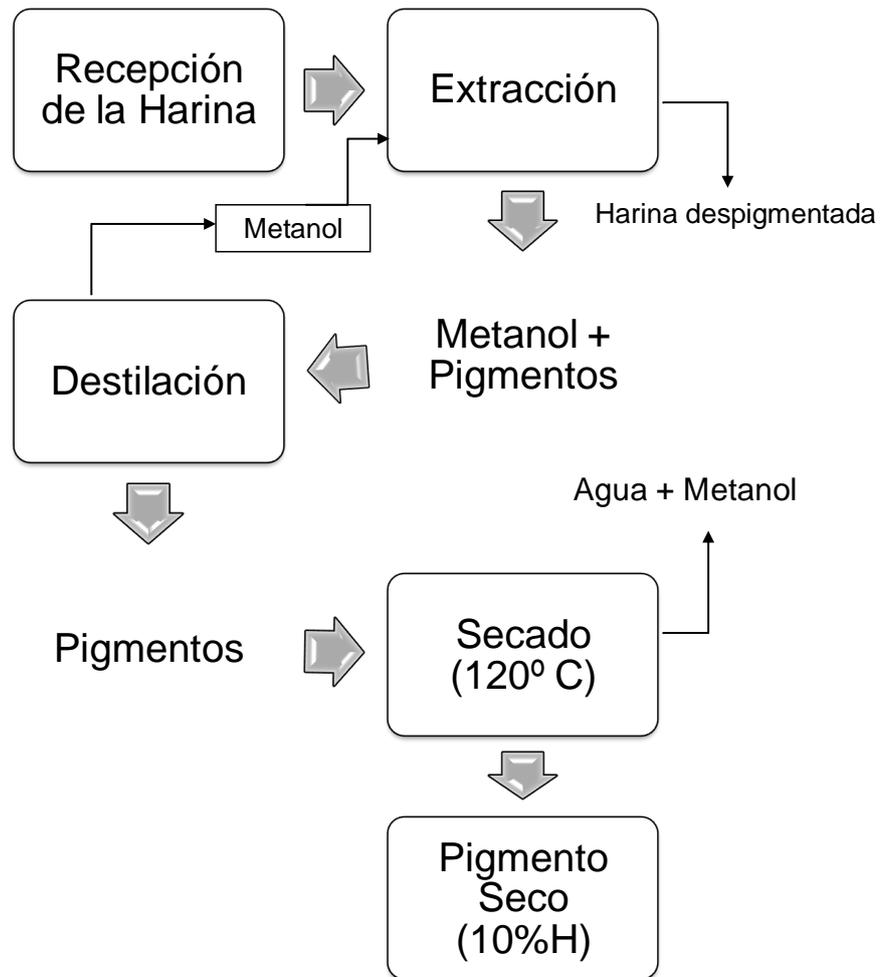
Extractor.

Para el proceso de extracción se requiere de un tanque de acero inoxidable con tiro para reflujo de vapores. Con capacidad para 1,23 m³.

Destilador.

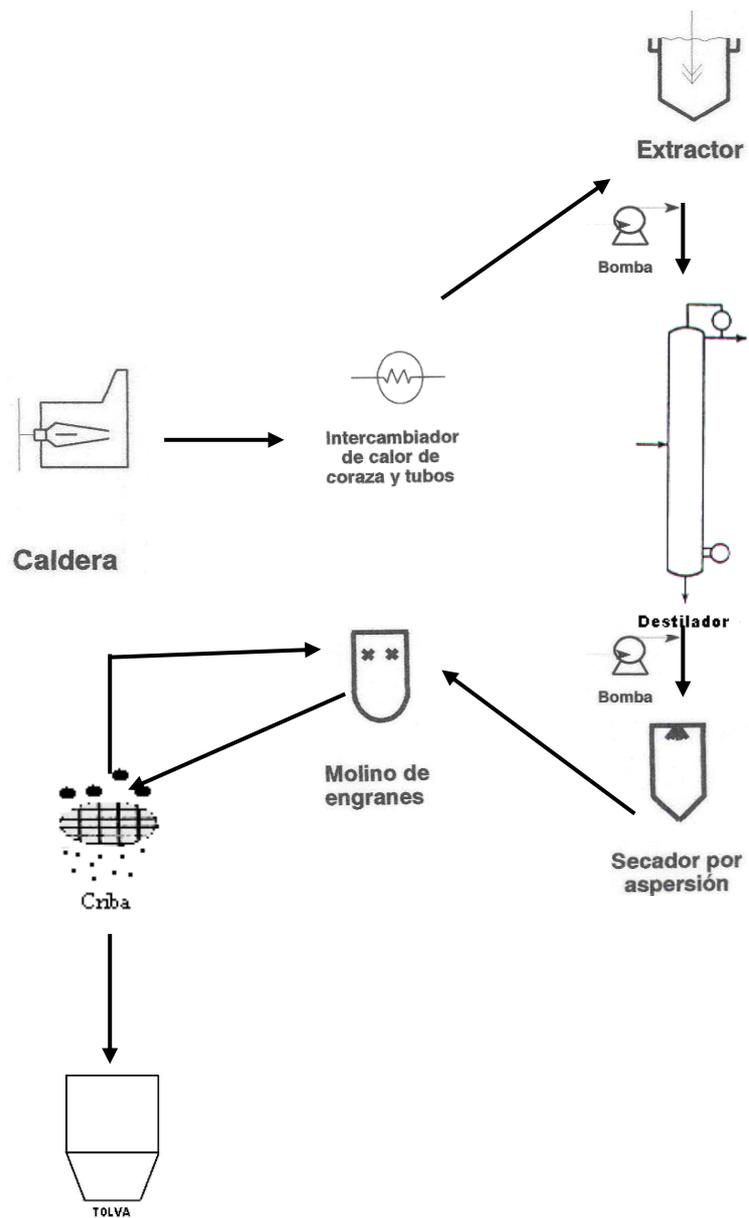
Se requiere una columna de destilación con arrastre de vapor construida en acero inoxidable AISI 304, con nivel constante y condensador. Con requerimiento de caudal de 5 a 10 litros/hora.

