



3028

**ANASAC**



639.60286  
A 278  
2000  
49 h  
C

PROYECTO FONTEC

**“OBTENCIÓN DE POLÍMEROS NATURALES A  
PARTIR DE CAPARAZONES DE CRUSTÁCEOS”**

BIBLIOTECA CORFO

**INFORME FINAL**

**Agrícola Nacional S.A.C.I.**

639.60286  
A 278  
2000

**ANASAC**

## PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constató que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

BIBLIOTECA CORFO



**anasac**



**INFORME FINAL**

<b>Código Proyecto</b>	199-1833
<b>Título Proyecto</b>	OBTENCIÓN DE POLÍMEROS NATURALES A PARTIR DE CAPARAZONES DE CRUSTÁCEOS
<b>Entidad Patrocinadora</b>	Agrícola Nacional S.A.C.I. ANASAC
<b>Entidad Ejecutora</b>	Universidad de Concepción Unidad de Desarrollo Tecnológico
<b>Localización Proyecto</b>	Coronel
<b>Fecha de Entrega</b>	30 de noviembre de 2000



## ÍNDICE

---

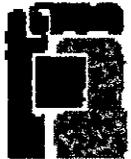
<b>Capítulo 1. Introducción</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Antecedentes Generales</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Objetivos del proyecto</b>	<b>5</b>
1.2.1. Objetivo general	5
1.2.2. Objetivos específicos	5
<b>Capítulo 2: Análisis e información bibliográfica</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Quitina</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Materia prima</b>	<b>7</b>
<b>2.3. Procesos de obtención</b>	<b>8</b>
<b>2.4. Propiedades y aplicaciones</b>	<b>9</b>
2.4.1. Tratamiento de aguas y efluentes.	9
2.4.2. Aplicaciones médicas y farmacéuticas.	10
2.4.3. Aplicaciones en Agricultura.	11
2.4.4. Industria alimenticia.	12
2.4.5. Aplicaciones en la Industria textil, papelera y materiales esponjosos	13
2.4.6. Aplicaciones cosmetológicas	13
2.4.7. Industria del cuero	13
<b>Capítulo 3: Estudio de Mercado</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Análisis de la Oferta de quitina y quitosana.</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Mercado proveedor de materias primas.</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Descripción del Mercado Demandante.</b>	<b>19</b>
3.3.1. Aplicaciones en agricultura.	19
3.3.2. Aplicaciones en sector médico y farmacéutico.	19
3.3.3. Análisis del mercado de derivados de la quitosana para ser empleado como quelante.	20
<b>3.4. Productos sustitutos.</b>	<b>20</b>
3.4.1. Productos agroquímicos sustitutos.	20



**anasac**



3.4.2. Sustitutos en el mercado farmacéutico.	20
<b>Capítulo 4: Metodología</b>	<b>22</b>
4.1. Implementación a nivel de laboratorio de técnicas de extracción de quitina y obtención de quitosana.	22
<b>Capítulo 5: Resultados</b>	<b>26</b>
5.1. Caracterización de la materia prima	26
5.2. Optimización del método de obtención	30
5.2.1. Optimización del método de obtención de quitina.	30
5.2.1.1. Variación en la concentración de reactivos	30
5.2.1.2. Variación del tiempo de reacción	31
5.2.1.3. Efecto de la temperatura	31
5.2.1.4. Efecto del tamaño de los caparazones	31
5.2.2. Optimización del método de obtención de quitosana	31
5.2.2.6. Búsqueda de nuevos reactivos	32
5.2.2.2. Variación de la temperatura y concentración	32
5.2.2.3. Variación del tiempo de reacción	33
5.3. Planta Piloto	33
Diseño conceptual de la planta piloto	34
<b>Capítulo 6: Bibliografía</b>	<b>38</b>
<b>Anexo No.1</b>	<b>39</b>
<b>RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS</b>	<b>39</b>
<b>Anexo No.2</b>	<b>43</b>
<b>CUADRO RESUMEN DE GASTOS REALES</b>	<b>43</b>
<b>DETALLE MENSUAL DE GASTOS DEL PROYECTO – MES 10</b>	<b>44</b>
<b>DETALLE MENSUAL DE GASTOS DEL PROYECTO – MES 11</b>	<b>46</b>
<b>DETALLE MENSUAL DE GASTOS DEL PROYECTO – MES 12</b>	<b>48</b>



FONTEC

anasac



## Capítulo 1. Introducción

### 1.1. Antecedentes Generales

El presente proyecto tiene su origen en uno de los grandes problemas que tienen las empresas procesadoras de crustáceos: la generación de una cantidad importante de desechos cuando procesan camarones y langostinos. Este desecho corresponde fundamentalmente a los caparazones de estos crustáceos, los cuales presentan un alto contenido de carbonatos de calcio y magnesio, proteínas, lípidos y quitina. Actualmente, parte de los caparazones son secados y molidos para exportarse como harina de crustáceos a un valor aproximado de US\$ 550 por tonelada, el resto es botado en vertederos.

BIBLIOTECA CORFO

Estudios recientes demuestran que la quitina, un producto natural, segundo polisacárido más abundante en la naturaleza y presente en los caparazones de crustáceos, posee características que, luego de una modificación química, puede ser utilizada en aplicaciones en el campo de la bioquímica, medicina, farmacología, enzimología, microbiología, agricultura, etc. La diversidad de su aplicación, sus propiedades no tóxicas y su naturaleza biodegradable, la hacen un producto muy atractivo para la industria actual. En particular, algunos derivados de la quitina tienen la facultad de ser efectivos agentes nematocidas para una gran variedad de microorganismos presentes en el suelo y causantes de daño a cultivos y plantaciones frutales. Por otro lado, se ha determinado que la quitina y derivados pueden ser efectivos agentes floculantes de proteínas y secuestrantes de iones metálicos, lo que los transformaría en efectivos reductores de la contaminación líquida, generada en el mismo procesamiento de recursos marinos o por la industria química en general.

Existe un mercado internacional de quitina y quitosana (derivado de la quitina), en el cual esta tiene un valor aproximado entre US\$ 15.000 y US\$ 30.000 la tonelada, dependiendo de la pureza del producto. Además, existe la posibilidad de desarrollar aplicaciones de la quitina y de sus derivados a nivel regional y nacional, específicamente en el área agrícola y biomédica.

El presente proyecto estudió en forma sistemática la obtención de quitina, con el fin de desarrollar un proceso industrial. En base a ello, se estudió los principales parámetros de extracción a escala de laboratorio y se construyó una planta piloto.



**FONTEC**

**anasac**



## **1.2. Objetivos del proyecto**

### **1.2.1. Objetivo general**

El objetivo central del proyecto fue desarrollar una tecnología para obtener quitina desde los caparazones de crustáceos.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

1. Estudiar y optimizar la obtención de quitina de distinta procedencia de acuerdo a métodos químicos a escala de laboratorio.
2. Desarrollar un proceso tecnológico para obtener quitina a escala piloto.

## Capítulo 2: Análisis e información bibliográfica

### 2.1 Quitina

Después de la celulosa, la quitina es el segundo bio-polímero más abundante que se encuentra en la naturaleza y, debido a su semejanza estructural, se lo considera como un derivado de ella. Ambos polímeros cumplen una función de soporte, y sus estructuras pueden apreciarse en las figuras que siguen; de éstas, se deduce que además del grupo acetilo, la quitina presenta un grupo secundario diferente.

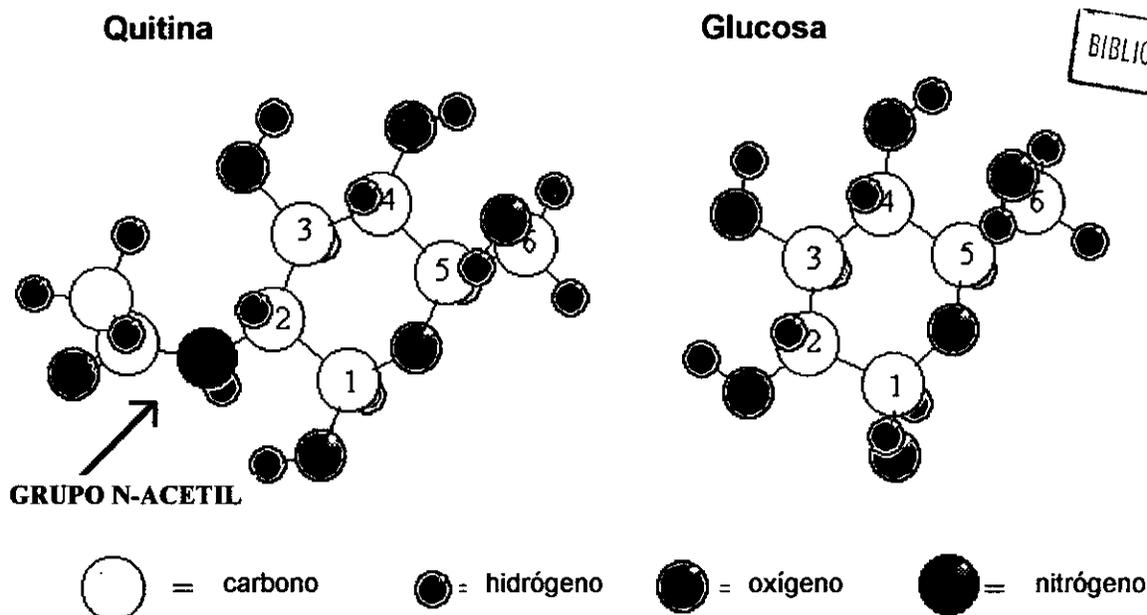


Figura 1: Estructura Química de la Quitina.

La quitina se especifica además como: poli-N-acetil-D-glucosamina. Cuando este polisacárido presenta una baja proporción de los grupos N-acetil, da lugar al derivado conocido como quitosana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Muzarelli, R. "Natural Chelating Polimers", Pergamon Press, 1ra edición, (1973)



## 2.2. Materia prima

La quitina se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza en crustáceos, moluscos, hongos, insectos, y en la pared celular de algunos microorganismos<sup>2,3</sup>.

Aunque la quitina se encuentra ampliamente distribuida en la naturaleza, la mayor fuente práctica la constituyen los residuos de crustáceos. En este tipo de subproductos la quitina se encuentra asociada a proteínas, lípidos, pigmentos y minerales: Por lo tanto estos residuos deben ser procesados para obtener quitina, y de ésta quitosana por desacetilación.

