



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA



TÍTULO DEL TRABAJO:
DESARROLLO DE UNA PLANTA BIOTECNOLÓGICA
PRODUCTORA DE QUITINA/QUITOSÁN

INFORME TÉCNICO DE LA OPCIÓN CURRICULAR EN LA MODALIDAD DE:
CREACIÓN DE MICROEMPRESA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO BIOTECNÓLOGO

PRESENTAN:
CRUZ MIGONI BETSAIDA RAQUEL
MONTER RAMÍREZ GABRIEL
MORELOS ALVARADO LAURA PATRICIA

ASESORE TÉCNICO: Dr. RAÚL RICARDO DÍAZ CONTRERAS
ASESOR FINANCIERO: Lic. ALICIA BALANDRA GARCÍA
EVALUADOR: M. en C. CARLOS OROZCO ÁLVAREZ

México, D. F. Mayo 2008

C O N T E N I D O

I. Resumen Ejecutivo	5
II. Introducción	6
III. Análisis e investigación de mercado	8
IV. Estrategia de negocio	14
V. Organización y Administración	18
VI. Aspectos Económico-Financieros	26
1. Factibilidad Técnica	26
2. Cuantificación de Inversiones	37
3. Factibilidad Económica	39
4. Análisis de sensibilidad	41
VII. Conclusiones	44
VIII. Referencias	45
IX. Anexos	
Anexo A. Empresas relacionadas con la comercialización de quitina y quitosán en el mundo.	48
Anexo B. Diagrama de flujo del proceso de producción de quitina y quitosán.	52

X. Glosario

53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Algunas áreas de aplicación de la quitina y sus derivados.	8
Tabla 2. Asignación de funciones y utilidades.	23
Tabla 3. Cotización de los equipos.	37
Tabla 4. Costos unitarios de producción.	38
Tabla 5. Inversión fija	38
Tabla 6. Incremento de la capacidad instalada.	39
Tabla 7. Amortización de crédito	39
Tabla 8. Estado de resultados	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Participación en el mercado de los derivados de quitina.	9
Figura 2. Desechos de camarón generados en México desglosado por estado en 2003	11
Figura 3. Serie histórica de producción de desecho en los seis estados más relevantes.	12
Figura 4. Quitosán al 1% en solución, elaborado por DEBIOTEC.	14

Figura 5. Proceso de Coagulación-floculación empleando quitosán.	15
Figura 6. Organigrama DEBIOTEC	24
Figura 7. Estructura de la quitina y el quitosán.	26
Figura 8. Diagrama general de producción.	28
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de producción.	31
Figura 10. Gráfica del punto de equilibrio	41
Figura 11. Variación de la TIR en función del precio de venta del producto, manteniendo constante el costo de producción de \$160,000.00 pesos.	42
Figura 12. Variación de la TIR en función del costo de producción, manteniendo constante el precio de venta del producto de \$350,000.00 pesos.	43

I. RESUMEN EJECUTIVO

La quitina es el material estructural que brinda rigidez a los caparazones de crustáceos, insectos y algunos microorganismos. El quitosán es un derivado de la quitina con propiedades químicas y biológicas inusuales que han despertado el interés de muchas compañías desde hace algunas décadas.

El mercado para las aplicaciones del quitosán está creciendo en la actualidad. Muchas publicaciones sobre su producción y aplicaciones están siendo elaboradas o han sido publicadas recientemente, además el impulso por los materiales biodegradables y ambientalmente amigables está conduciendo numerosas investigaciones.

Este documento provee una revisión de las aplicaciones, el mercado en general, un nicho de mercado seleccionado y la estrategia de negocio en los capítulos III y IV. Después se presenta la organización de nuestra empresa y la forma en que se plantea su administración en el capítulo V. El capítulo VI se enfoca en los aspectos económico-financieros, para su elaboración se desarrolló una extensa investigación acerca de las tecnologías disponibles que entre otros incluye diversas patentes y se hace el planteamiento de un proceso innovador que integra las herramientas de la biotecnología, sobre esta propuesta se diseña la planta productiva y se desarrolla un análisis desde un punto de vista económico y financiero. Se calculó el costo del proyecto \$59, 878, 845.00, y una recuperación de la inversión al haber producido y comercializado 250 Ton a un precio de venta por tonelada de \$350,000.00. La Velocidad de Retorno de la Inversión se estima en 1 año meses con una Tasa Interna de Retorno se estimó en 86% comparada con una Tasa Mínima Aceptable de Retorno de 23%.

Asimismo, en el anexo A se presenta el *Benchmarking* incluyendo información del contacto sobre las principales empresas a nivel mundial que se relacionan directamente con el mercado de la quitina y el quitosán.

El anexo B presenta el diagrama de flujo del proceso y los balances de materia. Esta información fue útil para dimensionar los equipos, cuantificar inversiones y hacer un análisis financiero preliminar.

II. INTRODUCCIÓN

El nombre de nuestra empresa es

DEBIOTEC. Desarrollos Biotecnológicos de México.

Logotipo.



Slogan.

“Por un aprovechamiento sustentable”

La Ingeniería Biotecnológica es una carrera interdisciplinaria, que se enfoca en resolver problemas y generar tecnología capaz de impactar en diversos sectores (ambiental, agrícola, pecuario, industrial, salud, entre otros). A nivel mundial, es un área estratégica que ofrece servicios y productos rentables, así como importantes beneficios para amplios y diversos sectores.

DEBIOTEC surge como una propuesta empresarial alternativa, para impulsar el desarrollo de la biotecnología como fuente de conocimiento y recursos económicos en México. Haciendo uso de herramientas administrativas y de bioingeniería enfocadas a elaborar y comercializar productos innovadores, que reflejen un aprovechamiento sustentable, de los recursos naturales existentes en nuestro país.

Lo que hace a DEBIOTEC una empresa diferente es que se enfoca en el reciclaje del desecho de camarón empleando la misma tecnología que ofrece la naturaleza, es decir los microorganismos vivos, generando un producto con valor agregado que a su vez puede sustituir a otros empleados actualmente, que impactan al ambiente de forma negativa.

En México, el autoempleo a través de la creación de una microempresa, es un camino más en las posibilidades profesionales para los egresados de diversas disciplinas, en nuestro caso la Ingeniería Biotecnológica. Poder generar nuestro propio empleo es una de las habilidades básicas que nos interesa desarrollar, ya que las posibilidades de incorporarnos al mercado de trabajo como profesionistas asalariados se perciben limitadas; por un lado debido a la escasa oferta de trabajo y por otro, a una mayor competencia. A nivel personal compartimos la necesidad de ser independientes económica e intelectualmente. Además, nos gustaría contribuir con la sociedad a través de la generación de empleos, y con el medio ambiente aprovechando los recursos naturales de manera sustentable.

III. ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN DE MERCADO

El producto con el que pretendemos incursionar en el mercado es el quitosán, debido a que tiene múltiples aplicaciones, existe una gran cantidad de investigación respecto al tema, y en México su uso no se ha diversificado.

Es un **polisacárido** natural semejante a la celulosa, forma parte del **exoesqueleto** de insectos y crustáceos, de la pared celular de hongos y algunas plantas. El quitosán es un derivado de la quitina que tiene cualidades que lo convierten en un **biopolímero** versátil; puede formar películas con características semejantes a algunos tipos de plástico, posee propiedades **antifúngicas** y es un poderoso agente **quelante**, entre otras. Debido a esto, se ha podido identificar una inmensa cantidad de aplicaciones en campos muy variados. La Tabla 1 presenta algunos ejemplos.

Tabla. 1. Algunas áreas de aplicación de la quitina y sus derivados.

AMBIENTAL	ALIMENTOS	BIOTECNOLOGÍA	BIOMÉDICA	FARMACÉUTICA
*Coagulante/ floculante.	*Empaques biodegradables.	*Inmovilización de células y enzimas.	*Biosensores.	*Antitumoral.
*Eliminación de iones de metales pesados.	*Espesante y estabilizante de color.	*Membranas.	*Nanofibras.	*Control de grasa y colesterol.
*Eliminación de pigmentos.	*Nutracéuticos.	*Recuperación de productos celulares.	*Materiales biocompatibles con piel, hueso y cartílago.	*Sanamiento de piel.
*Fungicida orgánico.	*Recubrimientos comestibles de follajes, frutos y semillas.	*Geles para electroforésis y soportes cromatográficos.	*Lentes de contacto.	*Ingrediente activo en cosméticos.

La quitina y el quitosán son materiales orgánicos, **bioactivos**, **biocompatibles** y **biodegradables** capaces de sustituir a otros productos ya existentes que afectan de manera directa o indirecta al medio ambiente. La quitina es abundante y se puede purificar a partir del exoesqueleto del camarón; un material de desecho que se genera en la República Mexicana.

Resulta difícil obtener cifras respecto a volúmenes de venta de la quitina y el quitosán, pues la mayor parte de las empresas que se dedican a su producción y comercialización no publican datos sobre sus procesos de manufactura o sus ventas. Sin embargo, la intensa competencia mundial por el mercado ha generado bastante información indirecta. A nivel global los mercados más importantes son; Estados Unidos, Europa y algunos países asiáticos, particularmente Japón, China y Corea.

Actualmente los derivados de la quitina y principalmente el quitosán, encuentran mercado como; nutracéuticos, floculantes, aditivos alimenticios, componentes de cosméticos, aplicaciones médicas, usos agrícolas, textiles, en **piensos**, así como en la industria de la pulpa y el papel. La Figura 1 muestra las proporciones de participación en el mercado en 2004.

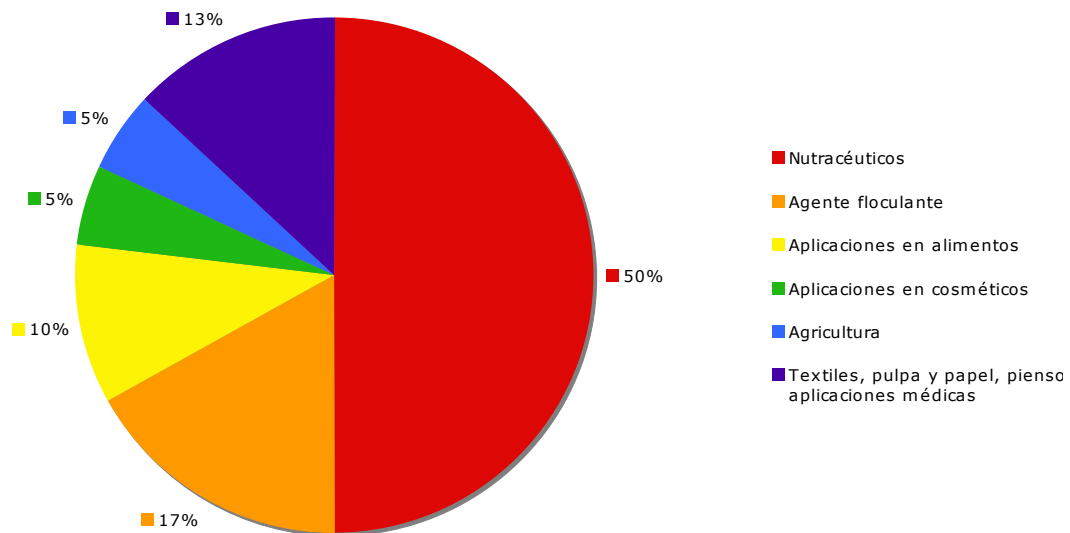


Figura 1. Participación en el mercado de los derivados de quitina.