FIGURA 5.5.
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE
PIGMENTOS NATURALES.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

FIGURA 5.6.
DIAGRAMA DE EQUIPOS PARA LA OBTENCIÓN DE
PIGMENTOS NATURALES



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

5.3. Proceso para la obtención de un Sazonador en polvo

Capacidad de Procesamiento:

Como se explicó en el capítulo 2, se destinará el 16,43% de la producción nacional para la elaboración de un sazónador a partir de residuos de camarón. Por lo tanto, la capacidad de producción para esta línea es de 1 tonelada diaria.

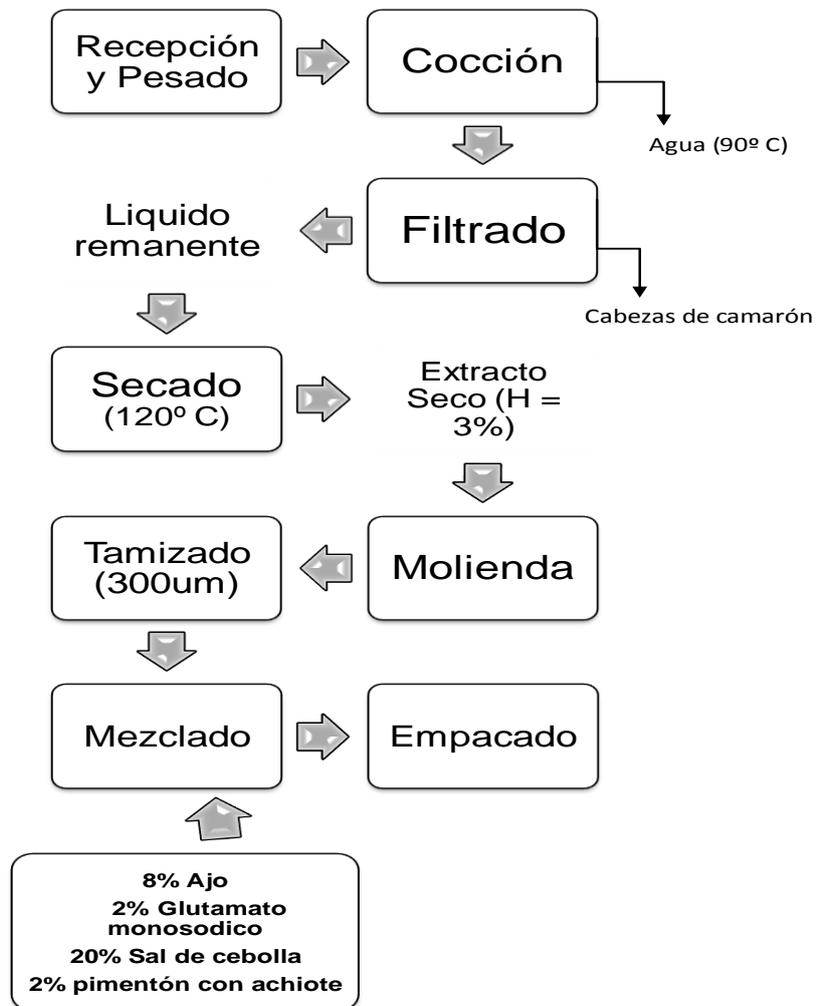
En la figura 5.7 se aprecia el diagrama de flujo para este proceso, mientras que la figura 5.8 muestra el diagrama de equipos.

Descripción de Equipos

Secador Spray Dry

Se llevará a cabo el secado del extracto en un secador por aspersión, ya que es un líquido poco viscoso; de esta forma se obtendrá un alto rendimiento en el producto final.

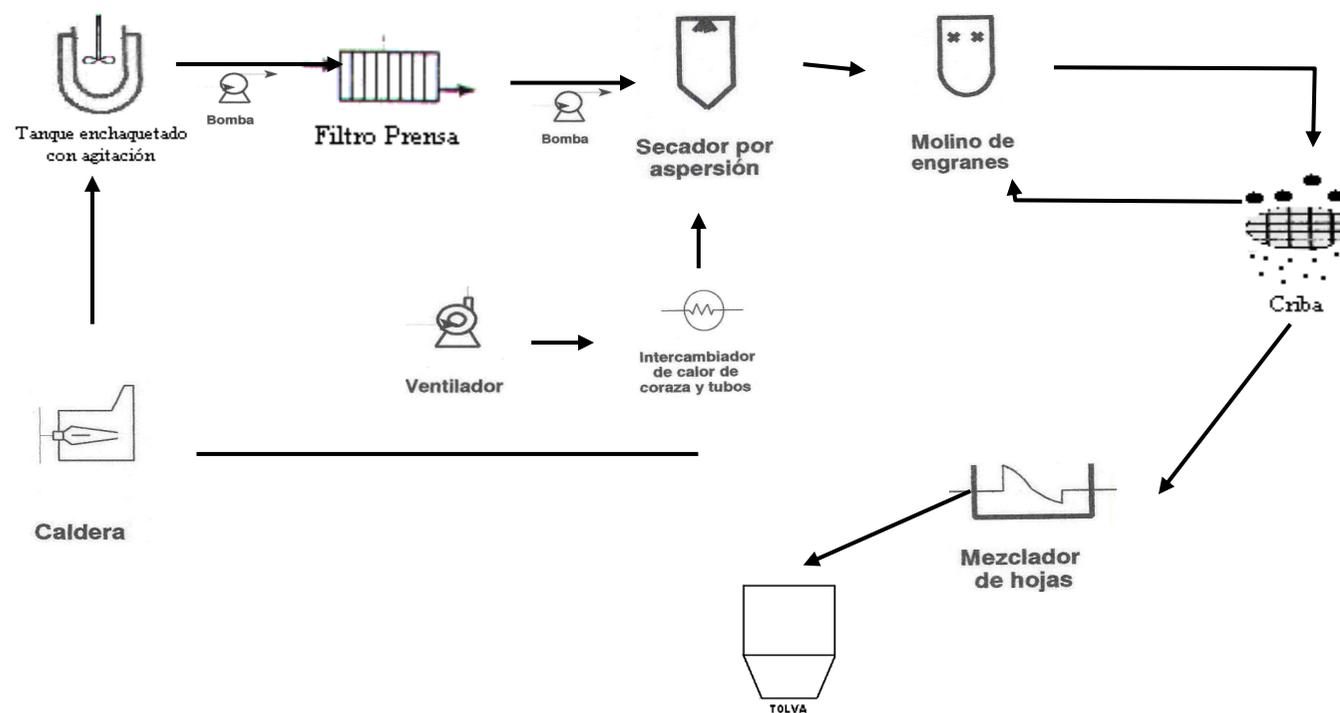
FIGURA 5.7.
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE UN
SAZONADOR EN POLVO.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

