**NOMBRE DEL SUB-EVENTO**

**XII Conferencia “La Ingeniería Química: Desarrollo, potencialidades y sus retos**

**Título**

**Propuesta de una Planta Piloto para la obtención de quitosano por vía química a partir de los residuos de langosta Panulirus argus**

***Title***

***Proposal of a Pilot Plant to obtain chemical chitosan from lobster Panulirus argus***

***waste***

1. Ing. Ernesto Miguel Arce Guevara. CIGET VC, Cuba. E-mail: [emag@ciget.vcl.cu](mailto:emag@ciget.vcl.cu)
2. Dr Cs Erenio Gonzalez Suarez. UCLV, País. E-mail: [erenio@uclv.edu.cu](mailto:erenio@uclv.edu.cu)
3. Dr C Nestor Ley.UCLV, Cuba.E-mail: [nley@uclv.edu.cu](mailto:nley@uclv.edu.cu)

**Resumen:**

La industria procesadora de mariscos (camarón, langosta, cangrejo, entre otros) es altamente generadora de desechos sólidos (exoesqueletos y cabezas) que contaminan el medio ambiente y se convierten en una carga económica para las mismas. Estos residuos son portadores de sustancias que tienen un alto valor agregado como son: minerales, proteínas, pigmentos y quitina, así como su derivado principal, el quitosano. La transformación de estos residuos se puede realizar mediante tratamientos biológicos, químicos o la combinación de ellos, en dependencia de la aplicación y la industria a la que esté destinado el producto final. El propósito de este trabajo es el diseño de una planta piloto para la obtención de quitosano por vía química partiendo de residuos de langostas Panulirus argus. Para ello se analizaron las diversas tecnologías de producción y, definiendo las principales etapas para la obtención de este compuesto que son la desproteinización, la desmineralización, y por último la desacetilación, se elaboró la tecnología que se considera más apropiada para su obtención en Cuba, teniendo en cuenta la posibilidad de materia prima y los suministros del proceso. Se realizó el diseño y dimensionamiento de los equipos, así como una propuesta de solución ambiental para los residuales del proceso.

***Abstract:***

*Seafood processing industry (shrimp, lobster, crab, etc.) is highly generating solid waste (exoesqueletos and heads) that pollute the environment and become an economic burden for them. These residues are carriers of substances that have a high added value such as: minerals, proteins, pigments and chitin, as well as its main derivative, chitosan. The transformation of these wastes can be done through biological, chemical or combination treatments, depending on the application and the industry to which the final product is destined. The purpose of this work is the design of a pilot plant to obtain chitosan by chemical means starting from lobster residues (Panulirus argus). To this end the various production technologies were analyzed and defining the main stages for obtaining this compound are deproteinization, demineralization, and finally the deacetylation, the technology that is considered most appropriate for their production in Cuba was prepared taking consider the possibility of raw material and the supplies of the process.*

**Palabras Clave:** residuo, quitina,quitosano, desproteinización, desmineralización, desacetilación

***Keywords:*** *residue, chitin, chitosan, deproteinization, demineralization, deacetylation*

**1. Introducción**

La actividad industrial de procesado de los productos de la pesca, especialmente de crustáceos (langostino, camarón, buey de mar, centolla, langosta, entre otros) y cefalópodos (calamar), genera actualmente una gran cantidad de residuos, que suponen a nivel mundial, un grave problema medioambiental.

La quitina y el quitosano son dos biopolímeros que poseen la ventaja de ser conocidos por la naturaleza desde hace millones de años, son recursos renovables, y no son agentes contaminantes ni para el organismo que los utiliza, ni para el medio ambiente que los recibe.

En varios países de América Latina (entre ellos México, Venezuela, Colombia, Brasil, Chile) existen plantas de producción de quitina y quitosano. Sin embargo, en nuestro país aún no contamos con una planta de obtención de estos polímeros, a pesar de haber sido nuestro país reconocido por la Sociedad Iberoamericana de Quitina como pionero en el estudio de estos valiosos polisacáridos en el área.

En Cuba, se han realizado experimentos aislados, trabajos de laboratorios y plantas pilotos para la obtención de quitina y quitosano a partir de la langosta común. Ejemplo de ello es el laboratorio farmacéutico Mario Muñoz, el cual a finales de la década de los años 90 del pasado siglo y hasta el 2003 procesó residuos de langosta para la obtención de quitina con un rendimiento de 16%. Desde esa fecha no existen en el país evidencias de producción de quitina y en la planta del Mario Muñoz se procesan principios activos para la industria farmacéutica.

Diseñar una planta piloto para la producción de quitosano por vía química a partir de residuos de langostas provenientes de la EPICAI.