El rango de precios de la quitina y el quitosán varía desde \$100.00 a \$10,000.00 por Kg, e inclusive algunos productos para su uso final pueden ser vendidos arriba de \$30,000.00 por Kg, especialmente para aplicaciones en biomedicina. Esto obedece a la calidad del producto, su pureza y su funcionalidad en sistemas biológicos.

La aplicación de nuestro producto estará enfocada al uso del quitosán en el tratamiento de agua residual y el agua destinada al consumo humano tratada en las potabilizadoras. En este sector, el uso del quitosán se encuentra completamente permitido y las características cualitativas del producto así como los aspectos regulatorios, no son muy exigentes como en el caso de las aplicaciones biomédicas.

La necesidad de productos como el nuestro surge como consecuencia del progreso industrial. Por un lado, este genera productos útiles que se enfocan a satisfacer diferentes necesidades, mejorar nuestra calidad de vida y también es fuente de empleos. Sin embargo, tanto la industria como los patrones de consumo en las ciudades, crean problemas ambientales a los que se necesita encontrar alternativas de solución. Algunos de estos problemas son los relacionados con la generación de agua residual y la necesidad de suministrar agua potable a las poblaciones humanas. El agua residual proveniente de las descargas domésticas e industriales puede presentar diferente composición. Entre los contaminantes de mayor relevancia se encuentran los metales pesados, el polvo, los sólidos insolubles, los colorantes, las grasas y las proteínas. En una planta de tratamiento de agua, la eliminación de estos materiales se realiza durante las etapas finales del proceso, dentro de estas encontramos la **coagulación** y la **floculación**. Actualmente se emplean coagulantes y floculantes químicos, que producen residuos altamente contaminantes.

El quitosán es el único polielectrolito catiónico natural y puede interactuar con contaminantes orgánicos e inorgánicos de carga opuesta. Cuando se busca utilizarlo en la purificación de agua, actúa reduciendo significativamente la **DQO** y la **DBO**. Además dadas sus propiedades antibacterianas, reduce la cuenta de **coliformes** totales. El quitosán resulta adecuado para la clarificación en plantas de tratamiento de agua. En este caso, es muy importante que el agua tratada sea química y microbiológicamente aceptable para el consumo humano. Como el quitosán es un compuesto **inocuo**, tiene ventajas frente a otros productos químicos como las sales de aluminio o hierro, que crean duda al tener posibles efectos en la salud de los consumidores. En México, el uso de este material no se ha diversificado. Por lo tanto no existe información estadística disponible para determinar la demanda potencial insatisfecha.

Por otro lado, la materia prima es el **cefalotórax** del camarón. Es necesario realizar una investigación y análisis de cuál es la situación del sector camaronero en el país, para determinar la disponibilidad de la materia prima, la ubicación de la planta productiva y el impacto (económico, social y ambiental) que produciríamos en esa región.

Para obtener una aproximación de las cantidades que se producen de desecho de camarón, partimos de los datos que se reportan para **peso vivo** y **peso desembarcado** de la producción nacional. De esta forma:

$$\text{Peso vivo} - \text{Peso desembarcado} = \text{Desecho de camarón}$$

La Figura 2 presenta la producción de desecho quitinoso por estado en 2003, se puede observar que Sonora y Sinaloa son los mayores productores. Estos estados son los que tienen mayor industrialización en la producción de camarón, tanto en la crianza vía acuicultura como en la comercialización de camarón procesado. Ya se mencionó que el procesamiento de camarón, genera mayor valor agregado en el producto y aumento en los volúmenes de desecho.

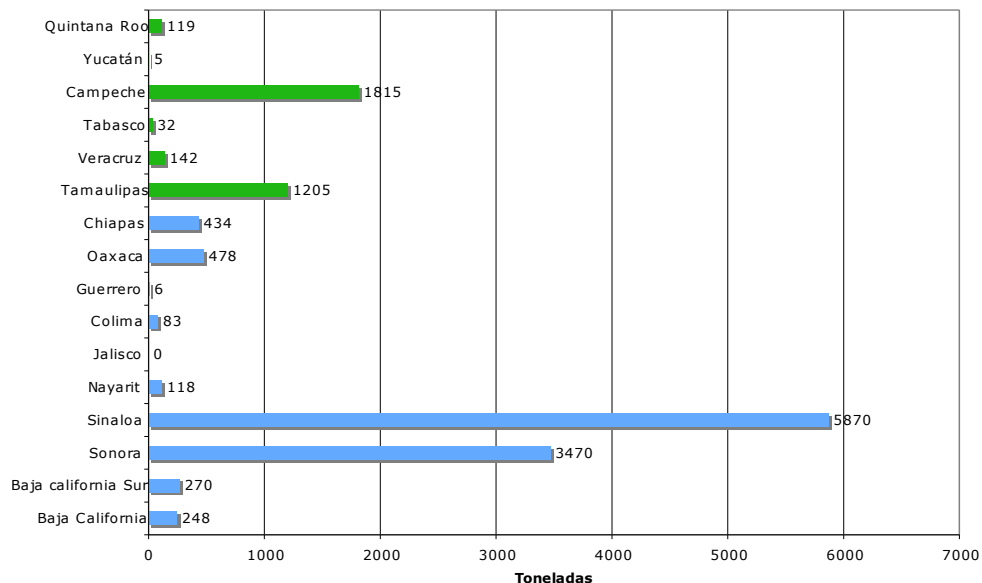


Figura 2. Desechos de camarón generados en México desglosado por estado en 2003. En verde se muestran las entidades con litoral en el Golfo de México y el Caribe. En azul las entidades con litoral en el Pacífico. CONAPESCA.



La Figura 3 muestra la serie histórica de 1993 a 2003 de los seis estados con mayor participación en la generación de desecho. Se observa que Sonora y Sinaloa no solamente son los mayores generadores de desecho de camarón, sino además su producción de camarón a aumentado a una tasa de 27.2 % para el caso de Sonora y 4.5% en Sinaloa.

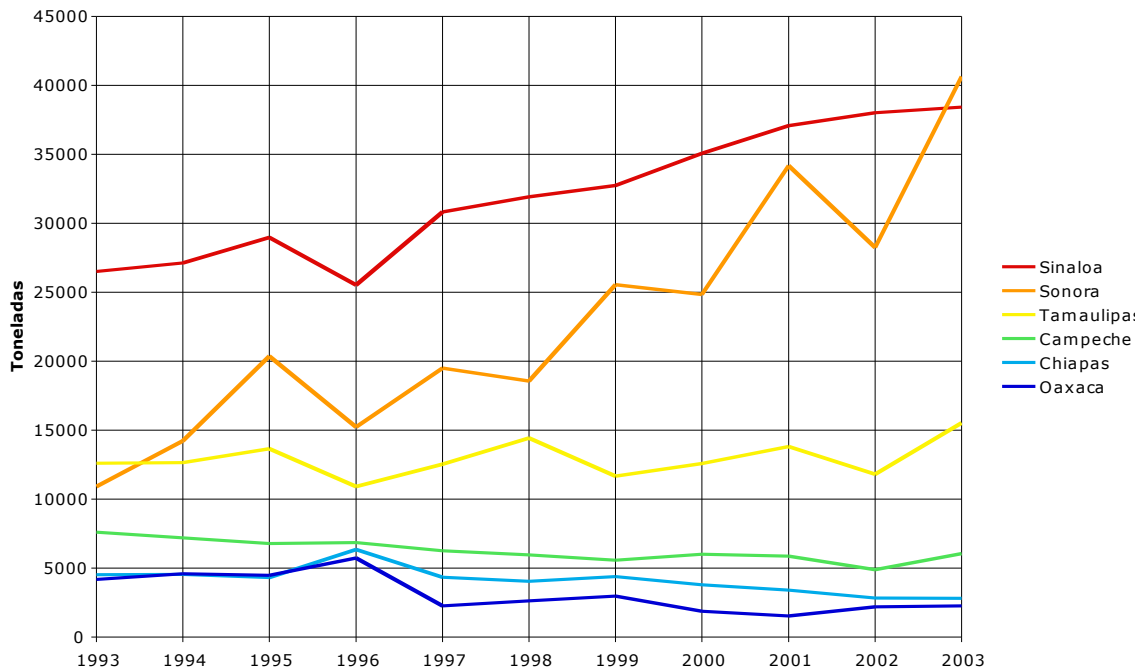


Figura 3. Serie histórica de producción de desecho en los seis estados más relevantes.

En contraparte, Campeche, Chiapas y Oaxaca han disminuido su producción de camarón a tasas de -2.06 %, -3.79 % y -4.59 % respectivamente. A su vez, estos estados se caracterizan por que la mayoría del camarón que comercializan es capturado en el medio natural y el grado de industrialización empleado para su procesamiento es pobre. Estos estados son considerados de alto potencial y bajo desarrollo.

En términos generales, el gran problema que enfrenta el sector pesquero en México es la falta de programas y voluntad para su desarrollo, ya que a pesar de que se cuenta con ejemplos sobresalientes, gran parte del desarrollo ha sido logrado a partir de esfuerzos individuales de empresarios y productores.

Un ejemplo de éxito es la construcción de la empresa Biopolímeros Acuícolas S.A. en la ciudad de Guasave Sinaloa, que se dedica a la producción de quitina, quitosán y astaxantina para su exportación. Este proyecto refleja la forma en que se retroalimenta el desarrollo tecnológico y el aumento productivo-competitivo en la industria del camarón. Así, los desperdicios, en los campos pesqueros, tienen un destino comercial y ya no encuentran lugar en tiraderos a cielo abierto. Además disminuye la advertencia de embargos por contaminación de parte de los mercados estadounidenses hacia la región.

Por otro lado, nuestra tecnología de producción emplea melazas de caña. Estas se producen en gran cantidad en la región del Sureste Mexicano. Considerando esto y lo anteriormente expuesto acerca de la generación de desecho de camarón, la ubicación de la planta productiva será en esta región; ya sea Campeche, Chiapas, Oaxaca o Tabasco.

El beneficio ecológico y económico será evidente por el avance en el desarrollo sustentable, la transferencia de tecnología, la generación de empleos y en general la activación económica de una región con bajos niveles de desarrollo.