FIGURA 5.8.

DIAGRAMA DE EQUIPOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN SAZONADOR A PARTIR DE CABEZAS DE CAMARÓN



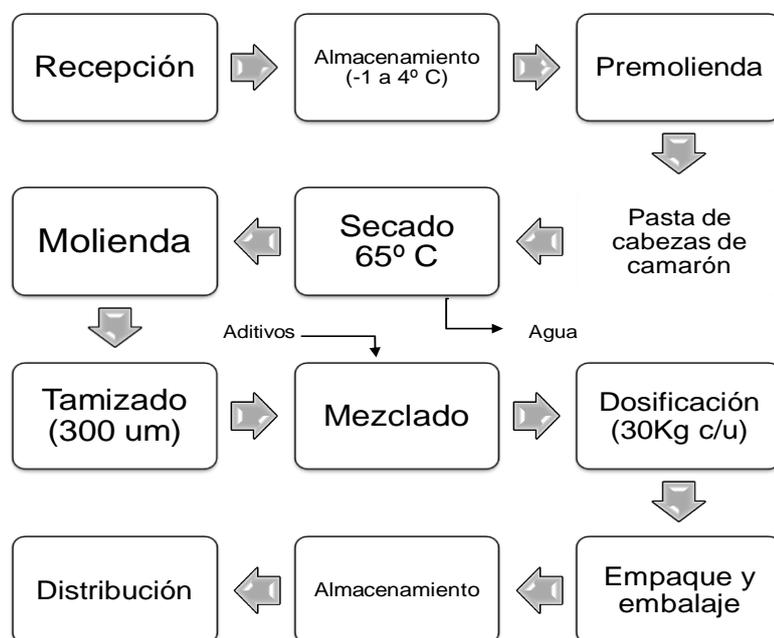
Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

5.4. Proceso para la obtención de Harinas para consumo animal

Capacidad de Procesamiento:

Como se explico en el capítulo 2, se destinará el 16,42% de la producción nacional para la elaboración de la harina de cabezas de camarón, lo cual representa una producción de 1 tonelada por hora o 336 Toneladas al mes. En las figuras 5.9 y 5.10 se aprecian los diagramas de flujo y de equipos respectivamente para este proceso

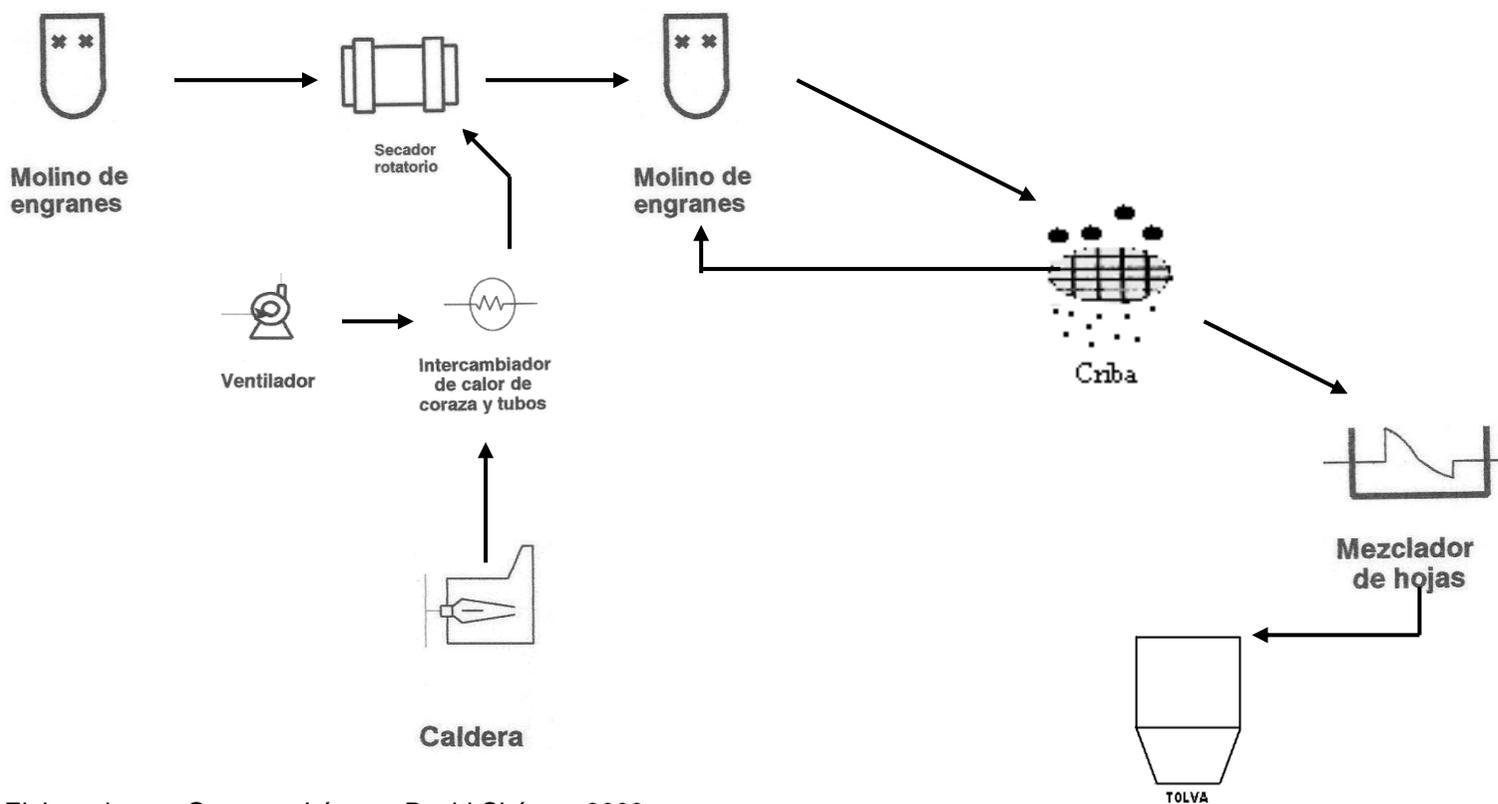
FIGURA 5.9.
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA PARA CONSUMO ANIMAL.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