**2. Metodología**

En las costas que bañan los países de Iberoamérica, se capturan y comercializan diversas especies de crustáceos que varían según la región geográfica. Se estima que, actualmente, la industria de la captura, la acuicultura y procesado de crustáceos y moluscos (langostinos, camarones, cangrejos, centollas, langostas y calamares) genera anualmente 170 mil toneladas de desechos quitinosos sólidos, la mayor parte de la producción de estas especies se comercializa en los mercados internacionales con algún tipo de proceso, por ejemplo, descabezado o pelado ([Valenzuela, 2006](#_ENREF_39)).

En el ámbito mundial se ha estimado una producción global de desechos quitinosos de 1’440.000 toneladas/año; este cálculo implica que Iberoamérica contribuye aproximadamente con el 12% de esta cifra. A un rendimiento promedio de 15% de quitina, se tiene que la cantidad de quitina potencial es de aproximadamente 25 mil toneladas. Esta cifra excede notablemente la demanda actual de quitosano en el nivel global, demanda de aproximadamente 10 mil toneladas/año, y es comparable con otros polímeros naturales de origen marino como los alginatos (25 mil toneladas), y superior a la de carrageninas (12 mil toneladas) y agar-agar (7 mil toneladas) ([Pastor, 2004](#_ENREF_28)).

La fuente industrial principal de quitina, actualmente es el exoesqueleto (caparazón) de muchos crustáceos (cangrejos, langostas, camarones y langostinos) debido a la facilidad de encontrar estos materiales como desecho de las plantas procesadoras de estas especies ([Cabarcas et al., 2011](#_ENREF_2)).

En el caso del camarón y el cangrejo, la quitina representa el 14-27% y 13-15%, respectivamente. En cutículas de crustáceos, la quitina está íntimamente asociada con las proteínas, sales inorgánicas tales como el carbonato de calcio y lípidos incluyendo los pigmentos, así el aislamiento abarca varias etapas de purificación ([Cabarcas et al., 2011](#_ENREF_2)).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Origen | Composición Química (%) | | | | |
| **Humedad** | **Proteínas** | **Cenizas** | **Lípidos** | **Quitina** |
| Caparazones de jaiba y cangrejo |  |  |  |  |  |
| *Callinectes sapidus* | 46,8 | 7 | 38,5 | 0,4 | 7,3 |
| *Paralithodes camtschaticus* | 50 | 11 | 23 | 0,5 | 15,5 |
| *Chionectes opilio* | --- | 10,3 | 57,9 | 1,35 | 26,65 |
| Camarón (langostino) |  |  |  |  |  |
| *Penaeusspp.* |  |  |  |  |  |
| Cabeza | 77,04 | 12,9 | 5,2 | 2,06 | 2,8 |
| Cáscara | 65 | 22,1 | 9,2 | 0,5 | 6,2 |
| *Cragon Cragon* | --- | 40,6 | 27,5 | 9,9 | 17,8 |
| *Penaeus monodon* | --- | 47,4 | 23 | 1,3 | 40,4 |
| *Pandalus borealis* | --- | 41,9 | 34,2 | 5,2 | 17 |
| Krill |  |  |  |  |  |
| *Euphasia superba* | --- | 41 | 23 | 11,6 | 24 |
| Langosta |  |  |  |  |  |
| *Linuparus trigonus* | 13,5 | 17 | 54,7 | --- | --- |
| *Panulirus argus* | 11,8 | 11 a 14 | 55 | --- | 10,6 |
| *Procambonus clarkii* | --- | 29,8 | 46,6 | 5,6 | 13,2 |
| Pluma de calamar |  |  |  |  |  |
| *Dosidicusgigans* (calamar gigante) | 60 | 24,16 | 0,4 | 0,26 | 18,9 |
| *Loligospp.* (calamar común) | 50 | 32,75 | 0,25 | --- | 17 |

**Fuente: (**[**Peniche, 2006**](#_ENREF_29)**).**

Existen variadas vías para obtener quitosano a partir del exoesqueleto de los crustáceos y la forma de aplicación del proceso elegido tiene grandes influencias sobre la calidad del producto obtenido. Así una de las vías, para su obtención, radica en la aplicación de tratamientos químicos, en los que intervienen soluciones de ácido clorhídrico, hidróxido de sodio o potasio, ácido acético, entre otros ([Morey and Quinde, 2012](#_ENREF_24)).