A continuación se presenta el rango de la composición química de caparazones de crustáceos:

Tabla I: Composición de caparazones de crustáceos<sup>4</sup>

Composición	Porcentaje
Sólidos (%)	30-40
Quitina (%)	14-27
Proteína (%)	15-30
CaCO <sub>3</sub> + Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (%)	35-55
Lípidos (%)	0-10

De la tabla anterior, es posible proyectar las producciones a nivel industrial de quitina a partir de crustáceos.

<sup>2</sup> Muzarelli, R. "Natural Chelating Polimers", Pergamon Press, 1ra edición, (1973)

<sup>3</sup> Hirano, S. "Chitin Biotechnology applications" Biotechnology, Annual Review, Vol 2, 237-58, (1996)

<sup>4</sup> Amenta, R. "Utilización de desechos de camarón para recuperación de productos de alto valor agregado" apuntes curso, Universidad de Concepción, (nov 1990)

### 2.3. Procesos de obtención

En literatura hay muchos autores que describen la obtención de quitina y quitosana, todos coinciden en que hay una etapa de desproteización, otra de desmineralización hasta la obtención de quitina y una de desacetilación para pasar de quitina a quitosana. Los autores han trabajado a diferentes concentraciones, temperaturas, tiempos de reacción y relaciones sólido líquido, como se puede apreciar en la tabla presentada a continuación:

Tabla II: Variables de operación obtención de quitina y quitosana de diferentes autores.

Autor	Materia Prima	Desproteización	Desmineralización	Desacetilación
Hackman <sup>5</sup>	Langostino	NaOH, 1N, 12h, 100°C (4 veces).	HCl, 2N, 5 h, T amb HCl 2N, 48 h, 0° (4 veces)	
Hirano <sup>6</sup>	Cangrejos o camarones	NaOH, 3-5%, 80-90°C.	HCl, 3-5% T amb	NaOH, 40-45% 90-120°C
Brousignac <sup>7</sup>	Jaiba	NaOH 1.25 N, 3 etapas de 40 min	HCl 1.4 N	
Wu and Bough <sup>8</sup>	Quitina	***	***	NaOH, 50%, 1 – 5 h, 100°C.
Mima et al <sup>4</sup>	Cangrejo	NaOH, 1N, 3h, 80°C.	HCl, 1N, 12h, T amb.	NaOH, 47%, 1h,
No et al. <sup>9</sup>	Cangrejo	NaOH, 1N, 2h, 65°C, sol/lid 1/10 (p/v).	HCl, 1 N, 0.5h, t amb sól/ líq 1/15 (p/v).	***
Chang et al <sup>10</sup>	Quitina	***	***	NaOH, 60% de, 107 °C sól/ líq 1:26 (p/v)

De la tabla anterior es posible apreciar que todos los autores encontrados coinciden en utilizar soda para la etapa de desproteización, ácido clorhídrico para la de desmineralización y soda concentrada para la desacetilación. Las diferencias entre los autores están dadas principalmente en el tiempo y temperatura de reacción de cada etapa.

<sup>5</sup> Hackman, R., Australian J.Biol. Sci., 7, 168, (1954)

<sup>6</sup> Hirano, S, "Chitin Biotechnology applications" Biotechnology, Annual Review, Vol 2, 237-58, (1996)

<sup>7</sup> Brousignac, P. Chim. Ind. Genie. Chim., 99, 1241-7, (1968)

<sup>8</sup> Mima, S., Miya, M., Iwamoto R. y S. Yoshikawa, " Highly Deacetylated Chitosan and Its Properties", J. Polym. Sci., 28, 1909-1917, (1983)

<sup>9</sup> No, H., Meyers, S y K. Lee, "Isolation and Characterization of Chitin from Crowfish Shell Waste", J.Agric. Food Chem., 37, 3, 575-9, (1989)

<sup>10</sup> Chang, K., Tsai, G., y Fu W., "Heterogeneous N-deacetylation of chitin in alkaline solution", Carbohydrate Research, 303, 327-32, (1997)



Por otro lado, Hirano<sup>11</sup>, menciona que en el futuro el método de obtención podría ser reemplazado por un método enzimático; donde los caparazones de crustáceos son tratados con proteasas bajo condiciones acidificadas, para remover proteínas y sales minerales al mismo tiempo, y en forma sucesiva con quitina-N-desacetilasa se remueve el grupo acetilo, para obtener de quitosana.

## 2.4. Propiedades y aplicaciones

Entre las aplicaciones más relevantes de la quitina, y de la quitosana, se pueden mencionar las siguientes<sup>11,12,13</sup>:

### 2.4.1. Tratamiento de aguas y efluentes.



Las resinas de intercambio iónicos son el medio más importante y más usado para el tratamiento de soluciones acuosas. Trazas de sustancias peligrosas pueden ser atrapadas en las resinas de intercambio iónico y por lo tanto removidas de las aguas residuales. Estas resinas son usadas en casi todos los procesos industriales, destacando:

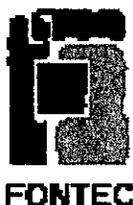
- Coagulante.
- Desionización de aguas.
- Remoción de metales pesados<sup>14</sup>.
- Recuperación de metales preciosos y valiosos.
- Tratamiento de sitios y aguas subterráneas contaminadas.
- En la industria de los alimentos.
- En la industria metalúrgica.

<sup>11</sup> Hirano, S, "Chitin Biotechnology applications" Biotechnology, Annual Review, Vol 2, 237-58, (1996)

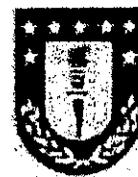
<sup>12</sup> Muzarelli, R. "Natural Chelating Polimers", Pergamon Press, 1ra edición, (1973)

<sup>13</sup> [www.chitin.org](http://www.chitin.org)

<sup>14</sup> Rorrer, G. Hsien, T y J Douglas Way, "Syntesis of Porous Mafnetic Chitosan Beads for Removal Cadmium Ions", Ind. Eng. Chem. Res. ,Vol 32, N° 9, 2170-8 (1993)



**anasac**



En estudios comparativos desarrollados, los resultados han mostrado que la quitosana tiene un poder de adsorción mucho mayor frente a resinas comerciales con las cuales se comparó.

La gran ventaja de los coagulantes naturales es que no causan ningún efecto adverso a la salud humana, son biodegradables y producen menos lodos que la floculación con sales de aluminio.

La creciente demanda para la reducción de metales pesados en aguas residuales con objeto de proteger el medio ambiente y el incremento del escepticismo hacia el uso de resinas sintéticas, hacen a la quitosana muy interesante en la remoción de metales pesados y radioisótopos, y en la recuperación de metales preciosos y valiosos.

Para el tratamiento de efluentes del procesamiento de industrias pesqueras, la quitosana ha mostrado ser efectiva, al igual que en la industria de pulpa de celulosa, donde entregó buenos resultados en comparación con coagulantes sintéticos.

#### **2.4.2. Aplicaciones médicas y farmacéuticas.**

Diversas son las aplicaciones conocidas de la quitina y quitosana en el campo médico y en la industria farmacéutica, destacando:

- Elaboración de piel sintética.
- Suturas quirúrgicas<sup>15</sup>.
- Aplicaciones oftalmológicas como lentes de contacto.
- Anticolesterolémico.
- Biomembranas para encapsular enzimas.
- Anticoagulante de sangre.

La quitosana presenta propiedades como efectivo agente reductor del colesterol, cuyos altos niveles en la sangre se asocian con riesgo de enfermedades coronarias. El potencial demostrado por la quitosana como agente anticolesterolémico sería igual o superior a las

---

<sup>15</sup> [www.bae.ncsu.edu/bae/courses/bae465/1995\\_projects/bake/smith/index1.html](http://www.bae.ncsu.edu/bae/courses/bae465/1995_projects/bake/smith/index1.html)



**anasac**



drogas que se comercializan en el mercado farmacéutico, no presentando los efectos adversos que generan estos medicamentos.

La quitina ha demostrado poseer un efecto acelerador en el proceso de cicatrización de heridas, usándose en la fabricación de fibras, películas, esponjas. Además, se puede usar quitina en materiales biomédicos normales, las suturas de seda estándar y de tripa de gato pueden ser recubiertas con quitosana obteniéndose efectos muy positivos en el proceso de recuperación de heridas.

Producción a partir de quitosana de películas biocompatibles, absorbentes de agua, que pueden ser aplicadas en las heridas abiertas de pacientes quemados, produciendo un efecto hidratante y calmante en éstos. Estas películas presentan las ventajas de ser permeables, permitiendo una adecuada oxigenación, además, al no ser necesario su remoción, se evita el daño que se pueda causar en el área herida.

Además de estas aplicaciones detalladas se está investigando usos de quitosana como antitumoral, acelerador en la formación de huesos, espermicida y depresor del sistema nervioso central <sup>16</sup>.

Por otro lado, algunos derivados de quitosana poseen una función antitrombosis por sus características de anticoagulante de sangre.

### **2.4.3. Aplicaciones en Agricultura.**

El uso de la quitina y la quitosana en el campo de la agricultura está enfocado básicamente como enmienda de suelo y controlador o supresor de plagas (Insectos, Enfermedades fungosas y bacteriales).

La quitina y quitosana pueden utilizarse en la agricultura como enmienda natural, ya que en dos meses pueden biodegradarse, alterando la flora microbiana del suelo, y generando un efecto supresor de ciertos microorganismos nocivos para fines agrícolas.

---

<sup>16</sup> [http://www.bae.ncsu.edu/bae/courses/bae465/1995\\_projects/bake/smith/index1.html](http://www.bae.ncsu.edu/bae/courses/bae465/1995_projects/bake/smith/index1.html)



**anasac**



La aplicación de pesticidas para el control de plagas presenta el efecto indeseado de la migración/lixiviación, por viento o agua, del agente activo hacia áreas o estratos de suelo no deseadas, al igual que evaporación a la atmósfera o efectos residuales limitados. Para corregir esta situación se realiza comúnmente una sobre aplicación del pesticida, incurriendo en mayores costos y provocando problemas ambientales. Esta situación hace interesante la elaboración de una matriz polimérica a partir de quitina, que permita la liberación controlada del ingrediente activo, mejorando su eficiencia de aplicación, evitando la migración del agente activo fuera del área de interés y mejorando en ciertos casos su residualidad.