IV. ESTRATEGIA DE NEGOCIO

La marca de nuestro producto es NEOGEL y lo identificamos con la leyenda “Soluciones de vanguardia”



En DEBIOTEC se está innovando el proceso para la obtención de quitosán, empleando tecnología limpia, y un mayor control para generar un producto con características fisicoquímicas bien definidas, abriendo así la posibilidad en el futuro, de incursionar en mercados con bajo volumen de producción y alto valor agregado. Hemos realizado pruebas en el laboratorio para producir y caracterizar quitosán con algunos de los métodos convencionales, y se han ensayado algunas partes del proceso propuesto usando biotecnología, sin embargo actualmente continuamos experimentando, evaluando y optimizando varios aspectos. La Figura 4 muestra una solución acuosa de quitosán 1%, esta posee una viscosidad alta y puede emplearse como un excelente coagulante-floculante en aguas residuales con diferente composición en contaminantes.

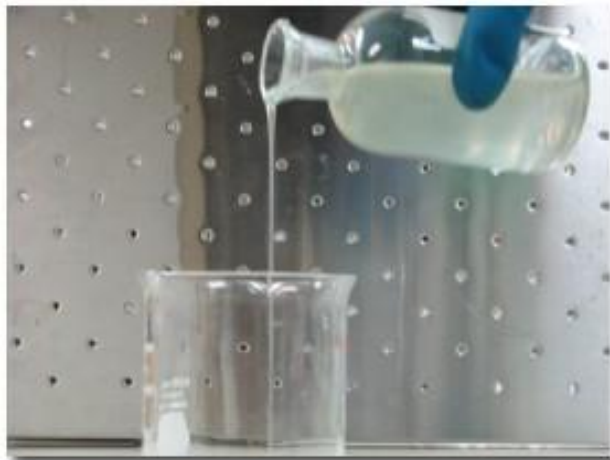


Figura 4. Quitosán al 1% en solución, elaborado por DEBIOTEC.

Así mismo, aplicamos una metodología denominada prueba de jarras, que se emplea para determinar la cantidad óptima de floculante y el pH óptimo del agua a tratar para que se elimine la mayoría de los contaminantes, con el objetivo de emplear quitosán en una muestra de agua con una alta concentración de materiales en suspensión. La necesidad de hacer este trabajo se debe a que; por un lado existen diferentes coagulantes y floculantes, y por otro, la composición de las aguas residuales también es muy variada. La prueba de jarras es un servicio que DEBIOTEC necesariamente brindará a sus clientes para que se obtengan resultados satisfactorios y evitar el gasto innecesario de nuestro producto. La Figura 5 muestra una secuencia de coagulación-floculación empleando el biopolímero elaborado en el laboratorio con una muestra de agua a la que previamente se le realizó la prueba de jarras.



Figura 5. Proceso de Coagulación-floculación empleando quitosán. **a)** Muestra de agua con materiales en suspensión como algas, protozoarios, proteínas, polvo, arcilla, pigmentos, entre otros. **b)** El agua se vierte en un cono Hinhoff (1 L). **c)** Se le añade solución de floculante al 1% en una relación 1:100 floculante-agua. **d)** Se agita. **e)** Se forman flóculos y sedimentan. **f)** El agua queda clarificada, el material asentado se conoce comúnmente como lodo o sedimento.

Una vez que los materiales sedimentan es necesario separarlos y se procede a enviarlos a un **confinamiento**. El servicio de recolección de lodos también será proporcionado por DEBIOTEC. Cabe mencionar que uno de los trabajos para el futuro es disminuir la cantidad de lodos a confinar dándoles un tratamiento, debido a que muchos materiales con importancia económica pueden ser recuperados de los lodos; principalmente metales como el oro, la plata y el platino que se emplean en diversas reacciones químicas.

Nuestras principales ventajas son; el mercado objetivo y el proceso de producción. Por otro lado, en México no es ampliamente utilizado el quitosán, caso contrario a lo que ocurre en otros países como Europa en donde el mercado de este biopolímero tiene un crecimiento estimado en 6% anual solo para el tratamiento de agua, debido a que en ese continente se busca disminuir el uso de floculantes químicos que presentan diferentes grados de toxicidad tanto en su uso como en su manufactura. Esto abre la posibilidad de exportar el producto en el futuro.

En el D.F. estará ubicado un almacén con producto terminado y nuestro punto de ventas. La distribución del producto se hará en forma directa al cliente sin intermediarios.

La atención al cliente, así como la publicidad vía Internet serán empleadas en forma continua.

Se elaborarán campañas publicitarias enfocadas principalmente a las plantas de tratamiento de reciente creación. Para este fin, se buscará mantener un estrecho contacto con las empresas relacionadas al diseño y operación de tales plantas.

La promoción directa en los establecimientos mediante agentes de ventas, será otra herramienta para dar a conocer nuestra marca. Se buscará hacer hincapié en los beneficios ambientales y sociales del uso de nuestro producto, así como en los servicios de capacitación en el uso del producto y recolección de lodos de floculación.

En principio, la zona geográfica que se desea abarcar es el Distrito Federal. Aquí existen alrededor de 31 plantas de potabilización que en conjunto tratan aproximadamente 2891 L/s de agua.



V. ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

DEBIOTEC es un proyecto desarrollado por estudiantes de la UPIBI en la carrera de Ingeniería Biotecnológica. Han participado en los siguientes cursos de capacitación: “Formación de empresas de base tecnológica”, “Plan de vida y carrera empresarial”, “Desarrollo de habilidades gerenciales”, e “Innovación y desarrollo de nuevos productos” en el POLIEMPRENDE; “Forma tu microempresa”, “Determina bien tus costos”, “Promociona tu producto” del seminario de negocios de NAFINSA y el “Seminario de la Propiedad Intelectual” impartido por el IMPI en la UPDCE. A continuación se presenta un breve perfil de los integrantes del equipo.

Betsaida Raquel Cruz Migoni. Estudió la carrera de Técnico en Sistemas automatizados en el C.E.C.yT. No 9. “Juan de Dios Bátiz”. Se interesa en traducir sus conocimientos en aportaciones que beneficien a México. Es optimista, sabe escuchar y trabaja con calidad. Tiene la capacidad de integrar la opinión de diferentes personas por lo que su papel es sobresaliente en la toma de decisiones.

Laura Patricia Morelos Alvarado. Estudió la carrera de Técnico en Sistemas automatizados en el C.E.C.yT. No 9. “Juan de Dios Bátiz”. Es sociable, responsable y objetiva. Posee aptitudes para analizar problemas desde distintas facetas, por lo que participa de manera importante en la resolución de conflictos y la toma de decisiones. Contribuye en la organización con creatividad, y buenas ideas. Ha trabajado en un negocio familiar de cafetería.

Gabriel Monter Ramírez. Estudió la carrera de Técnico en Ecología en el C.E.C.yT. No 6 “Miguel Othón de Mendizábal”. Posee cualidades de liderazgo. Sabe expresarse en público, tiene iniciativa y defiende sus puntos de vista con argumentos razonables. Es inteligente, persuasivo y se maneja con seguridad en sus actividades. Su experiencia laboral es: Auxiliar de producción en Laboratorios Ortíz, S.A. de C. V. de Junio a Agosto del 2004 y Antropometrista en el Instituto Nacional de Salud Pública de Agosto a Diciembre del 2005.

Los integrantes de este equipo se encuentran entre los seleccionados para participar en el encuentro **Espacio Vanguardia 2008**.

Nuestra Misión.

Somos una empresa Mexicana dedicada a emplear la Ingeniería Biotecnológica para el Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, desarrollando proyectos innovadores con alta Tecnología que demuestren un gran Compromiso; tanto en satisfacer las exigencias de nuestros clientes como en favorecer el bienestar de las personas que conforman la empresa, fomentando la Gratitude hacia todo lo que hace posible nuestro éxito.

Nuestra Visión.

Somos una empresa Mexicana que se encuentra trabajando sinérgicamente de manera interdisciplinaria en desarrollar tecnología; en los próximos 5 años estaremos realizando investigación para generar productos, procesos y proyectos biotecnológicos innovadores respetuosos con el ambiente, conjuntado una capacitación de alto nivel, la identificación de necesidades en nuestros clientes, y el planteamiento creativo de soluciones competitivas.

Pilares de la empresa.

En el logotipo de nuestra empresa se representan las bases nitrogenadas; Adenina, Timina, Citocina y Guanina, que son complementarias y se encuentran en la estructura de doble hélice del ADN. Así como en el ADN son cuatro los componentes químicos encargados de codificar las características de cada organismo vivo sobre la tierra, en DEBIOTEC tenemos cuatro pilares que dirigen el éxito en cada actividad y en cada proyecto.

Aprovechamiento sustentable para satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro en atender sus propias necesidades; buscando beneficios y equilibrio entre lo Económico, lo Ecológico y lo Social.

Tecnología para ser competitivos, innovadores y vanguardistas, aplicando el conocimiento de diversas áreas en solucionar problemas de complejidad variable, aportando excelente calidad en nuestros productos y fomentando el desarrollo profesional de investigadores, ingenieros y emprendedores.

Compromiso para cumplir con nuestros objetivos respetando siempre los principios fundamentales de responsabilidad y honestidad, mejorando la calidad de vida de todos los involucrados con la empresa, y promoviendo tanto el mutuo beneficio como las buenas relaciones, con clientes y empleados.

Gratitud. Hacia la naturaleza que nos brinda sus recursos. Hacia los clientes que nos brindan su aprobación y confianza. Hacia las personas que conforman la empresa brindando su tiempo y energía. Y hacia todo lo que hace posible el desarrollo de nuestra organización.



Objetivos:

1. Objetivo general: Diseñar un proceso biotecnológico y las instalaciones de una planta para producir y comercializar quitina/quitosán a partir de desechos de camarón.

Objetivos particulares:

- Realizar una investigación documental sobre todo lo relacionado con la quitina y sus derivados. Libros, Tesis, Artículos, Reportes técnicos, etc.
- Establecer el proceso de obtención de producto y producirlo.
- Realizar análisis de calidad del producto y pruebas acerca de su funcionalidad.
- Diseñar la planta productiva.

2. Objetivo general: Evaluar la viabilidad económica del proyecto.

Objetivos particulares:

- Realizar un análisis de la competencia para identificar la situación actual de la oferta.
- Llevar a cabo una investigación de mercado para conocer las necesidades del cliente e identificar consumidores potenciales.
- Diseñar el plan de marketing.
- Determinar el punto de equilibrio, la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR), y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

3. Objetivo general: Elaborar el plan de negocios para obtener financiamiento.

Objetivos particulares:

- Identificar posibles fuentes de financiamiento, e investigar en que consisten para determinar hacia cuál o cuáles se puede recurrir.
- Integrar toda la información y redactar un plan de negocios.