FIGURA 5.10

DIAGRAMA DE EQUIPOS PARA LA ELABORACIÓN DE HARINAS PARA CONSUMO ANIMAL



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Descripción de los equipos:

Molino de Engranés.

Para el proceso de premolienda se requiere de un molino de engranes, con una capacidad de producción de 1 ton/h. La finalidad es aumentar la superficie de transferencia de masa y obtener en el paso siguiente un secado más homogéneo.

Secador de Tambor Rotatorio.

Se realizará el secado de las cabezas en un secador rotatorio, las características que debe tener el secador se indican en la tabla 21, tomando en consideración las condiciones del aire de secado (Tabla 22) y las características del producto a secar (Tabla 23). El tiempo de secado calculado es aplicable solo a dichas condiciones.

TABLA 21.

CARACTERÍSTICAS DEL SECADOR

Longitud L (m)	10
Diámetro D (m)	1,8
Velocidad de rotación N (rpm)	10
Angulo de inclinación α	2
Capacidad de secado Ton/h	1

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

TABLA 22.

CARACTERÍSTICAS DEL AIRE DE SECADO

Temperatura de trabajo (T_s), °C	55
Temperatura del aire, °C	38,8
Velocidad del aire (v), m/s	4,19
Volumen húmedo (V_h), m ³ /kg aire seco	0,98
Densidad (ρ), kg/m ³	1,08
Flujo de aire seco (G), kg/h	9310
Coefficiente de transferencia de calor (h), W/m ² K.	38,3
Calor húmedo promedio (C_s), kJ/ kg aire seco* k	1,16

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

TABLA 23.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CABEZAS A SECAR

Densidad ρ (kg/m ³)	1266
Diámetro de la partícula D_p (m)	0,02
Flujo de producto F (Kg/h)	220
Humedad total inicial del sólido (X_{t1}), kg H ₂ O/kg ss	3,57
Humedad de equilibrio (X^*), kg H ₂ O/kg ss	0.035
Humedad libre (X_L), kg H ₂ O/kg ss	0,44

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Una vez establecidas las características del secador, del aire de secado y las características de las cabezas frescas en las tablas 21, 22, 23, respectivamente, se determina el tiempo de secado aplicando la ecuación 5.4 [17].

$$t = \frac{0,23L}{DN^{0,9} \tan \alpha} + \frac{10D_p^{-0,5} LG}{F} \quad (5.4)$$

Se determinó un tiempo total de secado igual a 33 minutos.

CAPITULO 6

6. FACTIBILIDAD DE LA APLICACIÓN INDUSTRIAL DE LOS SUBPRODUCTOS

6.1 Lay-out de la planta

La planta estará dividida en tres sectores como se explica a continuación y se muestra en la figura 6.1:

- **Sector 1:** Consta del Área de producción del Sazonador, Bodega de Sazonador, Bodega de Ingredientes secos, Recepción y pesado de Materia prima 2, Bodega de Empaques 1, Control de calidad 1 y Almacenamiento de Cabezas para sazónador.

- **Sector 2:** Está formada por el Área de producción de Harina de Cabeza de Camarón, Control de calidad 1, Bodega de Empaques 2, Bodega de Harina de Cabeza de Camarón, Recepción y pesado de Materia Prima 1 y Almacenamiento de Cabezas de Camarón para consumo animal y de Carapachos de Camarón.

- **Sector 3:** Está constituido por el Área de producción de Pigmentos y Quitosano, Bodega de Empaques 2, Bodega de Reactivos, Almacenamiento de Cabeza y Cáscara de Camarón, Control de calidad 2, Recepción y pesado de Materia prima 2 y la Bodega de Quitosano y Pigmentos

Bodega de empaques: Esta bodega está dividida en dos sectores diferentes; la número 1 está destinada al almacenamiento de empaques dirigidos al sazonzador en polvo; la número 2 es material de empaque para harina de cabezas de camarón, pigmentos y quitosano. La razón de esta separación es que se recomienda separar los materiales que tengan consumidores diferentes (animal

y humano) por motivos de seguridad; ya que los materiales utilizados para su elaboración son diferentes.