La primera etapa en la obtención del quitosano es el tratamiento de la materia prima para generar quitina, previo un acondicionamiento de esta. Es decir, una etapa de molienda que facilite el contacto entre el material y las sustancias químicas a emplearse; así se llevan a cabo de forma general las etapas a continuación descritas ([Morey and Quinde, 2012](#_ENREF_24)). A continuación, se muestra el diagrama tecnológico descrito en un diagrama de bloques.



Figura 1 Diagrama de bloques para la produccion de quitosano

Este método es llamado también Método Tradicional, ya que ha sido el método más utilizado para la extracción de quitina, además de que fue el primero que se utilizó. Consiste en tratar el material de partida (desechos de los crustáceos) con diferentes reactivos químicos, de forma sucesiva, para finalmente obtener la quitina.

Debido a la complejidad estructural que presentan los crustáceos, donde la quitina se encuentra formando parte de otras estructuras, es necesario la utilización de tratamientos químicos agresivos para poder extraerla del resto de compuestos.

Metodología para la obtención de quitosano por vía química a escala de laboratorio ([Peniche et al., 1996](#_ENREF_30))

Triturar el cefalotórax hasta obtener tamaños de partículas entre 0,5 y 2 cm. El empleo de cefalotórax precocinado facilita la trituración. Previo a este paso puede recuperarse las vísceras y el resto de tejido muscular adherido sin que esto afecte al procedimiento ni los rendimientos finales.

Añadir alcohol en relación sólido: líquido 1:2 y agitar esporádicamente durante 16 horas en caso de que quiera recuperarse el tensoactivo en la fase alcohólica. Este paso puede obviarse.

Añadir NaOH 0.5% en relación sólido-líquido 1:3 y agitar durante 0,5-1 hora a 60-80° C. Separar el sólido del sobrenadante, y repetir con el sólido remanente esta operación. Los dos sobrenadantes se unen y se neutralizan con HCl. El rendimiento de extracción medio es un 2% de proteína bruta en solución lo que equivale a un 10-12% de proteína removida, de decir, el 75-85% del total proteico existente en el material original.

El sólido resultante de la extracción se lava con agua acidulada y se somete a la descarbonatación con HCl 2M (relación sólida: líquido 1:5) durante 1-2 horas a temperatura ambiente y con agitación ocasional. Teniendo en cuenta la alta proporción de carbonatos del material original (28% base seca) se obtiene en este proceso una buena cantidad de CQ prácticamente puro recuperable mediante las tecnologías habituales y aprovechables, por ej. en la producción de refresco. La solución ácida remanente contiene como promedio un 5% de CaCl, impuro, con buenas propiedades deshidratantes. El tiempo y la concentración de ácido deben ajustarse no sólo en base al contenido de cenizas sino además en dependencia del peso molecular final deseable en el polímero.

Al sólido resultante del paso anterior (30-40% del peso inicial) se le adiciona NaOH 50% (w:w) en relación sólido -líquido 1:7 - 1:10 y se agita de 30 minutos a 1 hora a 100° C en atmósfera de aire. Se lava con agua el sólido resultante. El rendimiento de quitosano es de un 5% después de seco y molido respecto al material húmedo inicial.

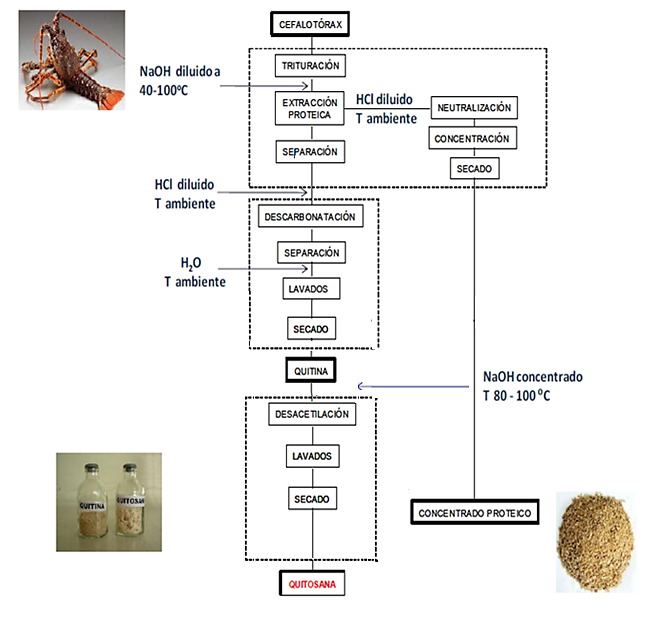
****

Figura 2 Esquema de operaciones tecnológicas para proceso de obtención de quitosano

**3. Resultados y discusión**

A partir de los estudios experimentales llevados a cabo por varios autores acerca del proceso de obtención de quitosano y teniendo en cuenta las reacciones presentes, así como las condiciones de operación de cada una de las variables que influyen en el mismo, quedó definido que para desarrollarlo se requiere de equipos principales tales como: molino triturador, tanques de lavado, reactores, tanque de acidificación y secador; además de otros equipos que llegan a tomar un papel secundario como es el caso de los tanques plásticos de almacenamiento de las sustancias que intervienen en el proceso, balanzas industriales, transportadores de banda y prensas mecánicas. Se pueden presentar como equipos complementarios o servicios complementarios las cámaras frigoríficas, la caldera de vapor, el tanque cisterna, los tanques de reserva de las sustancias que intervienen y el sistema de bombeo.