DEBIOTEC cuenta con las siguientes áreas funcionales:

- División de Mercadotecnia. En esta área se lleva a cabo la investigación de mercado de manera detallada, teniendo como mercado objetivo inicial a los laboratorios escolares y de investigación, esto se realizara con la colaboración de la ESCA Santo Tomás.
- División de Producción. Se busca el desarrollo de un proceso biotecnológico innovador y viable para producir quitosán, así como la evaluación de la calidad del producto obtenido; esto con el apoyo del CIITEC.
- División de investigación y desarrollo. Debido a los diversos usos del biopolímero, se buscará el desarrollo alternativo de otras aplicaciones, y se evaluará su calidad, en los laboratorios de UPIBI y el CIITEC.
- División de Finanzas. Esta división es la encargada del control del efectivo tomar decisiones y formular los planes de aplicación de capital, además de la obtención de los recursos.
- División de Administración. Aquí se llevará el control y registro de las actividades en las diversas áreas y se buscará el cumplimiento de estas.
- División de Relaciones industriales. Se encargará de la comunicación al exterior de la empresa, así como de realizar estrategias que regulen las relaciones con los agentes distribuidores, minoristas y clientes.

DEBIOTEC surge de un equipo de alumnos del mismo nivel académico, por esta razón se encuentran en el mismo nivel de estatus; como dueños y fundadores de la empresa. En consecuencia ninguna decisión importante debe ser tomada sin el consenso de las partes así como la distribución de utilidades será igual, siempre y cuando el trabajo se realice de manera equitativa.

Por el momento DEBIOTEC se encuentra integrado por alumnos de ingeniería biotecnológica, por el número de integrantes actuales habrá una rotación constante en la realización de las actividades.

La asignación de responsabilidades se realizó considerando el perfil de cada integrante y su afinidad por el área. La distribución de las utilidades entre los integrantes de la organización, se considera en función de la asignación de puestos. Esto se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Asignación de funciones y utilidades.

Puesto	Nombre	Utilidades generadas en %
Presidente	Habrá una rotación cada dos meses entre los integrantes.	10
División de Mercadotecnia	IBt. Gabriel Monter Ramírez	15
División de Producción	IBt. Laura Morelos Alvarado	15
División de Investigación y Desarrollo	IBt. Gabriel Monter Ramírez	15
División de Finanzas	IBt. Betsaida Cruz Migoni	15
División de Relaciones Industriales	IBt. Betsaida Cruz Migoni	15
División de organización y administración	IBt. Laura Morelos Alvarado	15

La Figura 6 muestra la estructura del organigrama, la cual indica las relaciones de Jerarquía que guardan entre sí las principales unidades orgánicas de forma clara además de que ubica al personal dentro de la estructura indicando sus responsabilidades.

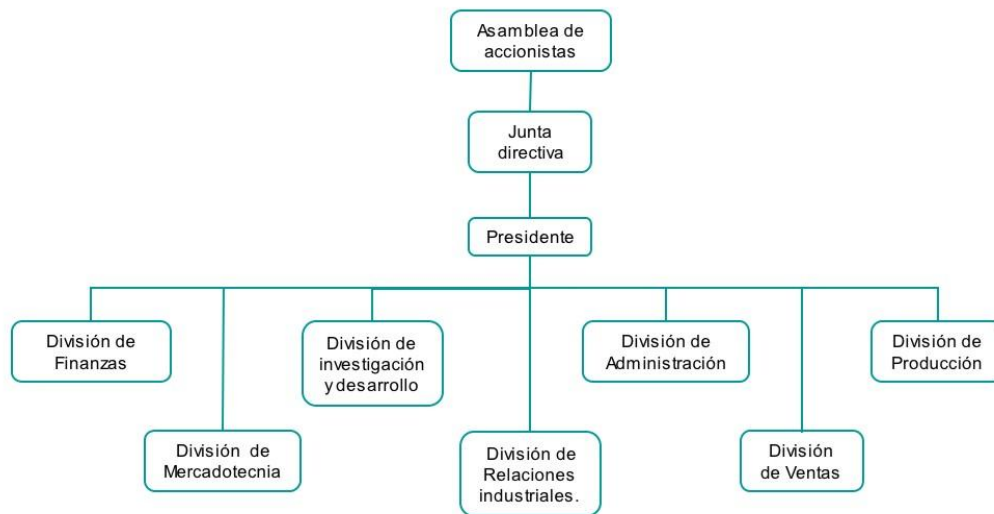


Figura 6. Organigrama DEBIOTEC

DEBIOTEC busca tener una forma jurídica como Sociedad Anónima.

La Sociedad Anónima es el prototipo de la sociedad capitalista y es la constitución clásica de las grandes empresas. No interesa la identidad del socio. El capital de la sociedad suscrito totalmente en el momento de su fundación, está dividido en porciones, fácilmente transferibles de un socio a otro y que acreditan su condición de socio. La sociedad por acciones no sólo limita el riesgo de los accionistas a la pérdida del valor de su inversión sino que permite repartir el riesgo del negocio entre un elevado número de socios. La sociedad anónima requiere de órganos capaces de expresar su voluntad. En este caso los órganos sociales son los siguientes:

- La Junta General de Accionistas que personifica la voluntad social. Es la reunión de los accionistas debidamente convocados, para decidir sobre los asuntos de su competencia.
- Administradores y Consejo de Administración. A los administradores les corresponde la dirección, gestión y representación de la sociedad. El nombramiento de los administradores y su número le corresponde a la Junta General. Cuando los administradores son varios forman el Consejo de Administración (por lo menos tres administradores). El nombramiento de los administradores no podrá exceder de cinco años, pudiendo ser elegidos posteriormente.

El capital social en la S.A. como mínimo ha de ser de \$50,000, se divide en partes alícuotas que reciben el nombre de acciones. Estas pueden ser nominativas o al portador. Las nominativas son aquellas en las que aparece el nombre de su titular, hasta que no esté desembolsado el capital totalmente las acciones revestirán dicho carácter. En las acciones al portador no figura el nombre del titular. Las acciones otorgan a sus titulares, entre otros, los siguientes derechos y obligaciones:

- Derecho a participar en las ganancias y en el patrimonio resultante de la liquidación de la sociedad en proporción a su participación en la sociedad.
- Derecho de suscripción preferente en la emisión de nuevas acciones o de obligaciones convertibles en acciones.
- Derecho de asistencia y voto a la Junta General de Accionistas cuando se posea el número mínimo de acciones que exijan los estatutos.
- Derecho de información.
- Derecho de transmisión de las acciones.
- Obligación de desembolsar las acciones suscritas.

Presenta una serie de ventajas para sus propietarios frente a las individuales como son:

- Limitación de la responsabilidad.
- Diversificación de riesgos.
- Especialización de funciones. La sociedad anónima favorece la especialización de funciones; dado que esta forma societaria permite que unos pongan el dinero y otros la capacidad.

VI. ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS

1. FACTIBILIDAD TÉCNICA

El quitosán es un derivado de la quitina, esta última es el segundo biopolímero más abundante sobre la Tierra después de la **celulosa**. La quitina es un material rígido, insoluble, y se puede encontrar en la naturaleza de forma libre o combinada; forma parte del exoesqueleto de insectos, crustáceos así como la pared celular de algunos hongos y algas. A pesar de que usamos los nombres de quitina y quitosán, ninguno de ellos representa una estructura química única, con esto debe entenderse que presentan variabilidad. La variabilidad abarca la longitud de la cadena (peso molecular promedio), el porcentaje de **grupos amino libres**, el porcentaje de **grupos acetilo** y la posición de estos a lo largo de su cadena. Para caracterizar a la quitina, se evalúa el grado de acetilación (GA) es decir, la fracción de la cadena que se encuentra acetilada y se coloca entre corchetes a la derecha de la palabra quitina. Por ejemplo; la quitina completamente acetilada corresponde a “quitina [1.0]”, y una quitina un 80% acetilada sería “quitina [0.8]”. Cuando la quitina se encuentra acetilada en un 40% o menos, nos encontramos con quitosán. También es posible caracterizar al biopolímero por su grado de desacetilación (GD), esto indica la cantidad de grupos amino libres. La Figura 7 muestra básicamente la diferencia entre quitina y quitosán.

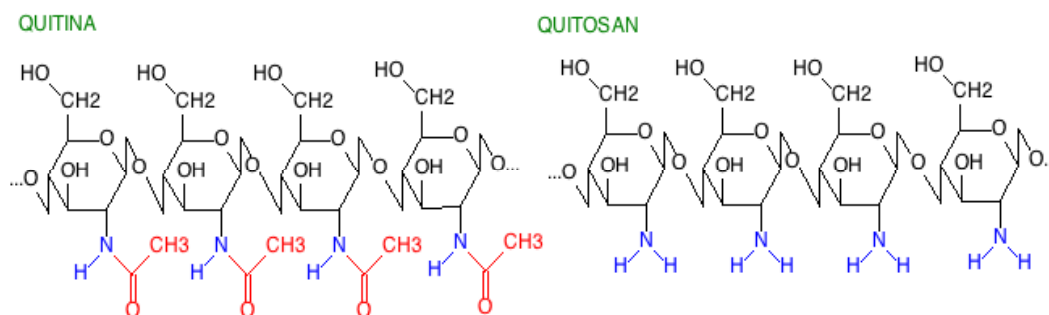


Figura 7. Estructura de la quitina y el quitosán. En rojo se muestra el grupo acetilo y en azul los grupos amino.

En el cefalotórax de diversos crustáceos se encuentran asociaciones de quitina-pigmentos, quitina-proteína, y quitina-minerales. La quitina se obtiene, después de realizar sobre la materia prima original, sucesivos procesos de desproteinización, despigmentación y desmineralización. El quitosán se produce a partir de la quitina con soluciones alcalinas concentradas a altas temperaturas.

A lo largo del siglo XX se desarrollaron procesos de diferente índole principalmente empleando reactivos químicos, su inconveniente es la generación de grandes cantidades de efluentes contaminantes. En últimos años se ha puesto mucho énfasis en el desarrollo de procesos físicos (sin el empleo de reacciones químicas) y biotecnológicos, estos últimos son los que ofrecen mayores posibilidades de ser usados a nivel industrial, ofreciendo excelente calidad en el producto y un impacto negativo mínimo al ambiente.

Resaltan las siguientes patentes de US sobre producción:

US **4199496**. Proceso para la recuperación de químicos en exoesqueletos de crustáceos.

US **4806474**. Preparación de quitosán micelial y fracciones de glucano a partir de biomasa microbiana.

US **5232842**. Método de preparación de quitosán.

US **5622834**. Método de aislamiento de quitina de un cultivo de microalgas.

US **5739015**. Bioconversión de quitina a quitosán

US **5905035**. Hongo útil para producción de quitina.

US **6004795**. DNA codificante de la quitina desacetilasa.

US **6297040B1**. Preparación de quitina desacetilasa.

US 6632941B2. Método de extracción de quitina del exoesqueleto de camarón.

US 6972284. Método de preparación de quitina y quitosán

US 6989440. Procesos de producción de quitina purificada.

El bioproceso seleccionado es una propuesta que está siendo desarrollada por DEBIOTEC. En la Figura 8 se muestra el diagrama general del proceso de producción.