La quitina, específicamente, presenta características naturales de nemacida, al inhibir la propagación de nemátodos, en tanto la quitosana presenta propiedades fungicidas y antibacterianas.

En el campo de la alimentación animal se emplea la quitina/quitosana con fines de estimulación del sistema inmunológico, específicamente para reducir el uso de antibióticos de aplicación habitual en complementos alimentarios para aves, cerdos y terneros.

Por otro lado, se estudia la utilización de quitosana en el desarrollo de geles superabsorbentes que mejoren las condiciones hídricas de los terrenos.

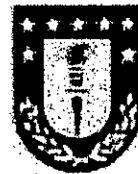
#### **2.4.4. Industria alimentaria.**

La quitosana es usada como aditivo alimentario para mejorar la calidad de algunos alimentos comerciales. Por un lado inhibe el crecimiento de mohos y bacterias peligrosas en alimentos con bajo contenido de sal y por otro lado es un producto antiolesterolémico.

Las propiedades hipocolesterolémicas de la quitosana hacen muy atractiva su incorporación en la formulación de alimentos para humanos o animales, para que presenten propiedades de bajo contenido de colesterol o que ayuden a la disminución de éste. En este mercado destaca la industria lechera y la industria avícola, en esta última, pudiendo incorporarse la quitosana en las dietas de aves de corral para producir huevos con bajos niveles de colesterol.



**anasac**



Las propiedades de la quitosana como agente hipolipidémico, capturador de grasas, ha llevado al desarrollo de productos nutracéuticos con fines dietéticos que son comercializados ampliamente en el mundo.

Además, la quitina y quitosana tienen aplicaciones como estabilizador de color, para remover pigmentos, como saborizante, en preservación de frutas, etc.

#### **2.4.5. Aplicaciones en la Industria textil, papelera y materiales esponjosos**

Las fibras textiles tienen poca afinidad por tinturas, por ejemplo, fibras sintéticas y de vidrio se pueden molar o cubrir en su superficie con quitina o quitosana, lo que los hace más receptivos al tñido con fibras reactivas. Una mezcla de quitina-quitosana se puede usar como pasta impresora para tinturas catiónicas y directas. Además de aumentar la velocidad de tñido, aumenta la resistencia de la fibra y le imparte propiedades antiestáticas.

Diversos derivados de quitina y quitosana son usados en la manufactura de fibras, algodones, film y esponjas. Las propiedades físico mecánicas del papel son mejoradas con un recubrimiento de quitosana, y la impresión con tinta aniónica en un papel recubierto con quitosana catiónica, resulta una impresión de excelente calidad. En la industria fotográfica presenta aplicaciones para el tratamiento de papel fotográfico.

#### **2.4.6. Aplicaciones cosmetológicas**

Las aplicaciones en el campo cosmetológico están enfocadas en el cuidado de el cabello y la piel. Algunas sales ácidas de quitosana son utilizadas como ingredientes de lociones de cabello, otros derivados aniónicos de quitina y quitosana son usadas como ingredientes para productos del cuidado de la piel. También existen derivados de quitosana que protegen a la piel contra infecciones microbianas y activan las células de la piel.

#### **2.4.7. Industria del cuero**

Se conocen aplicaciones de quitosana y algunos de sus derivados, específicamente en el tñido del cuero, logrando importante disminución de cantidad de sales de cromo utilizadas en el proceso, al mejorar la fijación de los pigmentos.



**anasac**



## Capítulo 3: Estudio de Mercado

### 3.1. Análisis de la Oferta y Demanda de quitina y quitosana a nivel mundial.

Se estima que la producción mundial de quitosana es del orden de 2.500 ton métricas anuales, destacando como países productores Japón, China, India; Estados Unidos, Noruega, Rusia y otros menores.

Japón destaca como el principal productor, y consumidor, de quitina y quitosana a nivel mundial, con mas de 10 años de investigación y desarrollo. Este país presenta un mercado desarrollado, existiendo en ese país alrededor de 10 productores de quitina y quitosana, generando alrededor de 1.000 ton. anuales de quitina, de las cuales se elaboran, aproximadamente, 650 ton de quitosana. Por otro lado, más de 60 firmas desarrollan productos basados en quitosana<sup>17</sup>.

Hirano<sup>18</sup>, proporciona una estimación del consumo de quitina y quitosana y sus derivados en el mercado Japonés en 1994, tal como se muestra en la siguiente tabla:

BIBLIOTECA CORFO

<sup>17</sup> <http://www.csjapan.doc.gov/imi9904/chitosan.html>

<sup>18</sup> Hirano, S, "Chitin Biotechnology applications" Biotechnology, Annual Review, Vol 2, 237-58, (1996)

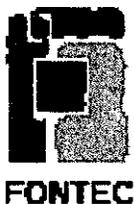


Tabla III: Estimación del consumo de quitina, quitosana y sus derivados en Japón en 1994<sup>19</sup>.

Usos	Consumo (ton/año)
Agentes floculantes	(350)
• Tratamiento de aguas domiciliarias	200
• Tratamiento de aguas de la industria de alimentos	100
• Manufactura de azúcar	50
Aditivos de alimentos	(125)
• Procesamiento de alimentos	45
• Alimentos saludables	80
Materiales agrícolas (recubrimiento de semillas, fertilizantes)	(120)
Aditivos para alimentos de animales	(60)
Textiles y fibras	(50)
Ingredientes para cosméticos de pelo y piel	(40)
D-glucosamina y oligosacáridos	(13)
Materiales biomédicos (ej. Suturas absorbibles, regeneración de piel)	(20)
Pinturas y tinturas	(10)
Espesantes	(10)
Membranas	(1)
Medios cromatográficos y reactivos	(1)

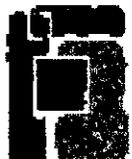
Nota. Los datos están estimados como quitosana.

En Korea, alrededor de 5 firmas productoras participan del negocio, destacando las firmas Jakwang Co., y Kopex Co .Ltd.

En India, destaca la firma Marine Chemical.

El principal productor europeo de quitosana es la empresa Primex Ingredients AS de Noruega.

<sup>19</sup> Hirano, S, "Chitin Biotechnology applications" Biotechnology, Annual Review, Vol 2, 237-58, (1996)



FONTEC

**anasac**



En Estados Unidos, se destaca la firma Vanson que se dedica a la producción de quitina y quitosana para el tratamiento de aguas residuales y el desarrollo de productos nutracéuticos.

Con respecto a los precios de mercado, éstos dependen de la aplicación a la que está destinado el producto, lo que determina especificaciones de pureza distintas. Para aplicaciones industriales, el precio es del orden de 10.000 a 20.000 USD la tonelada de quitosana, para aplicaciones farmacéuticas o en la industria alimenticia, la calidad del producto utilizado es superior, elevándose los precios a 20.000-30.000 USD la tonelada.

Las expectativas positivas que se tienen con respecto a la utilización de quitina, quitosana y sus derivados en sus diversas aplicaciones actuales y futuras, hacen esperable un crecimiento sostenido en el mercado mundial. Las barreras a la entrada de nuevos competidores tienen que ver con la investigación y el desarrollo de procesos eficientes de producción y purificación de quitina y quitosana, también con una adecuada disponibilidad de materia prima a un bajo costo.

### **3.2. Mercado proveedor de materias primas.**

La materia prima empleada en la producción de quitosana es la quitina. A su vez, la quitina se obtiene a partir de caparazones de crustáceos, tales como langostinos, krill, centollas, camarones y jaibas.

En la actualidad se procesan cerca de 40.000 toneladas de crustáceos en el país, los cuales son procesados por empresas pesqueras para la extracción de carne, generando un alto nivel de desechos los que en parte son exportados en forma de harina, principalmente a Japón, para la producción de quitina y sus derivados.

Dentro del grupo de los crustáceos, son el langostino colorado y el camarón nailon los que generan un mayor volumen de desembarque en el país.



FONTEC

anasac



Así en 1999 se extrajeron 12.710 toneladas de langostino colorado en el país, de las cuales 10990 pertenecen a la VIII Región. De acuerdo a esto, en esta región se podría producir hasta 260 toneladas de quitosana al año<sup>20</sup>.

Tabla IV: a) Producción anual de crustáceos en Chile

Especie desembarcada (ton.)	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Total crustáceos	30.213	26.200	30.826	30.971	32.615	37.327	39.402	38.870
Camarón naílon	8.224	8.237	9.840	10.620	10.535	10.239	7.301	7.951
Langostino colorado	4.002	3.334	2.422	4.938	7.726	8.939	12.602	12.710

Fuente: Anuario estadístico de Pesca 1999. Semapesca

<sup>20</sup> Anuario Estadístico de Pesca 1999. Semapesca

Tabla IV: b) Desembarque total de crustáceos en Chile en 1999, por especie y por región

Especie desembarcada (ton.)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM	AI	BF	Total
Camarón Nylon	-	7	2841	2644	-	-	332	-	-	-	-	-	-	-	-	7951
Cangrejo o Panchote	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	22
Centolla	-	-	12	2	2	-	-	10	-	395	48	1686	-	-	-	2155
Centolla del Norte	-	-	-	20	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	22
Centollón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1416	-	-	-	1416
Centollón del Norte	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Crustáceo no clasificado	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Gamba	-	-	-	-	57	-	-	78	-	-	-	-	-	-	-	135
Jaiba	-	-	-	-	-	-	7	2	-	511	102	2	-	-	-	624
Jaiba Limón	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Jaiba Marmola	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2677	2128	43	-	-	-	4850
Jaiba Mora	-	-	8	89	99	7	-	9	-	77	34	-	-	-	-	323
Jaiba Panchote	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Jaiba Peluda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114	-	-	-	-	-	114
Jaiba Peluda o Panchona	37	58	30	120	12	2	4	32	-	196	-	-	-	-	-	491
Jaiba Reina	-	-	-	-	-	-	-	17	-	5	-	-	-	-	-	22
Jaiba Remadora	-	-	-	5	2	57	7	-	-	-	-	-	-	-	-	71
Langosta de J. Fernández	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
Langosta Enana	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	38
Langostino Amarillo	-	-	1887	2611	1233	-	-	1542	-	-	-	-	-	-	-	7273
Langostino Colorado	-	-	516	117	1004	83	-	10990	-	-	-	-	-	-	-	12710

Fuente: Anuario Estadístico de Pesca 1999



**anasac**



Entre las empresas dedicadas a la exportación de harina de crustáceos, destacan la Compañía Pesquera Camanchaca y Pesquera del Golfo.