Recepción y pesado de Materia Prima: Esta etapa ha sido dividida en dos sectores; el primero será para cabezas de camarón con una calidad muy elevada, y con cuidados más rígidos que el segundo que es para destino animal y químico.

Almacenamiento: Está dividido en dos sectores diferentes; por el motivo de evitar una contaminación cruzada de producto para consumo animal a humano.

Área de supervisión de procesos: Es un área elevada que se encuentra ubicada en el centro de los cuatro procesos; por cuestiones de logística.

Gerencia General y Recursos Humanos: El objetivo de su ubicación es de evitar los olores producidos por los productos elaborados. En la construcción, esta área debe ser colocada según la dirección del viento para evitar los problemas mencionados anteriormente.

Comedor y cocina: Ambos deben estar conectados entre sí para facilitar la logística y la supervisión de la misma por Control de calidad.

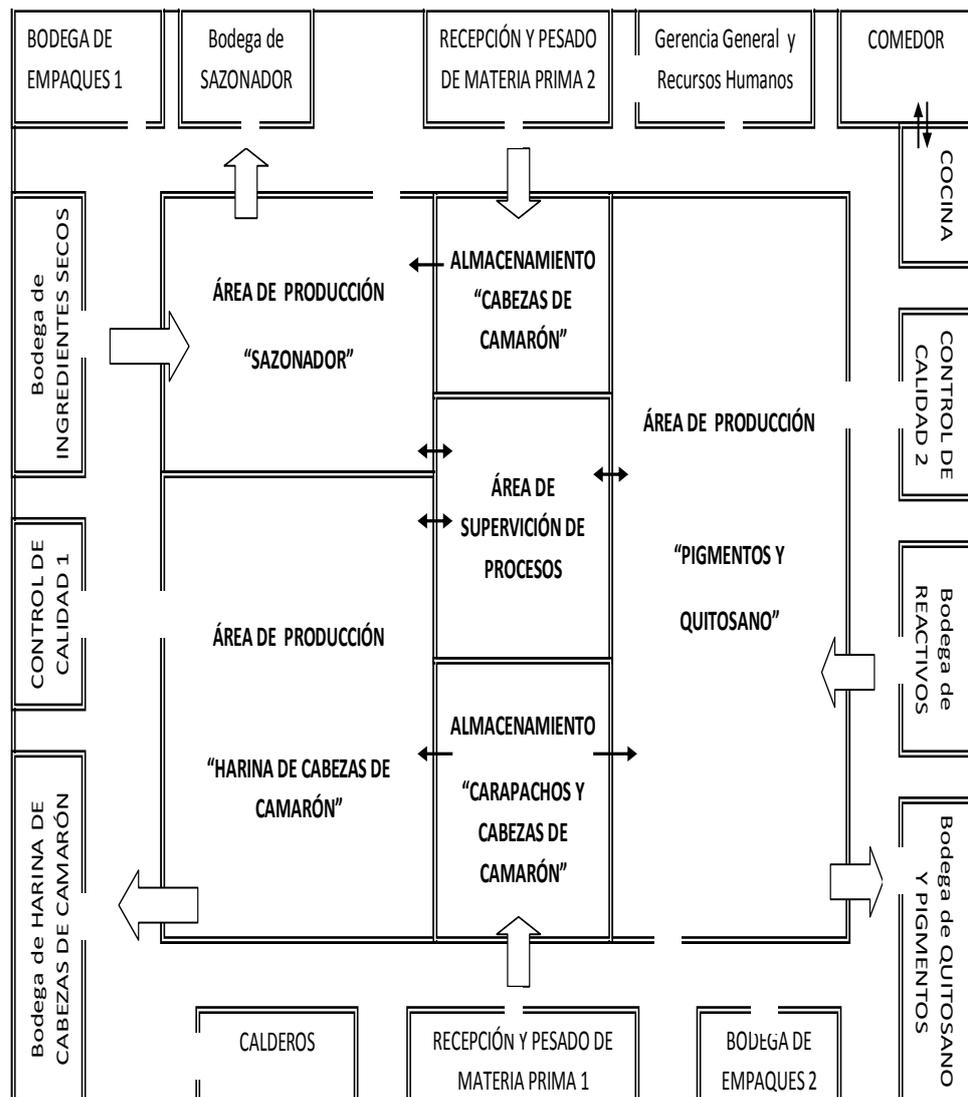
Control de calidad: Está dividido en 2 áreas; la Química (Pigmentos y quitosano) y la alimenticia (Harina de cabezas de camarón y Sazonador en polvo), para evitar confusiones y especializar al personal de cada área y proceso.

Bodega de Reactivos: En esta se encontrará el metanol, ácido clorhídrico e Hidróxido de sodio que luego entran al proceso de extracción de pigmentos y quitosano con sus respectivas separaciones y medidas de seguridad para evitar accidentes.

Calderas: Es donde se generará el calor necesario para distribuir mediante tuberías hacia cada uno de los procesos.

Bodega de ingredientes secos: Es donde se almacenará las materias primas secas para la elaboración del sazón; como son ajo, sal de cebolla, glutamato monosódico y pimentón con achiote.

FIGURA 6.1.
LAY-OUT DE LA PLANTA.



Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

6.2 Proyección de la Demanda a Nivel Nacional

QUITOSANO:

Para la proyección de la demanda a nivel nacional del quitosano, se buscaron datos en el INEC que es una fuente de información estadística; los cuales se muestran en las tablas 24, 25 y 26 presentadas a continuación:

TABLA 24.

TIPO DE INDUSTRIAS EN EL ECUADOR.