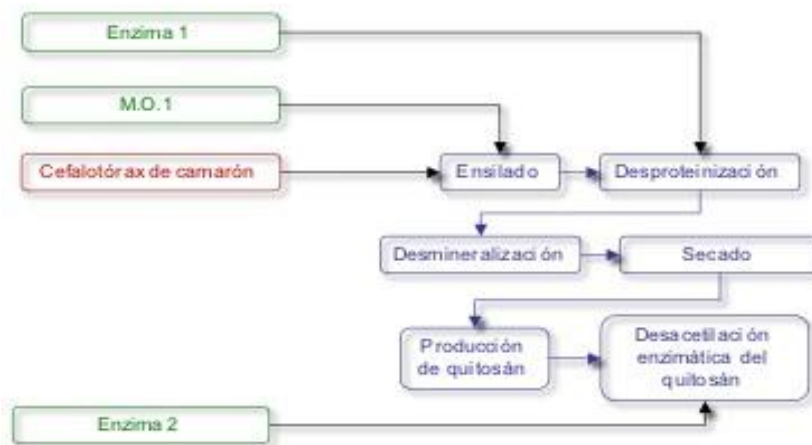


Figura 8. Diagrama general de producción.

La planta estará diseñada y construida para producir quitosán. Tendrá la capacidad de procesar 2700 ton/año de cefalotórax de camarón obteniendo 540 Ton/año de quitosán. El uso de este producto, sería como floculante en aguas residuales industriales. Con esta capacidad podemos abarcar 35% del mercado.

Se utilizará un proceso biotecnológico. Al cefalotórax de camarón se le realizará un lavado, una desproteínización enzimática, una desmineralización empleando un ácido orgánico y se producirá un quitosán con alto G.D. por la acción de la enzima quitina desacetilasa.

El factor de servicio es 0.96. Anualmente se trabajarán 350 días al año.

Diseño

- Capacidad de 2700 ton/año.
- Rendimiento de 20 %.

Debido a que los desechos quitinosos representan un material altamente perecedero, es importante considerar el tratamiento y almacenamiento que se les dará antes de transformarlos.

El secado y molido de los cefalotórax de camarón es una opción convencional, pero su principal desventaja radica en que al eliminar el agua, se producen interacciones quitina-proteína fuertes y para separarlas se requieren tratamientos severos que merman la calidad del biopolímero.

La refrigeración no tiene los inconvenientes del tratamiento anterior, sin embargo su principal obstáculo es el alto costo energético y el consecuente encarecimiento del producto.

El ensilamiento es la opción que seleccionamos. Consiste en fermentar la materia prima con bacterias ácido lácticas produciendo una acidificación que impide el desarrollo de microorganismos indeseables. Además funciona como un pre-tratamiento pues se eliminan un gran porcentaje de proteínas y minerales, facilitando considerablemente la purificación de la quitina y mejorando su calidad.

La quitina se obtendrá desproteinizando con proteasas y desmineralizando con ácido láctico.

Una vez que se tiene la quitina, puede almacenarse para convertirla en quitosán.

El criterio utilizado para distinguir entre quitina y quitosán, es la solubilidad de este último en soluciones de ácido diluido, y se logra a partir de un GD ~60%. La desacetilación se logra con tratamientos de álcali concentrado a altas temperaturas y reflujo, dependiendo de las condiciones y el tiempo se pueden obtener diferentes GD pero también se puede afectar el peso molecular promedio.

Los GD más altos que se pueden obtener con un tratamiento simple de la quitina son hasta 75-85%, y se puede llegar hasta 90-96%, después de varios tratamientos intermitentes con lavados y secado. Los procedimientos actualmente empleados para convertir la quitina en quitosán, conducen a la obtención de un producto con un amplio rango de tamaño molecular y una distribución heterogénea de los residuos acetilados.

En DEBIOTEC planteamos un proceso controlable mediante la desacetilación enzimática. El principal obstáculo es la poca efectividad del enzima para desacetilar substratos de quitina insolubles, pero se ha demostrado que puede usarse para eliminar grupos acetilo residuales en quitosán con bajo GD.

En la Figura 9 se muestra el diagrama de flujo de proceso en baja resolución. El anexo B lo muestra en un formato mayor.

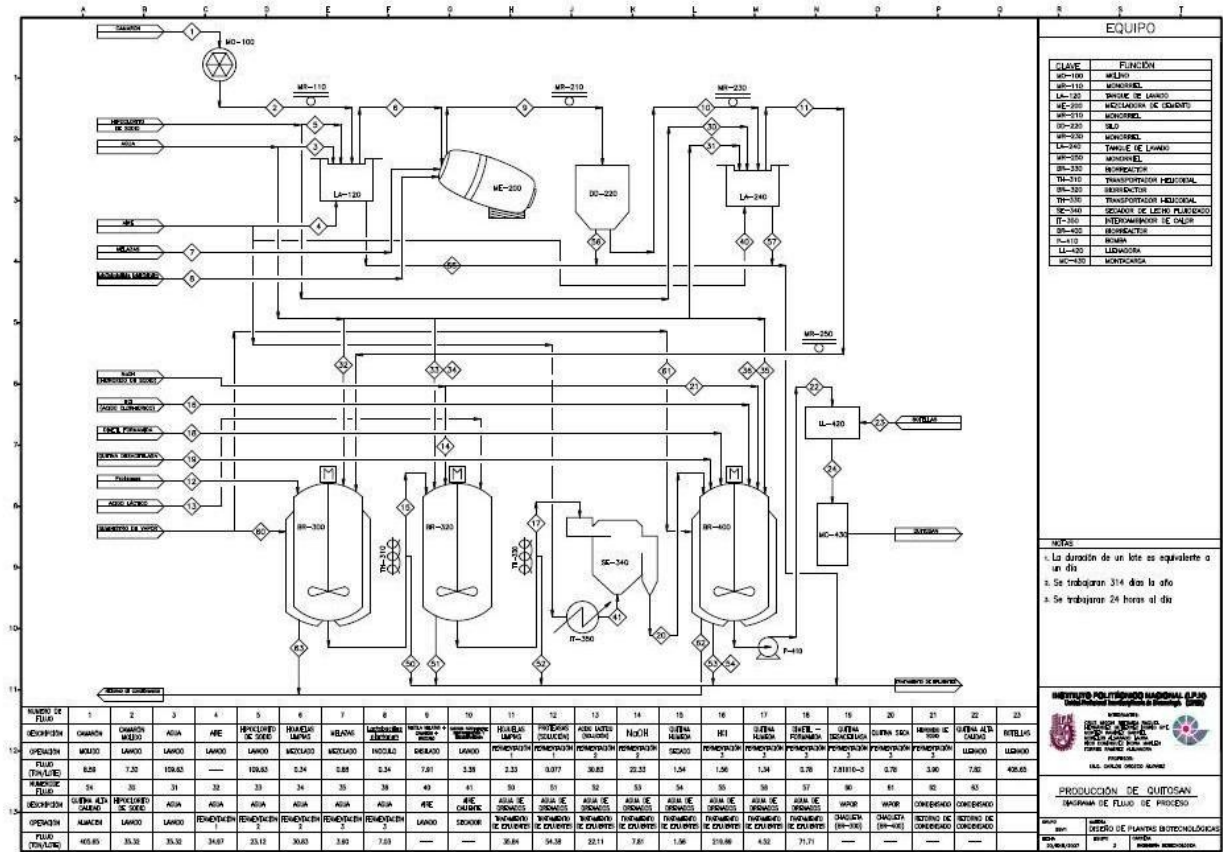


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de producción.

El procedimiento para la producción de quitosán se describe a continuación:

▪ **ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA**

Para la elaboración de quitosán se parte de la recopilación de la cáscara de camarón, desecho que se obtendrá del área pesquera del sureste de nuestro país. Esto debido a que la planta de producción se encuentra en esta zona y por tal razón, la materia prima no recorrerá grandes distancias, evitando con ello la descomposición de ésta.

Se plantea llegar a un acuerdo en el cuál se establecerá que la cáscara del camarón sea separada del resto de los desechos de la industria pesquera y será llevada a la planta de producción de quitosán (DEBIOTEC).

El periodo de tiempo entre cada entrega de materia prima aún está por establecerse.

En base a los acuerdos mencionados la cáscara del camarón llega hasta la planta de producción y es ahí donde comienza nuestro proceso.

Debido a que la cáscara de camarón por su naturaleza despide malos olores y aun está en forma de desecho y por ende no tiene un alto valor agregado, se recibirá en el piso de una zona de la planta fuera del área de producción.

- ACONDICIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

La cáscara de camarón (**corriente 1**) se transportará a un molino **MO-100** con ayuda de la mano de obra utilizando palas. Haremos uso de esta metodología debido a que con ello se reducirán costos de energía y por ende de producción; esto es posible debido a que el molino **MO-100** se ubicará cerca del área de la recepción de materia prima. La materia prima se macerará en el molino **MO-100** con el fin de reducir el tamaño de partícula hasta 5 mm, haciendo con esto fácil el manejo de la cáscara de camarón.

Se empleará un monorriel **MR-110** para llevar la cáscara de camarón molida (**corriente 2**) al tanque abierto de lavado **LA-120**. Este tanque que podría ser de fibra de vidrio debido a que en esta etapa no es necesario invertir en un material de mayor calidad.

El tanque de lavado será acondicionado con una rejilla a la cual se le va a adaptar una lona filtrante con el fin de no perder materia prima durante el proceso.

El lavado se realizará con una solución de hipoclorito de sodio concentrada (**corriente 5**) la cual será diluida hasta obtener una concentración de 200 ppm con agua potable (**corriente 3**) para así eliminar contaminaciones y malos olores de la materia prima. El lavado tendrá una duración de 30 min aproximadamente.

Para que el lavado se lleve a cabo de manera eficaz, se agitará el tanque utilizando un sistema de burbujeo de aire (**corriente 4**) por dispersión.

Para eliminar al hipoclorito de sodio utilizado en este lavado, se drena el tanque y se realizarán dos enjuagues con agua potable (**corriente 3**).

Para retirar el líquido de lavado se drenará el tanque y se recuperará la cáscara de camarón molido húmedo y limpio (**corriente 6**) dentro de la malla de lona.

La cáscara de camarón se transportará usando mano de obra, y su herramienta serán palas; esto por el tipo de mezclador que se utilizará en la siguiente etapa.

- ENSILADO

En una mezcladora **ME-200**, se irán añadiendo a partes iguales, la cáscara de camarón (**corriente 6**) y las melazas (**corriente 7**), hasta obtener una mezcla homogénea. Cabe mencionar que las melazas son un insumo que se tomarán en cuenta en los inventarios correspondientes.

En la misma mezcladora **ME-200**, se irá añadiendo el inóculo de *Lactobacillus plantarum* (**corriente 8**), hasta obtener una mezcla homogénea.