Los reactivos y solventes químicos necesarios para los procesos de producción de quitina y quitosana (ácido clorhídrico e hidróxido de sodio principalmente), pueden ser adquiridos a proveedores nacionales, no presentando dificultad para su adquisición. Oxiquim, Interquímica, Industrias Químicas Kimitsu Chile y Cía Ltda., entre otras, son proveedores de estos insumos.

### **3.3. Descripción del Mercado Demandante a nivel Nacional**

#### **3.3.1. Aplicaciones en agricultura.**

El mercado de las aplicaciones de quitina y quitosana en agricultura, está compuesto por las empresas productoras y comercializadoras de insumos agrícolas, donde destaca Anasac S.A., como único oferente a la fecha. Tanto las aplicaciones de quitosana directamente como biocida (actualmente algo mas de 1 tonelada anual), como el desarrollo de una matriz polimérica que permita la liberación controlada de los plaguicidas, presentan buenas perspectivas para su desarrollo por parte de estas empresas.

#### **3.3.2. Aplicaciones en sector médico y farmacéutico.**

Con respecto a las aplicaciones de la quitosana en el sector médico y farmacéutico se pueden considerar potenciales usuarios todas aquellas empresas capaces de producir y comercializar medicamentos destinados a disminuir el nivel de colesterol en la sangre. Laboratorios Recalcine, Laboratorio Chile, destacan en este segmento por su tamaño y por sus capacidades de investigación y desarrollo de fármacos.

En el mercado de los productos nutracéuticos se comercializa quitosana, en cápsulas, para disminuir de peso. En este rubro destacan Garden House, Laboratorio Arama, la central de homeopatía Hahnemann y el Laboratorio homeopático Knop.



### **3.3.3. Análisis del mercado de derivados de la quitosana para ser empleado como quelante.**

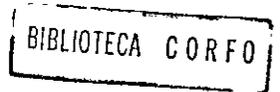
Actualmente a nivel mundial las resinas de intercambio iónico son utilizadas como quelante de metales en efluentes. No se tiene información del volumen del mercado nacional, sin embargo, los precios de estas resinas para uso industrial fluctúan entre US\$ 70 a US\$ 250 (FOB). (Catálogo Fluka 97/98).

### **3.4.Productos sustitutos.**

#### **3.4.1. Productos sustitutos de uso agrícola.**

Los agroquímicos y antibióticos tradicionales cuyo uso se pretende reemplazar en parte por productos a base de quitina o quitosano, tienen la desventaja de estar sufriendo una fuerte presión pública, la cual tiende a privilegiar productos de origen natural y con un mínimo a nulo impacto ambiental.

#### **3.4.2. Sustitutos en el mercado farmacéutico.**



Existen varios fármacos en el mercado que permiten disminuir el nivel de colesterol en el organismo, entre otros podemos nombrar:

- Fluvastatina
- Lovastatina
- Simvastatina
- Pravastatina
- Atorvastatina
- Cervastatina

Con respecto a la situación del mercado nacional, diferentes laboratorios importan estos fármacos, principalmente desde Europa, procediendo a su comercialización. El mayor problema reside en el alto costo del tratamiento y problemas secundarios provocados en el paciente, como vómitos y diarrea.

En el cuadro se detallan los montos importados por algunos laboratorios durante el año 1998.

Tabla V: Montos importados de productos anticolesterolémicos

Laboratorio Importador	Anticolesterolémico	Monto Importado (USD)
Laboratorio Chile	Lovastatina	160.221
	Simvastatina	3.110
Laboratorios Recalcine	Simvastatina	575.000
Instituto Bioquímico Beta	Lovastatina	40.000
Laboratorios Sayal	Lovastatina	70.000
Instituto Sanitas	Lovastatina	14.000

Fuente: Base de datos, Chilnet

En la ingesta diaria de estos fármacos, sólo un bajo porcentaje es efectivamente utilizado para disminuir los niveles de colesterol sanguíneo. El porcentaje que queda sin reaccionar puede causar una serie de efectos adversos que van desde sensación de saciedad, dolor epigástrico hasta interferencia en la absorción de algunas vitaminas oleo-solubles y algunos fármacos.



## Capítulo 4: Metodología

### 4.1. Implementación a nivel de laboratorio de técnicas de extracción de quitina y obtención de quitosana.

A partir de la información encontrada en literatura y de acuerdo a pruebas preliminares, se decidió implementar la técnica a nivel de laboratorio, considerando las siguientes etapas:

**Trituración:** Los caparazones se trituran en un molino.

**Lavado:** Los caparazones se lavan, lo cual permite eliminar materia orgánica, arena y sales.

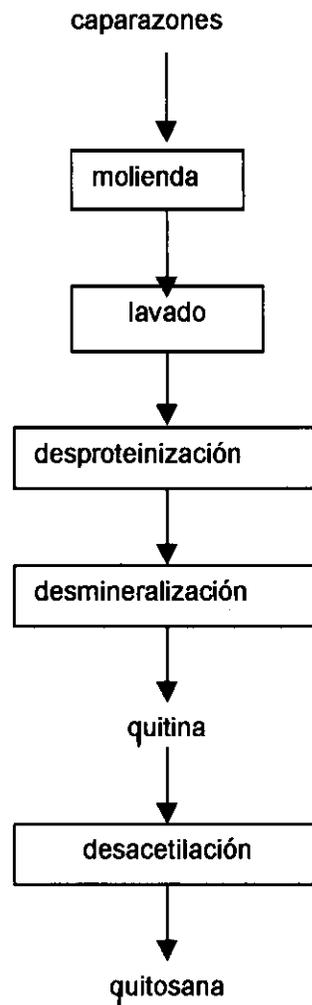
**Desproteínización:** Como su nombre lo indica, el objetivo de esta etapa es eliminar las proteínas de los caparazones de crustáceos. Los caparazones se someten a un ataque básico, con agitación y a temperatura. Después de este tratamiento, los caparazones deben lavarse hasta pH neutro.

**Desmineralización:** En esta etapa, se hace reaccionar a los caparazones en una solución ácida, con agitación y a temperatura ambiente. Después de este tratamiento la quitina debe lavarse hasta pH neutro.

**Desacetilación:** En esta etapa se transforma la quitina a quitosana, es decir, se elimina el grupo acetilo de la quitina, lo que se logra a temperatura y en un medio altamente básico. Después de este tratamiento la quitosana debe lavarse hasta neutralización.

A continuación se muestra un diagrama de flujo con los pasos a seguir para obtener quitosana:

Figura 1: Diagrama de obtención de quitina y quitosana





FONTEC

anasac



De acuerdo al esquema anterior, se construyó un equipo de laboratorio, cuyos principales equipos fueron:

1. Molino triturador: utilizado para disminuir el tamaño de las caparazones de crustáceos
2. Matraz de vidrio: se utiliza como reactor, es aquí donde se realizan las etapas de desproteización, desmineralización y desacetilación.
3. Agitador: se requiere para mejorar la reacción en el matraz.
4. Manto eléctrico: su objetivo es lograr la temperatura deseada en la etapa de desproteización.
5. Baño termostato: su objetivo es lograr a la temperatura requerida en la etapa de desacetilación.

A continuación se puede apreciar el equipo armado:

Fotografía 1: Equipo de laboratorio





**anasac**



De acuerdo a la materia prima, se obtuvieron distintos tipos de quitina y quitosana. En una primera etapa se realizaron experimentos, para el paso de caparazón a quitina, utilizando las siguientes condiciones experimentales, en dos etapas:

**Etapas de desproteínización**

**Reactivo: NaOH 1M**

**Tiempo de reacción. 2 h**

**Relación sólido líquido: 1/10**

**Temperatura: 70-90°**

**Etapas de desmineralización**

**Reactivo: HCl 1M**

**Tiempo de reacción. 2h**

**Relación sólido líquido: 1/10**

**Temperatura: ambiental**

## Capítulo 5: Resultados

### 5.1. Caracterización de la materia prima

Se estudiaron diferentes tipos de crustáceos tales como, jaiba, centolla, langostino y camarón. A cada uno de los caparazones de estos crustáceos se les determinó el porcentaje de quitina. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla VI: Caracterización de la materia prima

Crustáceo	% Quitina	% Ceniza	% Humedad
Jaiba <i>Cancer Edwarsi</i>	11	40	10
Centolla <i>Lithodes Antarcticus</i>	27	26	13
Langostino colorado <i>Pleuroncodes planipes</i>	14	31	7
Camarón <i>Heterocarpus Reedi</i>	15	26	11

BIBLIOTECA CORFO

#### Conclusiones:

- De los resultados anteriores, se puede apreciar que los mejores rendimientos se obtendrían con caparazones de centolla, sin embargo, presenta la dificultad de ser escasa para los requerimientos del presente estudio.
- El rendimiento del langostino es de 14%, menor a los demás analizados, pero tiene la gran ventaja de encontrarse en grandes cantidades y con cuotas de captura cercanas a las 10.000 ton/año en Chile.

A partir de los estudios anteriores se obtuvo la siguiente caracterización para la quitina, a partir de diferentes materias primas:

Tabla VII: Análisis elemental de quitina proveniente de diferentes materias primas.

Materia Prima	% C	% H	% N
Jaiba <i>Cancer Edwarsi</i>	46.92	7.28	6.57
Centolla <i>Lithodes Antarcticus</i>	46.58	7.23	6.30
Langostino colorado <i>Pleuroncodes planipes</i>	43.74	6.83	6.21
Camarón <i>Heterocarpus Reedi</i>	43.78	6.88	6.66
Valor teórico	47.29	6.45	6.89

Nota. Los análisis elementales se realizaron en un equipo Perkin Elmer, modelo 2400 CHNSØØ Analyzer.

De los resultados anteriormente mostrados, es posible apreciar que la quitina obtenida coincide en gran medida a la obtenida teóricamente, por lo cual se decidió utilizar la quitina proveniente del langostino para la obtención de quitosana, por ser la que tiene mayor disponibilidad. Por el mismo motivo anterior, se obtuvo quitosana a partir de quitina de langostino, la cual presentó la siguiente composición química:

Tabla VIII: Análisis elemental de quitosana.