TIPO DE INDUSTRIA	Número de Establecimientos
PLÁSTICOS	142
QUÍMICOS	123
ALIMENTOS Y BEBIDAS	427

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

La tabla 24 indica los tipos de industrias con sus respectivos números de establecimientos a nivel nacional; la cuál sirve para determinar el posible mercado para el quitosano [18].

TABLA 25.

INDUSTRIAS ELABORADORAS DE PLÁSTICOS.

TIPO DE INDUSTRIA	CANTIDAD (Kg)	UNIDADES
PLÁSTICOS	383616	2871090

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

La tabla 25 nos indica la cantidad en Kg y unidades consumidas en el año [19].

TABLA 26.

MATERIA PRIMA PARA ALIMENTOS DE CONSUMO ANIMAL.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Kg)
Conchas de moluscos, crustáceos o equinodermos y jibión, sin labrar o preparadas simplemente, pero no recortadas en una forma determinada, incluso polvo y desperdicios de estos productos	2693

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

La tabla 26 indica el consumo de materia prima en la elaboración de alimentos para consumo animal en Kg.

PIGMENTOS:

El uso de los pigmentos en la industria es muy amplio; los mercados potenciales para este producto están localizados en la acuicultura, específicamente para el cultivo de Artemia, tilapia y salmón, que requieren para su dieta un alto porcentaje de astaxantina.

SAZONADOR:

Para obtener la proyección de la demanda a nivel nacional, se realizaron encuestas a 4 ciudades que fueron Guayaquil, Manta, Quito y Cuenca con un número de 200 personas en cada una de ellas. El cuál se resume en la tabla 27 presentada a continuación:

TABLA 27.**RESPUESTAS EN PORCENTAJES DE LA ENCUESTA REALIZADA.**

Consumiría usted un Sazonador en polvo a base de un extracto de cabezas de camarón?		
CIUDAD	Sí	No
Guayaquil	55%	45%
Quito	72%	29%
Cuenca	67%	33%
Manta	40%	60%

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

La tabla 28, posee datos obtenidos del INEC (Instituto Ecuatoriano de Censos) los cuales sirven para determinar la demanda de consumo en el país.

TABLA 28.**FRECUENCIA DE CONSUMO POR FAMILIAS**

Año	# De Familias En Ecuador Con Más De 4 Miembros	% De Familias Que Comprarán El Sazonador En Polvo	Frecuencia Mensual
2005-2006	1177180	20%	2

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Con una cantidad de 20g por sobre y con un tiempo trabajado al día de 14h con 24 días al mes y con los datos de la tabla 28; se calculó las unidades proyectadas (Tabla 29).

TABLA 29.

PROYECCION DE VENTAS

Unidades al mes	470872
Unidades al año	5650464
Exportaciones al año	7261963,2
Kilogramos anuales	113009,28
Kilogramos exportables al año	145239,25

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

Las unidades y kilogramos exportables al año se las calculó realizando una diferencia entre la capacidad de producción de la planta y la demanda a nivel nacional. La tabla 29 describe las proyecciones anuales aproximadas a partir del año 2 del proyecto; estos cálculos se basan inicialmente en la tabla 30.

TABLA 30

VENTAS EN Kg. ANUALES

2	3	4	5	6	7	8
3%	-----	-----	5%	-----	-----	10%
265996	265996	265996	271161	271161	271161	284073

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

HARINA DE CABEZAS DE CAMARÓN:

La Harina de pescado como insumo principal en la elaboración de alimentos balanceados ha incurrido algunos inconvenientes en los últimos años debido a su aumento excesivo en precio y baja disponibilidad. En los 2 últimos años, la harina de pescado ha incrementado su precio en un 40%. En enero del 2006, llegaba a valores referenciales de USD 600 a 800 la tonelada y en septiembre del 2007, el precio se disparó a USD 1 000 y 1 300. Sin embargo, en el primer semestre del 2009 bajó ligeramente a USD 800. Por lo tanto, es importante desarrollar otro tipo de harinas que disminuyan los costos del alimento balanceado, siendo una de las alternativas la harina de cabezas de camarón.

Se producirá 336 Toneladas anuales de harina de Cabezas de Camarón. Según los cálculos realizados en la capacidad de producción en el capítulo 5, la cual representará el 1% de la demanda nacional como materia prima.

6.3 Costos

Para calcular el costo de mano de obra, para cada uno de los procesos, se tomó como referencia los valores del instructivo salarial de la cámara de Quito para el año 2009 [20]. Como se puede observar en el Apéndice E, el costo real de mano de obra para el año 2009 es de 308,04\$/mes.

Para obtener los costos de Mano de Obra y de Materia prima se tomó como referencia para el cálculo mensual la tabla 31:

TABLA 31.

JORNADAS DE TRABAJO

TIEMPO	CANTIDAD
Horas / día	14
Días / mes	24
Horas trabajadas al mes	336

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

6.3.1 Costos de Materia Prima

Los costos de Materia prima fueron calculados con una base de 1000Kg/día de trabajo; con los valores de la tabla 32 obteniendo como resultado los costos mensuales para cada producto a obtener.

TABLA 32.

COSTOS DE MATERIA PRIMA

PRODUCTO	Kg/h	Kg/día	Ton/mes	\$/Ton	COSTO MENSUAL (\$)
QUITOSANO	1005,7	14080,2	337,9	7,7	2608,0
HARINA DE CABEZAS DE CAMARÓN	1000,0	14000,0	336,0	13,2	4445,4
PIGMENTOS NATURALES	1000,0	14000,0	336,0	8,8	2963,6
SAZONADOR (Extracto)	71,4	1000,0	24,0	22,1	529,2
SAZONADOR (Especias)	12,20	171	4,10	-----	32497,02
TOTAL ->					43043,3

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

6.3.2 Costos de Mano de Obra

Los costos de Mano de Obra fueron calculados según el tamaño y número de equipos colocando la tabla 33 que muestra el resumen de estos cálculos.