Se utilizará un monorriel **MR-210** para llevar la mezcla (**corriente 9**) hasta un tanque tipo silo **DD-220**. Se llevará a cabo la primera desproteinización y desmineralización, ambas hasta un 80%, por medio de una serie de tanques tipo silo, este sistema se montará de esta forma (serie), con el fin de que toda la materia prima reciba el mismo tratamiento, es decir, al adicionar una mezcla de otro día, esta será recibida en un nuevo silo, y así la

primera mezcla en entrar será la primera en salir. Este proceso de ensilado tendrá una duración mínima de seis días para asegurar el nivel de desproteínización y desmineralización deseado.

Los silos tendrán incorporada una tapa inferior con orificios para permitir la salida de los lixiviados producto del metabolismo de *Lactobacillus plantarum*.

Se utilizará un monorriel **MR-230** para llevar la mezcla ensilada (**corriente 10**) hasta el tanque de lavado **LA-240**; con el fin de remover las proteínas, melazas, *Lactobacillus plantarum* y demás contaminantes de la cáscara de camarón. Se repetirá bajo las mismas condiciones que en lavado anterior (**corrientes 30 y 31**).

Para retirar el líquido de lavado se drenará el tanque y se recuperará la cáscara de camarón molido húmedo y limpio (**corriente 11**) dentro de la malla de lona.

La cáscara de camarón (**corriente 11**) se transportará haciendo uso de un monorriel **MR-250** hasta un tanque agitado **BR-300** para continuar el proceso.

- **OBTENCIÓN DE QUITINA**

A un tanque agitado **BR-300** se añadirá un volumen de agua (**corriente 32**) para realizar una dilución 1:10 con la cáscara de camarón (**corriente 11**) y proteasas de *Muccor rouxii* (**corriente 12**) para llevar a cabo una segunda desproteínización y en esta biorreacción se removerá el 20 % restante de proteínas en 3 h.

La descarga del tanque agitado **BR-300** se hará sobre el transportador helicoidal **TH-310** en cuya cámara se irá drenando el líquido (**corriente 50**) y a su vez la cáscara de camarón (**corriente 15**) será movida por el tornillo sin fin hasta un tanque agitado **BR-320**. A este se adicionará ácido láctico (**corriente 13**) y agua (**corriente 33**) para obtener una dilución 1:20 con la cáscara de camarón. En esta biorreacción se removerá el 20 % restante de minerales, tendrá una duración de 3 h aproximadamente.

Cabe mencionar que hasta esta parte tenemos quitina.

Se drena el líquido (**corriente 51**). Utilizando el mismo tanque agitado **BR-320** se lavará la quitina con agua (**corriente 34**) en relación 1:20, y para neutralizar, se adicionará hidróxido de sodio (**corriente 14**) a la quitina con el fin de eliminar los residuos del ácido láctico.

Se utilizará un transportador helicoidal **TH-330** para la descarga del tanque, retirando el líquido residual (**corriente 52**) y llevando la quitina (**corriente 17**) hasta el secador **SE-340**. En un secador de tipo túnel se secará la quitina con aire caliente (**corriente 41**) usando un intercambiador de calor **IT-350**. La quitina seca (**corriente 20**) será transportada hasta un tanque agitado **BR-400**.

- PRODUCCIÓN DE QUITOSAN

En un tanque agitado de acero inoxidable **BR-400**, el cual contiene la quitina seca (**corriente 20**) se adicionará hidróxido de sodio concentrado (**corriente 21**) que se diluirá con agua (**corriente 35**) para que la concentración sea al 50%, la proporción será de una parte de quitina (**corriente 20**) por 10 partes de solución de hidróxido de sodio; esta operación se lleva a cabo con el fin de transformar la quitina en quitosán de baja calidad, la duración de la transformación es de 1.5 h.

Se drenará (**corriente 53**). En este mismo tanque agitado **BR-400** se adicionará ácido clorhídrico (**corriente 16**) con el fin de neutralizar el hidróxido de sodio remanente en el quitosán.

Se drena el ácido clorhídrico (**corriente 54**). Usando el mismo tanque agitado **BR-400**, el cual contiene al quitosán, se adiciona dimetil formamida concentrada (**corriente 18**) y se diluirá al 10% con agua (**corriente 36**); la relación será una parte de quitosán por cada 10 partes de solución de dimetil formamida con el fin de solubilizar el quitosán.

A la solución contenida en el tanque agitado **BR-400** se adiciona la enzima desacetilasa (**corriente 19**) en una relación 1:100, es decir una parte de enzima y 100 partes de quitosán solubilizado. En este paso se ha transformado el quitosán de baja calidad a un quitosán de alta calidad.

El quitosán de alta calidad solubilizado (**corriente 22**) se transportará a una máquina llenadora **LL-420** por medio de una bomba **P-410**, para envasarlo en botellas de 25 L (**corriente 23**). El quitosán envasado (**corriente 24**) será transportado en un montacargas **MC-430** hacia el almacenamiento del producto terminado.

2. CUANTIFICACIÓN DE INVERSIONES

Habiéndose determinado que existe un mercado potencial y que tecnológicamente no existe ningún impedimento para llevar a cabo el proyecto. La parte de análisis económico pretende determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta (que abarque las funciones de producción, administración y ventas) así como indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto.

La Tabla 3 muestra la cotización de los equipos.

Tabla 3. Cotización de los equipos.

Costos de equipo	
MO-100	\$1,121,900.00
MR-110	\$144,000.00
LA-120	\$105,000.00
MA-200	\$230,000.00
MR-210	\$144,000.00
DD-220	\$105,000.00
MR-230	\$144,000.00
LA-240	\$105,000.00
MR-250	\$144,000.00
BR-300	\$3,685,000.00
TH-310	\$799,000.00
BR-320	\$3,685,000.00
TH-330	\$799,000.00
SE-340	\$1,356,000.00
IT-350	\$194,000.00
BR-440	\$638,000.00
LL-440	\$691,000.00
P-410	\$36,000.00
MC-430	\$659,000.00
Total:	\$14,784,900.00

Los costos unitarios de producción fueron estimados a partir del balance de materia y energía, considerando 1 unidad = 1 Ton.

Tabla 4. Costos unitarios de producción.

Costos de producción por tonelada	
Reactivos	\$57,600.00
Materia prima	\$27,200.00
Manejo de efluentes	\$27,200.00
Mano de obra	\$25,600.00
Electricidad	\$9,600.00
Combustibles	\$9,600.00
Agua	\$3,200.00
Total:	\$160,000.00

Para calcular la inversión fija se empleó el método de los factores desglosados de Lang. En la Tabla 5 se presentan los conceptos considerados para la inversión fija.

Tabla 5. Inversión fija

Inversión fija	
Equipo	\$14,784,900.00
Instalación	\$4,435,470.00
Transporte	\$2,217,735.00
Tuberías	\$4,435,470.00
Instrumentación	\$2,217,735.00
Aislamientos	\$739,245.00
Instalación eléctrica	\$2,217,735.00
Edificios	\$4,435,470.00
Terreno	\$1,478,490.00
Servicios auxiliares	\$4,435,470.00
Ingeniería, supervisión y construcción	\$9,610,185.00
Imprevistos	\$8,870,940.00
Total	\$59,878,845.00

Costo del proyecto = **\$59,878,845.00**

3. FACTIBILIDAD ECONÓMICA

En la práctica el aprovechamiento de la capacidad de producción se incrementará paulatinamente debido sobre todo a la penetración que logre el proyecto en el mercado, esto es, dependerá de la capacidad para desplazar a los competidores.

De acuerdo a lo anterior, se ha previsto que la producción del proyecto durante sus primeros años de operación será como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Incremento de la capacidad instalada.

Periodo anual	Aprovechamiento de la capacidad instalada	Producción ton/año
1	60%	324
2	80%	432
3	90%	486
4	100%	540
5	100%	540

Se adoptó un modelo de inversión para el proyecto, en el que la relación de crédito será de 70% de financiamiento sobre la inversión fija total, y el 30% restante será recabada por los promotores del proyecto. Se empleará un sistema de pago de intereses de 35% anual y una parte proporcional del capital de 20% anual, al final de cada uno de los cinco años.

Con la información anterior se elaboró el análisis de amortización del crédito. La Tabla 7, muestra el pago de la deuda.

Tabla 7. Amortización de crédito

periodo	Monto	interés	pago a principal	Saldo
0	\$41,915,191.50	\$14,670,317.03	\$0.00	\$41,915,191.50
1	\$41,915,191.50	\$14,670,317.03	\$8,383,038.30	\$33,532,153.20
2	\$33,532,153.20	\$11,736,253.62	\$8,383,038.30	\$25,149,114.90
3	\$25,149,114.90	\$8,802,190.22	\$8,383,038.30	\$16,766,076.60
4	\$16,766,076.60	\$5,868,126.81	\$8,383,038.30	\$8,383,038.30
5	\$8,383,038.30	\$2,934,063.41	\$8,383,038.30	\$0.00

A continuación se muestra el estado de resultados (pérdidas y ganancias) con la cual se calcula la utilidad neta y los flujos netos de efectivo del proyecto, que son en forma general el beneficio real de la operación de la planta, y que se obtienen restando a los ingresos todos los costos en los que incurra la planta y los impuestos que se deben pagar. El precio de venta que se consideró es de \$350.00 pesos por Kg.

Tabla 8. Estado de resultados

Periodo	0	1	2	3	4	5
Ventas (ton)	0	324	432	486	540	540
+ Ingreso por ventas	\$0	\$113,400,000	\$151,200,000	\$170,100,000	\$189,000,000	\$189,000,000
- Costo de producción	\$0	\$84,240,000	\$112,320,000	\$126,360,000	\$140,400,000	\$140,400,000
- Depreciación y amortización	\$0	\$1,478,490	\$1,478,490	\$1,478,490	\$1,478,490	\$1,478,490
= Utilidad marginal	\$0	\$27,681,510	\$37,401,510	\$42,261,510	\$47,121,510	\$47,121,510
- Costos financieros	\$14,670,317	\$14,670,317	\$11,736,254	\$8,802,190	\$5,868,127	\$2,934,063
= Utilidad bruta	-\$14,670,317	\$13,011,193	\$25,665,256	\$33,459,320	\$41,253,383	\$44,187,447
- I.S.R.	\$0	\$4,163,582	\$8,212,882	\$10,706,982	\$13,201,083	\$14,139,983
- R.U.T.	\$0	\$1,301,119	\$2,566,526	\$3,345,932	\$4,125,338	\$4,418,745
= Utilidad neta	-\$14,670,317	\$7,546,492	\$14,885,849	\$19,406,405	\$23,926,962	\$25,628,719
+ Depreciación y amortización	\$0	\$1,478,490	\$1,478,490	\$1,478,490	\$1,478,490	\$1,478,490
+ Crédito bancario	\$41,915,192	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
- Inversión fija	\$59,878,845	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
- Pago a principal	\$0	\$8,383,038	\$8,383,038	\$8,383,038	\$8,383,038	\$8,383,038
= Flujo neto de efectivo	-\$32,633,971	\$641,944	\$7,981,300	\$12,501,857	\$17,022,414	\$18,724,171

Con la información anterior del flujo neto de efectivo se calculó la Tasa Interna de Retorno, como un indicador económico y se comparó con la Tasa Mínima aceptable de retorno establecida para este proyecto.