Materia Prima	% C	% H	% N
Quitosana de langostino	44.16	7.26	8.30
Valor teórico	44.88	6.81	8.58

Además se realizó la caracterización de los grupos funcionales de la quitina y quitosana obtenida a partir de langostinos. Esta caracterización se realizó mediante espectroscopía infrarroja, utilizando un equipo Magna 550 FTIR. Las bandas más importantes se resumen en la siguiente tabla:

Tabla IX: Caracterización mediante Espectroscopia FTIR de los grupos funcionales de quitina y quitosana

Banda	Tipo de vibración	Quitina $\nu(\text{cm}^{-1})$	Quitosana $\nu(\text{cm}^{-1})$
-OH	Tensión	3464	3453
-NH	Tensión	3350 3267	3345
-CH	Tensión	2965 2892	2917 2877
-C=O Amida I	Tensión	1658 1630	
-N-H Amida II	Deformación	1559	
-NH <sub>2</sub> Libre	Deformación		1597
-OH	Deformación	1423	1424
-CH <sub>2</sub> -		1378	1381
-CH			
Amida III	Tensión	1315	
Amida IV	Tensión	720	
-CO	Tensión	1255-1072 1022	1255-1089 1022
-C-O-C	Tensión	1157	1157
-OH	Deformación	897	897
-NH	Deformación	705-697-567	697

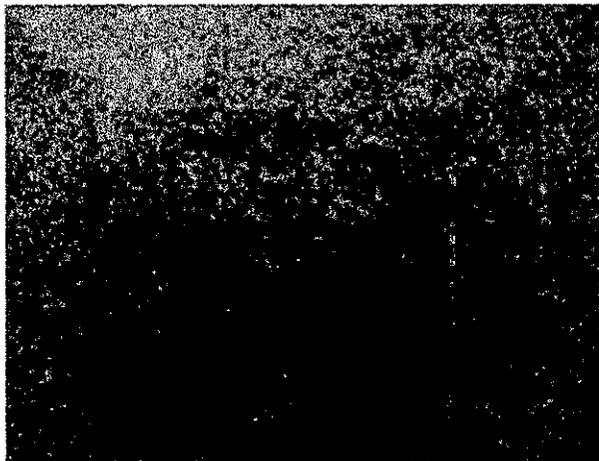
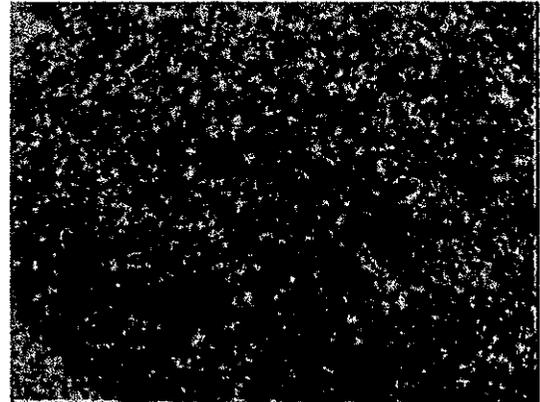
Nota: Los espectros infrarrojos para la quitina y quitosana se obtuvieron en un equipo FTIR Nicolet 550 Magna IR/TM Spectrometer.

A continuación se pueden apreciar la transformación de caparazones de langostinos, hasta la obtención de quitosana, en las siguientes fotografías:



Fotografía 2: Caparazón de langostino

Fotografía 2: Quitina



Fotografía 3: Quitosana



## 5.2. Optimización del método de obtención

En esta sección se presentaran los resultados de la variación de distintos parámetros a nivel de laboratorio, para la obtención de quitina y quitosana, tales como: concentración de reactivos, temperatura, tiempo de reacción, relación sólido líquido y tamaño de caparazones.

Para una mejor comprensión, se mostrarán en forma separada los resultados de la optimización de los parámetros para la obtención de quitina y de quitosana.

### 5.2.1. Optimización del método de obtención de quitina.

Cabe recordar que la quitina se obtiene básicamente a partir de dos etapas, la desproteización, en la cual se somete a las caparazones a una reacción alcalina a temperatura; y la desmineralización, que consiste en someter a la quitina desproteizada a una reacción ácida a temperatura ambiente, para eliminar los carbonatos y fosfatos de calcio.

La optimización de estas etapas consistieron en evaluar la quitina obtenida variando la concentración de los reactivos, el tiempo de reacción, la temperatura en el caso de la desproteización y la relación sólido líquido.

#### 5.2.1.1. Variación en la concentración de reactivos

**Desproteización:** Se realizaron ensayos variando la concentración de soda entre 1 y 2 M. En ambos casos se obtuvieron resultados similares, por lo cual, lo más conveniente desde el punto de vista económico es utilizar soda 1M.

**Desmineralización.** Se realizaron ensayos variando la concentración de ácido clorhídrico entre 1 y 2 M. Se observó que a medida que se aumenta la concentración de ácido, disminuye la cantidad de cenizas residuales, lo cual es conveniente para el proceso, sin embargo, la mayor reacción con los caparazones, provocaría problemas en la operación. Por lo anterior, se sugiere utilizar ácido clorhídrico 1M.



#### 5.2.1.2. Variación del tiempo de reacción

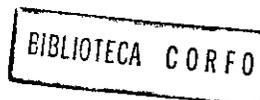
Para determinar el tiempo óptimo en las etapas de obtención de quitina, se realizaron ensayos de durante 2 horas, y se tomaron muestras de soda y ácido clorhídrico, respectivamente cada 30 minutos , a las cuales se les midió la concentración residual de reactivo. Con lo anterior fue posible determinar en que momento se detenía la reacción.

De los ensayos realizados, se llegó a la conclusión que después de 2 h, prácticamente no hay variación en la concentración del reactivo, tanto en la desproteización, como en la desmineralización.

#### 5.2.1.3. Efecto de la temperatura

En la etapa de desproteización, se realizaron ensayos entre 50 y 120° C. Se observó que no hay efecto de temperatura en el rango de trabajo, por lo tanto se sugiere trabajar a una temperatura intermedia.

#### 5.2.1.4. Efecto del tamaño de los caparazones



En cuanto al efecto de tamaño de los caparazones, se realizaron ensayos cualitativos. En primer lugar se intentó elaborar quitina con harina de crustáceos (0.5-1mm), con caparazones molidos (2-3mm) y con caparazones sin moler (5-15 mm). Por motivos de operación, se llegó a la conclusión de que es imposible trabajar con harina de crustáceos, ya que bajo esta condición se dificultan las condiciones de operación en los equipos. Por otro lado, si los caparazones no se muelen, es necesario gastar mucho reactivo o de lo contrario, dejarlo reaccionar por mas tiempo para eliminar toda la proteína contenida en ellos. Los ensayos realizados con caparazones molidos en un molino resultaron ser los mejores.

#### 5.2.2. Optimización del método de obtención de quitosana

En esta etapa se realizaron ensayos de obtención de quitosana variando un parámetro y manteniendo fijo los demás. Los parámetros evaluados fueron concentración de soda, tiempo de reacción y temperatura.

#### 5.2.2.6. Búsqueda de nuevos reactivos

Se ensayó una mezcla de parafina líquida con soda. Se utilizó el mismo procedimiento descrito anteriormente, lográndose una quitosana de PM superior a 100.000 g/mol. Por lo cual se descarta para aplicaciones agroquímicas.

#### 5.2.2.2. Variación de la temperatura y concentración

Se realizaron ensayos variando la temperatura, y manteniendo constante la concentración y el tiempo de reacción. Los resultados presentados a continuación fueron obtenidos a partir de quitina preparada con soda 1M, 2h y 70°; y HCl 1M, 2h, con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla X: Efecto de la temperatura en la obtención de quitosana (NaOH 40% , 2h)

Temperatura (°C)	PM (g/mol)	% Nitrógeno
90	66.000	6.65
100	61.000	7.05
110	58.000	7.52

Tabla :XI Efecto de la temperatura en la obtención de quitosana (NaOH 45% , 2h)

Temperatura (°C)	PM (g/mol)	% Nitrógeno
90	63.000	7.12
100	59.000	7.18
110	55.000	7.59

Tabla XII: Efecto de la temperatura en la obtención de quitosana (NaOH 50% , 2h)

Temperatura (°C)	PM (g/mol)	% Nitrógeno
90	55.000	7.19
100	50.000	7.23
110	48.000	7.65



**anasac**



El contenido de nitrógeno es un índice de la cantidad de quitosana que se ha ido transformando desde la quitina, posible apreciar que a medida que aumenta la temperatura, aumenta también el % de nitrógeno, igualmente se concluye que a medida que aumenta la temperatura, disminuye el peso molecular.

### 5.2.2.3. Variación del tiempo de reacción

Para determinar el tiempo óptimo en esta etapa, se realizaron ensayos durante 4 horas y se tomaron muestras de quitosana cada 1 hora, de esta manera, se tiene que el rango de tiempo óptimo de operación es de 2 a 3 horas.

### 5.3. Planta Piloto

#### Elección del material del reactor:

BIBLIOTECA CORFO

Como ya se ha mencionado, el proceso de obtención de quitina y quitosana, requiere una etapa ácida y dos alcalinas, por lo cual se debió buscar información acerca de los materiales de construcción del o los reactores. Por otro lado, se trabaja con materiales sólidos (caparazones), lo que implicaría problemas de trasvasije en caso de contar con dos reactores, por lo cual se decidió utilizar sólo uno, que cumpliera con los requisitos para ser utilizado en todas las etapas del proceso de obtención de polímeros.

De acuerdo a información obtenida de tablas químicas<sup>21</sup> y <sup>22</sup>, los materiales de construcción adecuados para las condiciones de trabajo son teflón, titanio, FEP y Hastelloy C.

Para determinar el material idóneo se sometieron a los materiales escogidos a las mismas condiciones de para obtener quitina y quitosana a nivel de laboratorio. Se realizaron varios ensayos a nivel laboratorio, con diferentes materiales que pudieran resistir el ataque de los reactivos, con motivo de calcular la corrosión.

<sup>21</sup> Perry, J., "Chemical Engineers Handbook", 4ta edición, Mc Graw-Hill Book Company, 1963.

<sup>22</sup> "Chemical Resistance Chart", Warren Rupp, USA, 1998.