TABLA 33.

COSTOS DE MANO DE OBRA

PRODUCTO	COSTO UNITARIO OPERARIOS (\$)	# DE OPERARIOS	COSTO TOTAL mensual (\$)
QUITOSANO	308,04	15	4621
HARINA DE CABEZAS DE CAMARÓN	308,04	17	5237
PIGMENTOS NATURALES	308,04	13	4005
SAZONADOR	308,04	16	4929
TOTAL ->			18790

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

6.3.3 Costos Indirectos de Fabricación

Los Costos Indirectos de Fabricación (Tabla 34) se obtuvieron tomando en cuenta los costos de energía, Mano de obra directa, y un valor del 10% del costo de energía como gastos en lubricantes y combustibles.

TABLA 34.

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

PRODUCTO	MANO DE OBRA	ENERGÍA	C.I.F. (\$mes)
QUITOSANO	4620,6	3917,5	4269,0
HARINA DE CABEZAS DE CAMARÓN	5236,7	8447,1	6841,9
PIGMENTOS NATURALES	4004,5	13206,8	8605,7
SAZONADOR	4928,6	1554,8	3241,7
TOTAL ->			22958,3

Elaborado por: Geomara López y David Chávez, 2009

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño de experimentos realizado, demostró que el pigmento presente en el camarón empieza a degradarse luego de los diez días, lo que indica que dicho tiempo deberá ser el máximo para el almacenamiento de la materia prima; sin embargo se deben considerar otros factores importantes como la estabilidad microbiológica. Tomando en cuenta que la temperatura de bodega es de refrigeración, se recomienda que tanto las cabezas como los carapachos sean utilizados en un tiempo no mayor a dos días. La cabeza es la más susceptible a la contaminación microbiana debido a que en ella se encuentra todo el aparato digestivo del camarón y es con la cual deberá tenerse mayor cuidado durante el proceso.

El metanol utilizado en el proceso de despigmentado en la obtención del quitosano, debe ser reciclado y reutilizado; de esta forma se aprovecha este recurso además de recuperar el pigmento. El contenido de metanol en el producto final es nulo ya que la temperatura de volatilización del mismo es de 64,5° C y se evapora durante el proceso de secado a una temperatura de 76° C, por lo tanto no existe riesgo de envenenamiento por metanol. Sin embargo, dependiendo del consumidor final, es recomendable que se realicen análisis para certificar la ausencia de dicho solvente.

Las condiciones para obtener el extracto de las cabezas de camarón se determinaron en base al color, fundamentados en la relación sensorial que existe entre la vista y el gusto. Aunque en el diseño experimental se determinó que el tiempo de proceso es indiferente al resultado del extracto, no es recomendable que sea muy prolongado, ya que podría disminuir el aroma característico a camarón. En cuanto a la fórmula final para el sazónador se obtuvo como la preferida por los consumidores la que contenía mayor porcentaje de extracto, o sea la de 68%. La encuesta realizada a consumidores tuvo la menor aceptación en la región costa, esto debido a que se cuenta con la materia prima disponible, aunque resultaría conveniente en épocas donde el precio del camarón sube, así como para la región sierra y el mercado internacional.

A pesar de que el país no dispone de la tecnología y los estudios científicos para la fabricación de elaborados a partir de quitosano, se cuenta con las herramientas para transformar la harina de carapachos en quitina y quitosano, pudiendo ser exportable como tales en lugar de hacerlo como harinas, dando un valor agregado a los desperdicios del camarón. Por el momento, el mercado de este subproducto del camarón se enfocaría hacia el extranjero. La Harina y el pigmento cubren una demanda en el mercado de la alimentación animal como materia prima para mezclarse con otros ingredientes. Para que se pueda utilizar el pigmento como aditivo para consumo directo de humanos se debe primero realizar un estudio de su grado de pureza.

Se recomienda realizar estudios de estabilidad de los productos obtenidos así como del empaque que los contendrá el cuál dependerá de la barrera de vapor de agua utilizada.

APÉNDICE A

TEST DE PREFERENCIA

Nombre: _____ Fecha: _____

INSTRUCCIONES: Indique con el número de vaso correspondiente, el orden de preferencia siendo 1 la menor y 3 la mayor.

MUESTRAS	<u>D567</u>	<u>38H0</u>	<u>8H7U</u>
PREFERENCIA			

APÉNDICE B

RESIDUOS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

M	T	D	P	RESI1	$e_i - (e_i - 1)$	$\{e_i - (e_i - 1)\}^2$	$(e_i)^2$	ΔP
60	25	10	8,2	-0,083			0,007	0,4
60	25	20	6,1	0,042	0,125	0,016	0,002	0,5
60	25	30	2,9	0,042	0	0	0,002	0,7
60	35	10	8,7	0,083	0,042	0,002	0,007	0,2
60	35	20	6,4	-0,042	-0,125	0,016	0,002	1
60	35	30	3,3	-0,042	0	0	0,002	1,2
180	25	10	8,7	0,083	0,125	0,016	0,007	0,5
180	25	20	6,4	-0,042	-0,125	0,016	0,002	0,7
180	25	30	3,2	-0,042	0	0	0,002	0,9
180	35	10	8,4	-0,083	-0,042	0,002	0,007	0,3
180	35	20	6,4	0,042	0,125	0,016	0,002	0,2
180	35	30	3,3	0,042	0	0	0,002	0,6
					SUMA =>	0,082	0,042	
					DW =>	1,958		

M= Tiempo minutos de extracción

D= Almacenamiento en días

T= Temperatura en °C

P= Porcentaje de pigmento
obtenido

Con 2 repeticiones en cada experimento se obtuvo un valor R MEDIO = 0,6
que es el promedio de los valores de color (máximo valor – valor mínimo) ΔP