TIR	86%
TMAR	23%

En la parte definitiva del proyecto, con la evaluación económica se pudo comprobar que el proyecto es económicamente rentable si se siguen los anteriores parámetros establecidos de ingresos y costos.

El punto de equilibrio nos indica la cantidad de productos que deben ser comercializados para que la empresa recupere la inversión, nuestro punto de equilibrio se encuentra en las 250 Ton de producto, esto quiere decir que al finalizar el primer año, estaríamos recuperando la cantidad de dinero invertido y a partir de este momento se estarían generando ganancias. La Figura 10 muestra gráficamente el punto de equilibrio.

Precio de venta (Ton) = **\$350,000.00**

Costos variables = **\$160,000.00**

Inversión fija total = **\$59, 878, 845.00**

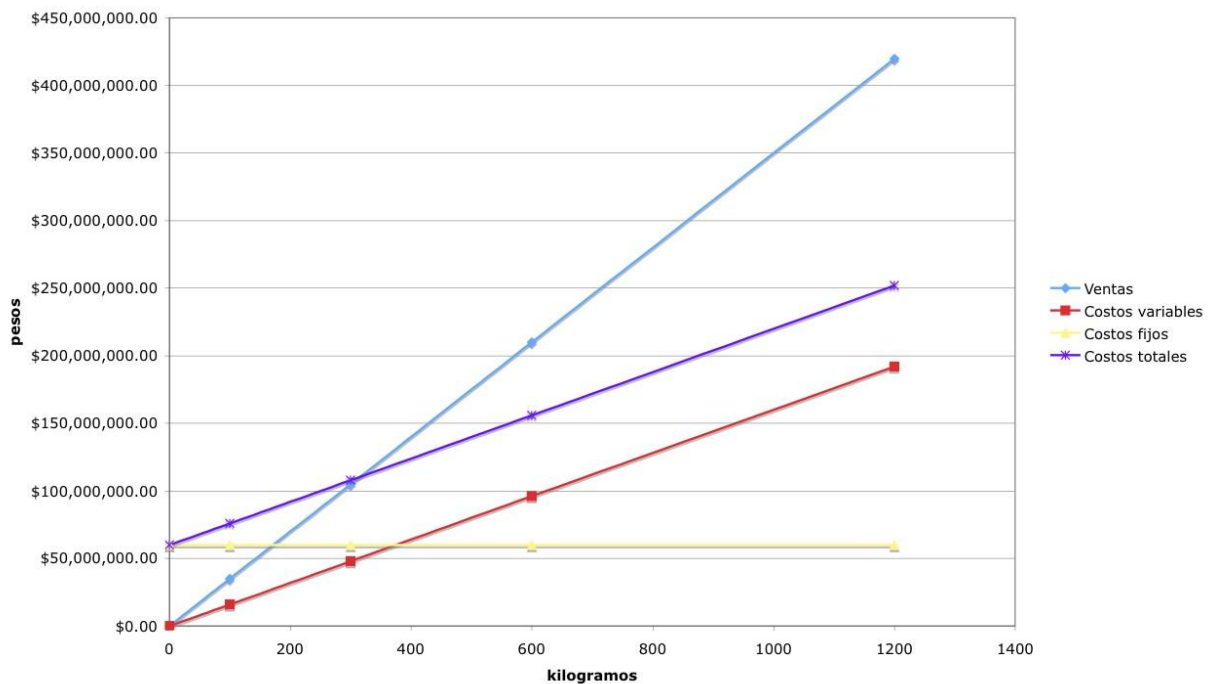


Figura 10. Gráfica del punto de equilibrio. Muestra la intersección entre la recta de ventas y costos totales.

4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Finalmente es importante considerar el comportamiento de la rentabilidad en función de las fluctuaciones en algunas variables. Para los fines de este proyecto, se analizó la variación de la Tasa Interna de Retorno en función de; precio de producto y los costos de producción.

Para el caso en el que se variaron los precios del producto, se encontró el precio más bajo en el que el proyecto siga siendo rentable, el cual fue en \$260.00 por kg. En el Figura 11 se muestra este análisis; en la intersección sucede que la TMAR es igual a la TIR.

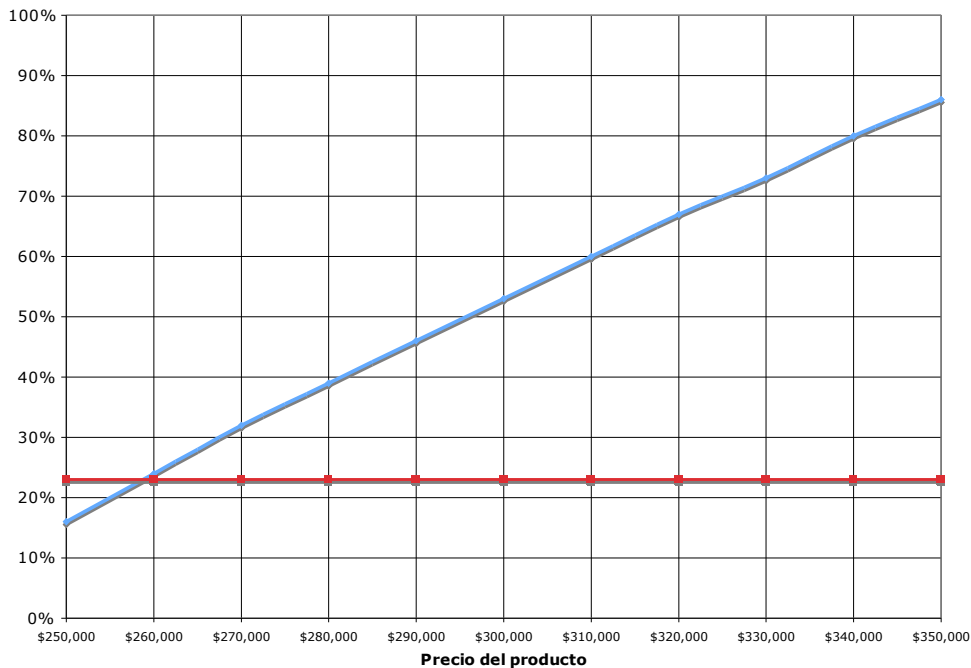


Figura 11. Variación de la TIR en función del precio de venta del producto, manteniendo constante el costo de producción de \$160,000.00 pesos.

Así mismo, se realizó este análisis de manera análoga variando los costos de producción. En este caso, se buscó encontrar el costo máximo en el que el proyecto continuará teniendo rentabilidad. Se obtuvo un valor de \$250.00 por Kg.



Figura 12. Variación de la TIR en función del costo de producción, manteniendo constante el precio de venta del producto de \$350,000.00 pesos.



VII. CONCLUSIONES

- Se demostró la factibilidad de mercado para la aplicación del quitosán como agente coagulante y floculante

- Se realizó el diseño del proceso de producción y de la planta productiva, por lo que el proyecto tiene factibilidad técnica

- Se calculó la Tasa Interna de Retorno con un valor de 86% que al ser comparada con una Tasa Mínima Aceptable de Retorno de 23% resulta como un indicador favorable para el desarrollo del proyecto; la inversión fija directa asciende a \$59,878,845.00 y el punto de equilibrio se encuentra al vender 250 toneladas, por lo tanto el proyecto tiene factibilidad financiera



VIII. REFERENCIAS

1. Alves M.H., Galba M.C., Okada K., Ferreira I.H., "Detection of extracellular protease in *Mucor* species" *Rev. Iberoam.Micol.*, (22), 114-117 (2005)
2. Administración de la producción. Notas de clase.
3. Bartnicki-Garcia S., Nickerson W.J., "Nutrition, growth and morphogenesis of *Mucor rouxii*" *J. Bacteriol*, 841-858 (1962)
4. Brine, Ch. J. 1984. Chitin: Accomplishments and perspectives. En: chitin, chitosan and related enzymes. Editorial J. P. Zikakis. Orlando. San Diego. New York
5. Cañipa, A. 1994. Estudio químico sobre el aprovechamiento integral del cefalotórax de camarón. Tesis de Maestría. Facultad de química. UNAM, D.F. México.
6. Cira L.A., Huerta S., Shirai K., " Fermentación láctica de camarón (*Penaeus* sp.) en un reactor de fermentación sólida" *Rev. Mex. Ing. Quim.* (1) 45-48 (2002)
7. Escobedo G. 1999. Obtención de quitina por métodos enzimáticos a partir del cefalotórax de camarón. Tesis profesional. UNAM, D.F. México.
8. Escudero Abarca, B. I. 1986. Quitinasas microbianas. Ejercicio escrito de examen predoctoral. ENCB, D.F. México.
9. Hirano, S. H. y Yamamoto. 1984 Several novel attempts for the use of potential functions of chitin and chitosan and related enzymes. Editorial J. P. Zikakis. Orlando. San Diego. New York.
10. John Wiley & Sons 1998. Chitin and chitosan, an expanding range of markets await exploitation. A Report from Technical insights. 3 rd Edition. New York.

11. Kafetzopoulos D., Martinou A., Bouriotis V. "Bioconversion of chitin to chitosan: Purification and characterization of chitin deacetylase from *Mucor rouxii*" Proc. Natl. Acad. Sci. USA, (90) 2564-2568 (1993)
12. Kristbergsson K., Einarsson J.M., Gislason J., "Recent developments in deacetylation of chitin, and possible applications in food formulations." 2003
13. Lárez V. C. "Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro" Avances en química, 1(2), 15-21 (2006)
14. Lárez V. C. "Usos del quitosano en sistemas acuosos" Rev. Iberoam. Polimer., 4(2), 91-109 (2003)
15. Madigan, Michael. 2000. Brock, Biología de los microorganismos. Editorial Prentice Hall. 8a Edición. España.
16. Mejía López, A. 1990. Fermentación del carapacho de camarón suspendido en agua de la llave dirigida a la producción de quitinasa y al estudio del sólido remanente. Tesis profesional. ENCB, D.F. México.
17. Monroy M. L. 1981. Obtención de quitina y quitosán extraída del *Pleudocodes planipies* (langostilla). Tesis profesional. UNAM, D.F. México.
18. Morrisey M.T. Marine biotechnology. OSUS lab. Iceland 2003
19. Muzzarelli, R 1977. Chitin. A. Wheaton & Co. Gran Bretaña
20. Plan Nacional de Desarrollo 2007.