De acuerdo a lo anterior, los resultados obtenidos fueron:

Tabla XIII: Corrosión de materiales estudiados

Material	Pulgadas/año
Teflón	0.0009
Titanio	0.0009
FEP	0.0006
Hastelloy C	0.0091

A partir a los resultados mostrados anteriormente, y de acuerdo a criterios económicos se decidió construir el reactor en acero al carbono y recubrirlo en FEP. Por otro lado, el agitador del reactor fue imposible recubrirlo con teflón o FEP y en el caso de hacerlo con titanio, el recubrimiento hubiese sido demasiado delgado (0.3 mm), por lo cual resulta más conveniente y duradero fabricar el agitador en Hastelloy C.

### Diseño conceptual de la planta piloto

#### Bases para el diseño

La planta piloto se diseñó, considerando un proceso tipo batch, utilizando como base 100 kg de caparazón en cada carga. Los equipos se diseñaron para utilizar un solo reactor en la etapa alcalina y en la etapa ácida, por lo cual ese punto limita la elección de los materiales de los diferentes equipos. Por otro lado, por tratarse de una planta piloto, el reactor se diseñó de 1 m<sup>3</sup>, además se consideró parte de la infraestructura existente en la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT).

#### Requerimiento de reactivos y suministros

Los reactivos necesarios para la obtención de quitosana a partir de caparazón de crustáceos son: NaOH (50%) y HCl (32%), y los suministros requeridos son agua de proceso, vapor de agua y energía eléctrica, los que se utilizaron en las distintas etapas del proceso, presentadas a continuación:



FONTEC

anasac



1. Molienda
2. Lavado
3. Desproteínización
4. Lavado
5. Desmineralización
6. Lavado
7. Desacetilación
8. Lavado

A continuación se presentan los requerimientos para el procesamiento de caparzones de crustáceos, por etapa.

Tabla XIV: Requerimientos para la obtención de quitina y quitosana a partir de caparzones de crustáceos

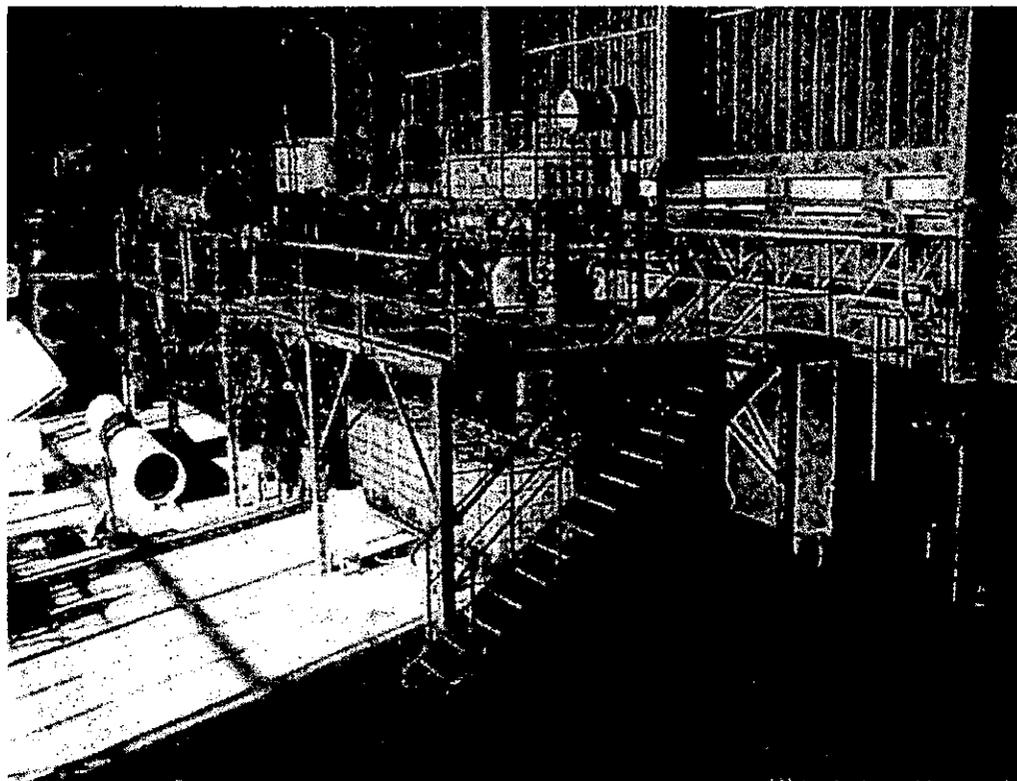
Etapa	Requerimiento
Molienda	Energía (KWh)
Lavado	Agua (m <sup>3</sup> ) Vapor de agua (kWh) Energía (kWh)
Desproteínización	NaOH (50%) (Ton) Agua (m <sup>3</sup> ) Energía (KWh)
Lavado	Agua Energía (KWh)
Desmineralización	HCl (32%) Agua (m <sup>3</sup> ) Energía (KWh)
Lavado	Agua (m <sup>3</sup> ) Energía (KWh)

Equipos

De acuerdo al diseño básico de la planta piloto, se tienen los siguientes equipos para la planta piloto:

- Reactor recubierto en teflón
- Bomba
- Estanque de agua
- Estanque de soda
- Estanque de HCl
- Estanque de tratamiento

La construcción de la planta piloto requirió construir la estructura, instalar los estanques, reactor, bomba, cañerías y fitting. Lo anterior se puede apreciar en la siguiente fotografía de la planta:



Fotografía 5: Planta Piloto



Para comprobar y corregir fugas o filtraciones se realizó una prueba hidráulica a todo el sistema, que consistió en hacer circular agua por todos los equipos y cañerías. Gracias a esta prueba fue posible detectar filtración en un estanque, que se cambió antes de realizar la puesta en marcha, y con ello evitar el consiguiente riesgo. Además, se realizó una prueba de presión y temperatura en el reactor, con lo cual se logró comprobar que el reactor soporta 3 bar de presión y a lo menos 130° C de temperatura.

### Producción obtenida de la Planta Piloto

Actualmente la planta está operativa y ya se ha producido quitina y quitosana, y los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla XV: Características de la quitosana obtenida en la planta piloto

Corridas	Cenizas (%)	Nitrógeno (%)	Peso Molecular (g/mol)	Grado de Desacetilación (%)
1	1.07	7.6	68.400	79.7
2	0.8	8.5	66.914	81.3
3	0.7	8.6	58.248	81.5

De la tabla anterior se puede apreciar, que se obtuvo quitosana de muy buena calidad a nivel piloto.



anasac



## Capítulo 6: Bibliografía

- Amenta, R. "Utilización de desechos de camarón para recuperación de productos de alto valor agregado" Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- Chang, K., Tsai, G., y Fu W., "Heterogeneous N-deacetylation of chitin in alkaline solution", Carbohydrate Research, 303, 327-32, (1997)
- Chemical Resistance Chart", Warren Rupp, USA, 1998.
- Hackman R., Australian J. Biol. Sci., 7, 168 (1954)
- Hirano, S, "Chitin Biotechnology applications" Biotechnology, Annual Review, Vol 2, 237-58, (1996)
- Broussignac P., Chim. Ind. Genie Chim., 99, 1241-7 (1968)
- Mima, S., Miya, M., Iwamoto R. y S. Yoshikawa, " Highly Deacetylated Chitosan and Its Properties", J. Polym. Sci., 28, 1909-1917, (1983)
- Muzzarelli, R. "Natural Chelating Polymers: Alginic Acid, Chitin and Chitosan" Pergamon Press Ltda, 83-227, (1973)
- No, H., Meyers, S y K. Lee, "Isolation and Characterization of Chitin from Crowfish Shell Waste", J. Agric. Food Chem., 37, 3, 575-9, (1989)
- Parra, O, "Obtención de Quitosana y Derivados de Quitosana con Aplicaciones de Retención de Metales Pesados". Tesis de Magister en Química, Universidad de Concepción, (1999)
- Perry, J., "Chemical Engineers Handbook", 4ta edición, Mc Graw-Hill Book Company, 1963.
- Romer, G. Hsien, T y J Douglas Way , "Synthesis of Porous Magnetic Chitosan Beads for Removal Cadmium Ions", Ind. Eng. Chem. Res. ,Vol 32, Nº 9, 2170-8 (1993)
- <http://www.chitin.org>
- <http://www.csjapan.doc.gov/imi9904/chitosan.html>
- [http://www.bae.ncsu.edu/bae/courses/bae465/1995\\_projects/bake/smith/index1.html](http://www.bae.ncsu.edu/bae/courses/bae465/1995_projects/bake/smith/index1.html)
- Anuario Estadístico de Pesca 1998. Semapesca

BIBLIOTECA CORFO



**anasac**



## Anexo No.1

### RESUMEN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS

PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

#### 1. ANTECEDENTES GENERALES

<b>CODIGO PROYECTO</b>	199-1833
<b>TITULO DEL PROYECTO</b>	OBTENCIÓN DE POLÍMEROS NATURALES A PARTIR DE CAPARAZONES DE CRUSTÁCEOS
<b>EMPRESA</b>	ANASAC.
<b>INFORME</b>	FINAL

## 2. CUADRO RESUMEN DE ACTIVIDADES

### 2.1. ACTIVIDADES PROGRAMADAS (Según Términos de Referencia)

1. Búsqueda bibliográfica (100%)
  - Búsqueda en base de datos (100 %)
  - Petición de material bibliográfico(100 %)
2. Caracterización completa de materia prima (100 %)
  - Recolección de distintas materias primas a tratar (100%)
  - Análisis cualitativo de la materia prima (100 %)
  - Análisis cuantitativo de la materia prima (100 %)
  - Análisis de los grupos funcionales (100 %)
3. Implementación a nivel de laboratorio de técnicas de extracción de quitina y obtención de -quitosana (100 %)
  - Armado de equipo de laboratorio (100%)
  - Adquisición de reactivos (100%)
  - Prueba de métodos tradicionales (100%)
  - Caracterización de producto obtenido (100%)
4. Optimización del método de obtención (100%)
  - Búsqueda de nuevos reactivos (100%)
  - Estudio con variación en la concentración de los reactivos (100%)
  - Estudio de reacciones a distintas temperaturas (100%)
  - Estudio de reacción con diferentes tiempos de tratamiento (100%)
  - Estudio con variación en el tamaño de las caparazones (100%)
5. Desarrollo de un proceso tecnológico para obtener quitosana a escala piloto (100%)



**anasac**



- Estudio de las variables analizadas (100%)
- Diseño Conceptual de la Planta Piloto (100%)
- Construcción planta piloto (100%)
- Operación de la planta piloto (100%)