D4 para un n=2 => 3,27

D4*RMEDIO => 1,962

APÉNDICE C

Cartas de Control para la Media y el Rango

Tamaño de muestra (n)	Gráfico de medias	Gráfico de Rangos	
	Factor A2	Factor D3	Factor D4
2	1.88	0	3.27
3	1.02	0	2.57
4	0.73	0	2.28
5	0.58	0	2.11
6	0.48	0	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78

APÉNDICE D

ESCALA DE COLOR PARA LA CALIFICACIÓN DEL EXTRACTO

ESCALA	COLOR
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

APÉNDICE E

REMUNERACIÓN BÁSICA MÍNIMA UNIFICADA

TRABAJADORES	REMUNERACIÓN BÁSICA ENERO 2009
Trabajadores en general	218 \$
Trabajadores pequeña industria	
Trabajadores de maquila	
Trabajadores agrícolas	
Operarios de artesanos	185 \$
Colaboradores de microempresa (trabajadores)	
Trabajadores de servicio doméstico	200 \$

COSTO REAL DE LA MANO DE OBRA

	INGRESO REAL MENSUAL	USD 272,48
1	Remuneración básica mínima unificada	218 \$
2	Décimo tercera remuneración	18,16\$
3	Décimo cuarta remuneración	18,16\$
4	Fondo de reserva	18,16\$

COSTOS ADICIONALES

	COSTOS ADICIONALES	USD 35,56
1	Aporte al IEES (11,15%)	24,30 \$
2	CNCF (0,5%)	1,09 \$
3	IECE (0,5%)	1,09 \$
4	Vacaciones	9,08 \$

BIBLIOGRAFÍA

[1]. _____. “Camarón”, PEDRAMOL FACTORY; mayo 2009.

Disponible en: <<http://www.pedramol.com/mariscos/camaron.htm>>.

[2]. Bicity, J.P. “Producción de Camarones”. Camarones.blogspot;

mayo 2009. Disponible en:

<<http://camaronesexpo.blogspot.com/2008/02/produccion-de-camarones.html>>.

[3]. _____. “Langostinos Congelados”. CONSUMER EROSKI;

mayo 2009. Disponible en:

<www.revista.consumer.es/web/es/20001201/actualidad/analisis1/27186.php>

[4]. Andaluz. J. “Camarón Ecuatoriano: Historia de caídas, aprendizaje y consolidación. (Parte 3)”. Diario Correo en línea; mayo 2009.

Disponible en:

<<http://www.diariocorreo.com.ec/archivo/2008/05/29/camaron-ecuatoriano-historia-de-caidas-aprendizaje-y-consolidacion-parte-3>>

[5]. _____. “Camarón” Ecuador Exporta. CORPEI; mayo 2009.

Disponible en:

<<http://www.ecuadortrade.org/contenido.ks?contenidold=3001>>

[6]. Pérez. J., Armendáriz. O. “Análisis de la Industria Camaronera y su Comportamiento Crediticio”. SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS. Junio 2006.

[7]. Caprile. D. “Obtención y Utilización de Quitina y Quitosano a partir de desechos de crustaceos”. Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental; mayo 2009. Disponible en:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/iswa2005/quitina.pdf>

[8]. Centros de Producción más limpia de Nicaragua y El Salvador. *Manual de Buenas prácticas Operativas de Producción más limpia para Procesadoras de Camarón*. PROARCA/SIGMA. Junio 2009

[9]. EBSCO CAM Medical Review Board. “Quitosano”. EBSCO Publishing. 2009. Disponible en:

<http://healthlibrary.epnet.com/GetContent.aspx?token=0d429707-b7e1-4147-9947-abca6797a602&chunkiid=124905>

[10]. Meyers. S. P. "Papel del Carotenoide Astaxantina en la Nutrición de Especies Acuícolas". Louisiana State University, Baton Rouge. Mayo 2009

[11]. Báez. J. E. "Generadores de Colores Naturales: Carotenos y Xantofilas". Universidad de Papaloapan (UNPA). Oaxaca, México. 2007

[12]. _____. "Directorio de Exportadores Ecuatorianos Periodo Diciembre 2008". CORPEI. 2008.

[13]. Alvarado. J. "Obtención de Quitina, Transformación a Quitosano y Elaboración de Películas Biodegradables a partir de Desperdicios de Crustáceos". Universidad Técnica de Ambato. *Ciencia y Tecnología*, 4(2):39-47. 2005

[14]. Puente. P. "Caracterización Química y Determinación de la Actividad Antimicrobiana de Pigmentos Obtenidos desde Cepas del Género *Chromobacterium*, *Flavobacterium*, *Flexibacter* Y *Micrococcus*". Universidad Austral de Chile. 2007.

[15]. Vilaso. M. *Desarrollo de Métodos analíticos para la Valoración Nutricional del Cangrejo de las Nieves, Chionocetes Opilio*. Tese de Doudoramiento. Universidade de Santiago de Compostela. Grupo Compostela. 2007

[16]. Ibarz Ribas. A., Barbosa-Cánovas. G. *Operaciones Unitarias en la industria de alimentos*. Boca Raton, CRC Press. 2005.

[17]. Valentas. K., Rotstein. E., Singh. R. *Handbook of Food Engineering Practice*. Boca Raton, CRC Press. 1997

[18]. De la Cadena. A., Viera. M. "Manufactura y Minería 2007, Tomo I" Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2007.

[19]. De la Cadena. A., Viera. M. "Manufactura y Minería 2007, Tomo II" Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2007.

[20]. CÁMARA DE COMERCIO DE QUITO. "Instructivo Salarial". 2009. Disponible en:

<http://www.lacamaradequito.com/dmdocuments/instructivosalarial2009.pdf>