21. Rabadán López, A. 1990. Utilización de caparacho de camarón para la producción de proteasa extracelular de *Serratia marcescens* y su posible uso para la producción de hidrolizados de carne de pescado de especies grasosas. Tesis profesional. ENCB, D.F. México.
22. Ramírez M. A. 2003. Empleo de enzima quitinolítica de *Serratia marcescens* para la obtención de carotenoproteínas a partir de cefalotórax de camarón. Tesis UNAM
23. SAGARPA. 2003 Anuario estadístico de pesca.
24. Taquiedin E., Lee C., Amiji M., "Perm-selective chitosan-alginate hybrid microcapsules for enzyme immobilization technology" J. Of ISPE, 22(6) (2002)
25. http://www.sinaloa.gob.mx/Portal/EMPRESARIO_BIOPOLIMEROS.html

IX. ANEXOS

Anexo A. Empresas relacionadas con la comercialización de quitina y quitosán en el mundo.

Empresa:	Jiagen Biotechnologies
País:	Canadá
Información:	Jiagen suministros de la calidad de quitina y quitosano obtenida de conchas de cangrejo. Ordenes de compra están disponibles. Para más información, póngase en contacto con nosotros.
Contacto:	Persona de contacto: Sra. Jane Dupont (Business Development Manager) Empresa: Jiagen biotecnologías Dirección: Antoine Faucon, Pierrefonds, QC, Canada Zip / Postal: H9K 1L2 Teléfono: 1-514-7799623 Fax: 1-514-6260956

Empresa:	AK Biotech Ltd
País:	China
Información:	Nuestra producción anual es de hasta 1000 toneladas, y todos estos productos se utilizan ampliamente en campos como la medicina, los alimentos, los aditivos alimentarios, la atención de la salud, la industria química, el tabaco, la agricultura, la protección de medio ambiente, etc
Contacto:	Web: www.akbio.net E-mail: akbio@126.com . Fax: +86-531-8711-5518 Tel: +86-531-8711-3096

Empresa:	Federalabs
País:	USA
Información:	Quitina Polvo \$ 35,75 / 1 kilogramo Chitosan Polvo \$ 75,25 / 1 kilogramo

Empresa:	India sea foods
País:	India
Información:	Eliminación de materiales iónicos, utilizado como Flocúlate / coagulante en procesos de Filtración y Desalinización.
Contacto:	Persona de contacto: Sr. Everest Edward / Sr. Tom Edward Dirección: P.B. N ° 818, Thoppumpady Cochin - 682005, Kerala (India) Tel: + 91 - (484) - 2232320 / 2231041 Fax: + 91 - (484) - 2231693 E-mail: inseafoo@md3.vsnl.net.in

Empresa:	Biopol
País:	México
Información:	La quitina y quitosano puede ser usado para la salud, industrial y de los problemas de alimentación debido a sus propiedades naturales.
Contacto:	Persona de contacto: Sra. Maby Moctezuma (Business Development Manager) Empresa: Biopol Dirección: Francisco Javier Martinez, Madero, Tamaulipas, México Zip / Postal: 89515 Teléfono: 052-833-1407546 Fax: 052-833-2110417

Empresa:	Hangzhou New Asia International Co., Ltd
País:	China
Información:	Muestras gratuitas
Contacto:	Persona de contacto: Sr. Fogson Wang (Manager) Empresa: Hangzhou New Asia International Co, Ltd Dirección: 707 JianGuo North Road, XingHui Mansion 802, Hangzhou, Zhejiang, China Código Postal: 310004 Teléfono: 86-571-85815391 Fax: 86-571-85815449

Empresa:	MARSHALL MARINE PRODUCTS
País:	India
Información:	Somos fabricantes confiables de de quitina y quitosán de alta calidad con sede en INDIA. Tenemos técnicas altamente calificadas y equipo de para el proceso de fabricación
Contacto:	Persona de contacto: Sr VIKRAM SUTHAKAR (gestión ejecutiva) Empresa: MARSHALL PRODUCTOS MARINOS Dirección: CHOLAN STREET, Erode, Tamil Nadu, India Zip / Postal: 638004 Teléfono: 0091-424-2227986 Fax: 0091-424-2221986

Empresa:	Qingdao Dongwenxing Trading Co.,Ltd
País:	China
Información:	Actuamos como agentes de exportación de quitosán la fábrica se ubica en Qingdao, China. Le garantizamos el mejor precio y un buen servicio.
Contacto:	Persona de contacto: Sr Zou Simon (Director) Empresa: Qingdao Dongwenxing Trading Co, Ltd Dirección: 6 Hongkong Zhong Road, Qingdao, Shandong, China Zip / Postal: 266071 Teléfono: 86-532-85918730 Fax: 86-532-85918729

Empresa:	Bannawach Bio-Line Co., Ltd.
País:	Thailand
Información:	Especificaciones: Edible quitina / Industrial quitina Apariencia: Off blanco / Off blanco o rosa claro o amarillo claro Granularidad: Polvo o copos / Polvo o copos de humedad: menos que 10% / Menos que 10% Contenido de cenizas: menos de 1,0% / Menos De 2,0% de contenido de proteínas: menos de 1,0% y menos del 2,0% de Embalaje: 20 kg
Contacto:	Persona de contacto: Sr Bannawach Pansangar (Business Development Manager) Empresa: Bannawach Bio Line - Co, Ltd Dirección: 19/19 Moo 8, Bangkrajao, Muangsamuthsakorn Samuthsakorn, Tailandia Zip / Postal: 74000 Teléfono: 66-38-703222 Fax : 66-38-703225

Empresa:	Apexchem Enterprise (Shanghai) Co.ltd
País:	China
Información:	En materia de protección del medio ambiente, quitosán se puede aplicar en la purificación de aguas residuales, purificación de proteínas y purificación de agua. Paquete: 25 o 50kg/bote
Contacto:	Persona de contacto: Sr Kevin Ye (Ventas) Empresa: Apexchem Empresa (Shanghai) Co.ltd Dirección: Heyu Road, Hefei, Anhui, China Zip / Postal: 230011 Teléfono: 0086-551-4467726 Fax: 0086-551-4467671

Empresa:	Saigon international trading & service company
País:	Vietnam
Información:	Somos fabricantes y vendedores profesionales de 1) quitina (caso No. 1398-61-4), para la calidad estándar y 2) quitosán, en polvo, blanco libre de sólidos insolubles con un grado de desacetilación mínimo de 90,0% y 3) quitosán oligosacáridos, polvo blanco, con un tamaño de partícula de 200 mesh.
Contacto:	Persona de contacto: Sr sungmin kang (Finanzas) Empresa: saigon internacional de comercio y empresa de servicios Dirección: 135/45 nguyen fuu canh, pabellón 22, binh thanh, hochiminh ciudad, Vietnam Zip / Postal: Teléfono: 84-8-4456450 Fax: 84-8-4456482

Empresa:	GreenValue
País:	USA
Información:	Somos proveedores de quitina y quitosano y tenemos oficina de representación en EE.UU.. Ofrecemos diversos grados de desacetilación de quitosán quitina, y competencia en precios: Se produce quitosán de grado alimenticio y para aplicaciones biomédicas, quitosán grado industrial de alta densidad con 60% de desacetilación y quitosán de grado agrícola quitosan de alta densidad con %80 de desacetilación.
Contacto:	Persona de contacto: Sra Stephanie Zhang (Manager) Empresa: GreenValue Dirección: 1161 N. El Dorado Place, Tucson, AZ, EE.UU. Zip / Postal: 85715 Teléfono: 1-520-8860888 Fax: 1-520-8862037

Empresa:	Marine Chemicals
País:	India
Contacto:	Persona de contacto: Sr KURIAN JOSE (CEO) Empresa: Marine Chemicals Dirección: Deepa Building, Santogopalan Road, Chullickal, Cochin, Kerala, India Zip / Postal: 682005 Teléfono: 0091-484-2227241 Fax: 0091-484-2220801

Empresa:	Buenavida
País:	México
Información:	Distribuidor, polvo con 80-95% de desacetilación de 15 a 20 toneladas/año



Anexo B. Diagrama de flujo del proceso de producción de quitina y quitosán.



X. GLOSARIO

Bioactivo. Compuesto que tiene la capacidad de mermar el efecto dañino que puede ocasionar una enfermedad.

Biocompatible. Un material que puede ser utilizado en algún implante o prótesis.

Biodegradable. Característica de algunas sustancias de poder ser utilizadas como sustrato por microorganismos, que las emplean para producir energía y crear otras sustancias.

Biomasa. Cantidad de materia viva producida por organismos de un tipo específico.

Biopolímero. Un polímero se refiere a una molécula compuesta de otras moléculas semejantes más pequeñas como los eslabones de una cadena, un biopolímero simplemente es un polímero producido en algún organismo viviente.

Celulosa. Biopolímero formado de glucosa; se encuentra con mayor abundancia sobre la tierra principalmente en las estructuras celulares de vegetales, componente principal de la madera y el papel.

Coagulación. Proceso que ocurre cuando se anulan las cargas eléctricas superficiales de partículas suspendidas en agua de manera que se promueve que se unan entre sí.

Confinamiento. Un confinamiento controlado para residuos peligrosos es un lugar totalmente seguro que se construye con el fin de recibir residuos de este tipo, y en el que se invierte en la más alta tecnología. Debe instalarse en lugares alejados de los centros de población y, sobre todo, en donde exista poca lluvia y no pasen corrientes de agua subterránea, pues el objetivo es reducir al mínimo posible el riesgo.

Espacio vanguardia 2008. Es un programa de trabajo intenso con la participación de 200 estudiantes distinguidos, líderes y emprendedores, de las mejores universidades del país, académicos de diversas especialidades y representantes de las empresas asociadas a Espacio de Vinculación, A.C.

Exoesqueleto. Es la cubierta externa de los arácnidos, insectos y crustáceos.

Floculación. Aglomeración de partículas suspendidas en un líquido mediante una sustancia química conocida como floculante, que hace a dichas partículas formar conjuntos más grandes que tienden a sedimentar

DBO. Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO. Demanda Química de Oxígeno

Grupos acetilo. Estructuras químicas que se derivan del componente principal del vinagre; el ácido acético, que se encuentran unidas a otras moléculas orgánicas.

Grupos amino libres. Estructuras químicas formadas por átomos de nitrógeno unidos con átomos de carbono e hidrógeno.

Peso vivo. Peso total del producto en el momento de obtenerse de su medio natural; se determina con base en el peso desembarcado, aplicando factores de conversión establecido por el Instituto Nacional de la Pesca, de acuerdo con la metodología universalmente empleada por la FAO.

Peso desembarcado. Se refiere al que conserva el producto al ser declarado al desembarque en sus diversas modalidades: descabezado, en pulpa u otras.

Polisacárido. Biomoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos.

Quitina. Polisacárido natural semejante a la celulosa, forma parte del esqueleto de insectos y crustáceos, de la pared celular de hongos y algunas plantas

Quitosán. Derivado desacetilado de la quitina que tiene cualidades que lo convierten en un biopolímero versátil.