## 2.2 ACTIVIDADES EFECTIVAMENTE DESARROLLADAS

1. Búsqueda bibliográfica (100%)
  - Búsqueda en base de datos (100 %)
  - Petición de material bibliográfico(100 %)
2. Caracterización completa de materia prima (100 %)
  - Recolección de distintas materias primas a tratar (100%)
  - Análisis cualitativo de la materia prima (100 %)
  - Análisis cuantitativo de la materia prima (100 %)
  - Análisis de los grupos funcionales (100 %)
3. Implementación a nivel de laboratorio de técnicas de extracción de quitina y obtención de quitosana (100 %)
  - Armado de equipo de laboratorio (100%)
  - Adquisición de reactivos (100%)
  - Prueba de métodos tradicionales (100%)
  - Caracterización de producto obtenido (100%)
4. Optimización del método de obtención (100%)
  - Búsqueda de nuevos reactivos (100%)
  - Estudio con variación en la concentración de los reactivos (100%)



FONTEC

anasac



- Estudio de reacciones a distintas temperaturas (100%)
  - Estudio de reacción con diferentes tiempos de tratamiento (100%)
  - Estudio con variación en el tamaño de las caparazones (100%)
5. Desarrollo de un proceso tecnológico para obtener quitosana a escala piloto (100%)
- Estudio de las variables analizadas (100%)
  - Diseño Conceptual de la Planta Piloto (100%)
  - Construcción planta piloto (100%)
  - Operación de la planta piloto (100%)



**anasac**



## Anexo No.2

### CUADRO RESUMEN DE GASTOS REALES PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

#### 1. ANTECEDENTES GENERALES

CÓDIGO PROYECTO	199-1833
TÍTULO DEL PROYECTO	CARACTERIZACIÓN Y OBTENCIÓN DE QUITOSANA CONTENIDA EN CRUSTÁCEOS DE ORIGEN NACIONAL
EMPRESA	ANASAC S.A.C. e I.
INFORME	FINAL

#### 2. CUADRO RESUMEN DE GASTOS HASTA NOVIEMBRE DE 2000.

BIBLIOTECA CORFO

PARTIDAS DE COSTO	GASTOS PROGRAMADOS MILES (\$)	GASTOS REALES ACUMULADOS MILES (\$)
PERSONAL DE INVESTIGACIÓN	24.849.000	24.849.000
PERSONAL DE APOYO	10.384.000	10.384.000
SERVICIOS, MATERIALES Y OTROS	30.263.000	30.263.000
USO DE BIENES DE CAPITAL	5.160.000	5.160.000
ADQUISICIÓN DE BIENES DE CAPITAL	3.000.000	3.000.000
TOTAL	73.656.000	73.656.000

## DETALLE MENSUAL DE GASTOS DEL PROYECTO – MES 10 (1 septiembre – 30 septiembre 2000)

(valores en pesos)

PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL	TOTAL MENSUAL	TOTAL ACUMULADO
PERSONAL	a) Responsable del proyecto	4.731.000	394.250	3.942.500
INVESTIGACION	b) Jefe de proyecto	4.752.000	76.000	760.000
	Investigador		320.000	3.200.000
	c) Asesores de proyecto (2)	10.560.000	880.000	8.800.000
	d) Investigador principal	2.406.000	200.500	2.005.000
	e) Investigador magister	2.400.000	200.000	2.000.000
Subtotal		24.849.000	2.070.750	20.707.500
PERSONAL	a) Secretaria	2.640.000	220.000	2.200.000
DE APOYO	b) Químico Analista	2.112.000	176.000	1.760.000
	c) Técnico calificado	2.816.000	352.000	2.112.000
	d) Administrativos	2.816.000	234.666	2.346.666
Subtotal		10.384.000	982.666	8.418.666
SERVICIOS Y	a) Análisis Qcos. MP	1.120.000	0	1.120.000
SUBCONTRATO	b) Análisis especiales Producto (P)	4.200.000	0	4.200.000
	c) Análisis Comunes P	1.680.000	0	1.680.000
	d) Diseño planta piloto	1.249.000	0	1.249.000
	e) Construcción planta piloto	3.000.000	0	3.000.000
	f) Preparación MP y molienda P.	2.000.000	2.000.000	2.000.000
	g) Flete MP	800.000	0	800.000
REACTIVOS,	a) MP para laboratorio.	27.000	0	27.000
MATERIALES	b) MP piloto*	4.001.000	140.657	2.757.885
	c) Reactivos	1.500.000	0	968.056
Y OTROS	a) Suministros laboratorio	100.000	0	330.100
	b) Suministros planta piloto	700.000	0	1.017.218
	c) Movilización	500.000	0	420.170



# anasac



	d) Pasajes y viáticos	1.500.000	0	1.111.503
	e) Estudio de mercado	4.000.000	400.000	3.200.000
	f) Gastos generales	2.631.000	266.088	1.207.337
	g) Adm. del proyecto.	1.255.000	0	941.249
	<b>Subtotal</b>	<b>30.263.000</b>	<b>2.806.745</b>	<b>27.040.550</b>
<b>USO BIENES</b>	a) Lab químico y de análisis	600.000	50.000	500.000
<b>DE CAPITAL</b>	b) Reactores piloto	1.000.000	100.000	800.000
	c) estanques almac.	600.000	60.000	480.000
	d) Equipos anexos	200.000	20.000	160.000
	e) Comput.	500.000	41.666	416.664
	f) Sala de proceso	1.000.000	66.667	866.668
	g) Envases, tambores	300.000	50.000	200.000
	h) Oficinas	960.000	80.000	800.000
	<b>Subtotal</b>	<b>5.160.000</b>	<b>468.333</b>	<b>4.223.332</b>
<b>ADQUISICIÓN CAPITAL</b>	a) Agitador vitrificado	1.500.000	0	1.500.000
	b) Agitadores de laboratorio	1.500.000	0	1.500.000
	<b>Subtotal</b>	<b>3.000.000</b>	<b>0</b>	<b>3.000.000</b>
<b>TOTAL</b>		<b>73.656.000</b>	<b>6.328.494</b>	<b>63.390.046</b>

Nota: \* El monto destinado originalmente a materia prima para la planta piloto fue utilizado en materiales e insumos para la planta piloto

\_\_\_\_\_  
**REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA**

\_\_\_\_\_  
**CONTADO**

La información que respalda la presente rendición se encuentra disponible en el Departamento de Contabilidad de la empresa para cualquier consulta o revisión por parte de FONTEC u otro organismo fiscalizador.

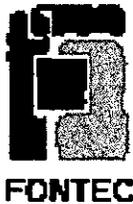
Declaro bajo juramento que los datos contenidos en esta declaración de gastos son verídicos. Asimismo, declaro conocer las disposiciones relativas a sanciones en caso de suministrar información incompleta, falsa o errónea.



**DETALLE MENSUAL DE GASTOS DEL PROYECTO – MES 11**  
**(1 octubre – 31 octubre 2000)**  
 (Valores en pesos)

PARTIDAS DE COSTO	ÍTEM	PRESUPUESTO INICIAL	TOTAL MENSUAL	TOTAL ACUMULADO
PERSONAL	a) Responsable del proyecto	4.731.000	394.250	4.336.750
INVESTIGACIÓN	b) Jefe de proyecto	4.752.000	76.000	836.000
	Investigador		320.000	3.520.000
	c) Asesores de proyecto (2)	10.560.000	880.000	9.680.000
	d) Investigador principal	2.406.000	200.500	2.205.500
	e) Investigador magister	2.400.000	200.000	2.200.000
Subtotal		24.849.000	2.070.750	23.098.250
PERSONAL DE APOYO	a) Secretaria	2.640.000	220.000	2.420.000
	b) Químico Analista	2.112.000	176.000	1.936.000
	c) Técnico calificado	2.816.000	352.000	2.464.000
	d) Administrativos	2.816.000	234.666	2.581.333
Subtotal		10.384.000	982.666	9.401.333
SERVICIOS Y SUBCONTRATO	a) Análisis Qcos. MP	1.120.000	0	1.120.000
	b) Análisis especiales Producto (P)	4.200.000	0	4.200.000
	c) Análisis Comunes P	1.680.000	0	1.680.000
	d) Diseño planta piloto	1.249.000	0	1.249.000
	e) Construcción planta piloto	3.000.000	0	3.000.000
	f) Preparación MP y molienda P.	2.000.000	0	2.000.000
	g) Flete MP	800.000	0	800.000
REACTIVOS	a) MP para laboratorio.	27.000	0	27.000
MATERIALES	b) MP piloto*	4.000.001	482.434	3.240.319
	c) Reactivos	1.500.000	28.320	996.376
Y OTROS	a) Suministros laboratorio	100.000	0	330.100

BIBLIOTECA CORFO



# anasac



	b) Suministros planta piloto	700.000	0	1.017.218
	c) Movilización	500.000	0	420.170
	d) Pasajes y viáticos	1.500.000	30.600	1.142.103
	e) Estudio de mercado	4.000.000	400.000	3.600.000
	f) Gastos generales	2.631.000	725.899	1.933.236
	g) Adm. del proyecto.	1.255.000	0	941.249
	<b>Subtotal</b>	<b>30.263.000</b>	<b>1.667.253</b>	<b>28.707.803</b>
<b>USO BIENES DE CAPITAL</b>	a) Lab químico y de análisis	600.000	50.000	550.000
	b) Reactores piloto	1.000.000	100.000	900.000
	c) estanques almac.	600.000	60.000	540.000
	d) Equipos anexos	200.000	20.000	180.000
	e) Comput.	500.000	41.666	458.332
	f) Sala de proceso	1.000.000	66.667	933.334
	g) Envases, tambores	300.000	50.000	250.000
	h) Oficinas	960.000	80.000	880.000
	<b>Subtotal</b>	<b>5.160.000</b>	<b>468.333</b>	<b>4.691.666</b>
<b>ADQUISICIÓN CAPITAL</b>	a) Agitador vitrificado	1.500.000	0	1.500.000
	b) Agitadores de laboratorio	1.500.000	0	1.500.000
	<b>Subtotal</b>	<b>3.000.000</b>	<b>0</b>	<b>3.000.000</b>
<b>TOTAL</b>		<b>73.656.000</b>	<b>5.189.005</b>	<b>68.579.050</b>

Nota: \* El monto destinado originalmente a materia prima para la planta piloto fue utilizado en materiales e insumos para la planta piloto.

\_\_\_\_\_  
**REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA**

\_\_\_\_\_  
**CONTADOR**

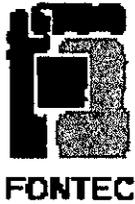
La información que respalda la presente rendición se encuentra disponible en el Departamento de Contabilidad de la empresa para cualquier consulta o revisión por parte de FONTEC u otro organismo fiscalizador.

Declaro bajo juramento que los datos contenidos en esta declaración de gastos son verídicos. Asimismo, declaro conocer las disposiciones relativas a sanciones en caso de suministrar información incompleta, falsa o errónea.

**DETALLE MENSUAL DE GASTOS DEL PROYECTO – MES 12**  
**(1 noviembre – 30 noviembre 2000)**

(Valores en pesos)

PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL	TOTAL MENSUAL	TOTAL ACUMULADO
PERSONAL	a) Responsable del proyecto	4.731.000	394.250	4.731.000
INVESTIGACIÓN	b) Jefe de proyecto	4.752.000	76.000	912.000
	Investigador		320.000	3.840.000
	c) Asesores de proyecto (2)	10.560.000	880.000	10.560.000
	d) Investigador principal	2.406.000	200.500	2.406.000
	e) Investigador magister	2.400.000	200.000	2.400.000
Subtotal		24.849.000	2.070.750	24.849.000
PERSONAL	a) Secretaria	2.640.000	220.000	2.640.000
DE APOYO	b) Químico Analista	2.112.000	176.000	2.112.000
	c) Técnico calificado	2.816.000	352.000	2.816.000
	d) Administrativos	2.816.000	234.666	2.816.000
Subtotal		10.384.000	983.666	10.384.000
SERVICIOS Y SUBCONTRATO	a) Análisis Qcos. MP	1.120.000	0	1.120.000
	b) Análisis especiales Producto (P)	4.200.000	0	4.200.000
	c) Análisis Comunes P	1.680.000	0	1.680.000
	d) Diseño planta piloto	1.249.000	0	1.249.000
	e) Construcción planta piloto	3.000.000	0	3.000.000
	f) Preparación MP y molienda P.	2.000.000	0	2.000.000
	g) Flete MP	800.000	0	800.000
REACTIVOS	a) MP para laboratorio.	27.000	0	27.000
MATERIALES	b) MP piloto*	4.001.000	173.245	3.413.564
	c) Reactivos	1.500.000	0	996.376
Y OTROS	a) Suministros laboratorio	100.000	0	330.100



# anasac



	b) Suministros planta piloto	700.000	0	1.017.218
	c) Movilización	500.000	0	420.170
	d) Pasajes y viáticos	1.500.000	0	1.142.103
	e) Estudio de mercado	4.000.000	400.000	4.000.000
	f) Gastos generales	2.631.000	924.241	2.857.477
	g) Adm. del proyecto.	1.255.000	57.710	941.250
	<b>Subtotal</b>	<b>30.263.000</b>	<b>1.555.196</b>	<b>30.263.000</b>
<b>USO BIENES</b>	a) Lab químico y de análisis	600.000	50.000	600.000
<b>DE CAPITAL</b>	b) Reactores piloto	1.000.000	100.000	1.000.000
	c) estanques almac.	600.000	60.000	600.000
	d) Equipos anexos	200.000	20.000	200.000
	e) Comput.	500.000	41.668	500.000
	f) Sala de proceso	1.000.000	66.667	1.000.000
	g) Envases, tambores	300.000	50.000	300.000
	h) Oficinas	960.000	80.000	960.000
	<b>Subtotal</b>	<b>5.160.000</b>	<b>468.335</b>	<b>5.160.000</b>
<b>ADQUISICIÓN</b>	a) Agitador vitrificado	1.500.000	0	1.500.000
<b>CAPITAL</b>	b) Agitadores de laboratorio	1.500.000	0	1.500.000
	<b>Subtotal</b>	<b>3.000.000</b>	<b>0</b>	<b>3.000.000</b>
<b>TOTAL</b>		<b>73.656.000</b>	<b>5.076.950</b>	<b>73.656.000</b>

Nota: \* El monto destinado originalmente a materia prima para la planta piloto fue utilizado en materiales e insumos para la planta piloto.

\_\_\_\_\_  
**REPRESENTANTE LEGAL EMPRESA**

\_\_\_\_\_  
**CONTADOR**

La información que respalda la presente rendición se encuentra disponible en el Departamento de Contabilidad de la empresa para cualquier consulta o revisión por parte de FONTEC u otro organismo fiscalizador.

Declaro bajo juramento que los datos contenidos en esta declaración de gastos son verídicos. Asimismo, declaro conocer las disposiciones relativas a sanciones en caso de suministrar información incompleta, falsa o errónea.



**anasac**



## Anexo No.3

### IMPLEMENTACION DE RESULTADOS DEL PROYECTO

#### ANTECEDENTES GENERALES

<b>CÓDIGO PROYECTO</b>	199-1833
<b>TÍTULO DEL PROYECTO</b>	OBTENCIÓN DE POLÍMEROS NATURALES A PARTIR DE CAPARAZONES DE CRUSTÁCEOS
<b>EMPRESA</b>	ANASAC.
<b>INFORME</b>	FINAL

#### 1. Principales resultados obtenidos en el proyecto en cuanto a INT:

- a) Confirmación a escala piloto de un proceso técnica y económicamente eficiente para la obtención de quitina a partir de caparazones de crustáceos a escala industrial, proceso que inicialmente fue verificado a escala de laboratorio para lograr optimizar los parámetros de uso de reactivos y de extracción.

#### 2. Impacto del Proyecto en la empresa:

- a) Ampliar el ámbito de negocios de la empresa, al incursionar en una nueva actividad industrial como es la extracción de quitina, cuyos mercados de destino se complementan con la actual gestión exportadora que realiza.
- b) Genera un importante aumento de nuevas oportunidades de desarrollo de productos / mercados por la vía de incursionar en las múltiples aplicaciones que la quitina / quitosana tienen. En este sentido, los usos agrícolas de la quitina o quitosana que están relacionados al reemplazo y/o efectos complementarios a los plaguicidas tradicionales y aquellos relativos a su uso como complementos alimentarios pecuarios son obviamente los mas cercanos de desarrollar.



**anasac**



- c) Mejorar el nivel de conocimiento y competitividad de productos a base de quitosana, como es el caso de BIORIEGO, el cual actualmente es comercializado en el mercado nacional como nemostático.

### **3. Proyecto escalamiento comercial de los resultados obtenidos**

Se propone implementar a escala industrial el proceso de obtención de quitina y quitosana desarrollado hasta el momento a escala piloto.

Para ello, se proponen las siguientes acciones:

- Confirmar mediante un Estudio de Preinversión los antecedentes requeridos en cuanto a opciones concretas de mercado, la factibilidad técnico – económica de la inversión industrial requerida y el anteproyecto de ingeniería.
- Definir y lograr un preacuerdo con los proveedores de la materia prima (Harina de Crustáceos) y según esto confirmar la ubicación exacta de la Planta Industrial.
- Definir aquellos productos y su especificación de calidad en función de las oportunidades más importantes de mercado.
- Definir la conveniencia de lograr acuerdos con socios estratégicos (proveedores – compradores).
- Confirmar cuál será la estructura de financiamiento más conveniente de adoptar.
- Organizar una misión tecnológica que permita tomar contacto con potenciales compradores y visitar en lo posible actuales oferentes (Plantas de Producción), con el apoyo CORFO, PROCHILE y los respectivos agregados comerciales.

El monto estimado de la inversión sería de US\$ 1.000.000, incluyendo terreno, construcciones e instalaciones, Equipos y Maquinarias y Capital de Trabajo.

### **4. Financiamiento programado de las inversiones**

Recursos propios de la empresa                      40%



**FONTEC**

**anasac**



Préstamos bancarios	40%
Aporte recursos frescos terceros	20%

**5. Estudio de Preinversión para decidir Plan de Inversiones del escalamiento comercial del proyecto**

Origen de los aportes y presupuesto estimado:

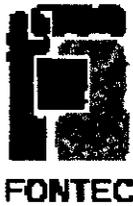
Empresa	M\$ 11.120
FONTEC	M\$ 8.500
Total	M\$ 19.620

**6. Estructura de la Sociedad**

No se prevén cambios en la estructura societaria de la empresa ya que el proyecto de escalamiento se pretende estructurar como una nueva sociedad, donde la empresa participa como socio mayoritario.

**7. Plazos proyectados para la implementación del escalamiento comercial**

Finalizado el Estudio de Preinversión en el primer semestre del año 2001, se estima iniciar la implementación del escalamiento comercial en el transcurso del segundo semestre del mismo año.



**anasac**



#### **8. Expectativas y Proyecciones de Mercado para los productos a obtener**

El producto base a obtener será quitina y su derivado quitosana, con los siguientes parámetros y rangos de especificación requeridos:

Calidad:	Técnica Industrial o Farmacéutica
Cenizas:	0,25%
Solubilidad:	99% en solución Acido Acético
Viscosidad:	5 – 1300 CP según concentración
Humedad:	Menor a 10%
Color:	Amarillo Beige a Blanco
Presentación:	En forma de escamas o polvo (mallaje según requerimiento)
Olor:	Sin olor
Desacetilación (Quitosana):	70 – 90% (según requerimiento)
Libre de metales pesados y microorganismos	



a) Expectativas Mercado de Exportación: Las exportaciones serán el destino más relevante, considerando que su uso a nivel nacional es aún limitado. Considera ventas a los principales mercados consumidores como son Asia, Norteamérica y Europa, de un producto genérico para aplicaciones industriales. No habría, en una primera etapa, ventajas competitivas que justifiquen participar en el desarrollo de aplicaciones de mayor valor agregado, las cuales han sido desarrolladas por empresas de un ámbito tecnológico más específico (farmacéutica, alimentaria, salud, procesos industriales específicos).

b) Expectativas Mercado Nacional: Los principales segmentos de mercado se refieren a las aplicaciones agrícolas y a las oportunidades que se presenten en la sustitución de importaciones de quitina y quitosana para uso –principalmente- en suplementos alimentarios, calidad farmacéutica. Las cantidades resultan significativamente menores respecto de la opción exportadora.