En el proceso descrito con anterioridad para la obtención de quitosano por vía química, son los reactores los equipos más importantes.

3.1 Selección del molino para la etapa de trituración

El objetivo de la reducción de tamaño no es solo la desintegración por sí misma, sino que también persigue el propósito de obtener una granulometría o distribución de tamaños determinada, por lo que es necesario, además de seleccionar adecuadamente el tipo de método o equipo a usar, combinar frecuentemente la reducción de tamaño con el cribado.

Utilizando las Tablas 2.2 de la pág. 62 y 2.2 de la pág. 73 y la Tabla 10 del Apéndice de ([Rosabal and Valle, 2006](#_ENREF_34)), se arriban a los siguientes resultados para la selección de un molino en el proceso de obtención de quitosano. De acuerdo a los resultados obtenidos mediante los anteriores cálculos se plantea la necesidad de utilizar para la etapa de trituración un Molino TRAPP TRF-400, sus características fundamentales serán descritas posteriormente.

3.2 Selección del tipo de reactor

Tomando en consideración la forma en que se desarrolla el proceso de obtención de quitosano, los resultados alcanzados que se reportan por diversos autores tanto nacionales como internacionales se infiere la selección de un reactor de tipo tanque agitado tanto para la etapa de cocción como para la etapa de acidificación y desacetilación.

3.3 Selección del tipo de agitador

Para ambas etapas, desproteinización y desacetilación se selecciona un agitador de hélice, teniendo en cuenta las propiedades de la mezcla que se va a agitar así como los requerimientos del proceso

3.4 Selección del medio de suministro de calor

Se selecciona la chaqueta como medio de calentamiento, para llevar a cabo ambas etapas: desproteinización y desacetilación, garantizando así que en el sistema las reacciones de ambas etapas se alcancen las temperaturas requeridas de 85°C y superior a 100°C respectivamente ; pues a pesar de tener un costo de fabricación mayor y ser de difícil mantenimiento, los tanques enchaquetados son los más efectivos en cuanto al área de transferencia de calor, sin importar el alto costo de las chaquetas frente a su gran eficiencia; además de ser más apropiados cuando se trata de un proceso en el que se manejen productos de este tipo.

3.5 Diseño del secadero de bandejas

Este tipo de secadores se utilizan normalmente para materiales granulares o particulados. El material a secar se sitúa en una serie de bandejas. Estas bandejas pueden calentarse por la parte inferior por medio de serpentines o resistencias, y el secado se lleva a cabo por medio de circulación de aire sobre el material

3.6 Descripción física de Equipos Industriales principales propuestos para el proceso

De acuerdo a los estudios realizados y a las referencias otorgadas por diferentes industrias de la rama de producción y venta de quitosano, los equipos y maquinaria básicos para el proceso de obtención, con una capacidad de producción de aproximadamente 355 kg de producto por día, son los siguientes:

* 1 tanque de recepción: recipiente orientado verticalmente de 65 galones. Las bases de costo son construcción de acero al carbono y presiones internas menores a 4 bares.
* 1 molino: Tipo 316, acero inoxidable, motor a prueba de explosión, incluye traslado y soportes. Capacidad 97,84 lb/h.
* 2 reactores con chaqueta para la etapa de cocción y desacetilación de aproximadamente 13 y 27 galones respectivamente: tipo 316, acero inoxidable, incluye agitación.
* Tanques para el proceso: vertical, tipo 316, acero inoxidable, abierto, con fondo con autodrenaje, agitador lateral para el mezclado:
* Tanque de lavado de aproximadamente 145 galones para la remoción de impurezas
* Tanque de neutralización (2) de aproximadamente 80 y 107 galones
* Tanque de preparación de HCL (5%) de aproximadamente 30 galones
* Tanque de preparación de NaOH (5%) de aproximadamente 125 galones
* Tanque de preparación de NaOH (50%) de aproximadamente 155 galones
* Tanques plásticos de almacenamiento: Polietileno 100% virgen, apilable permitiendo el ahorro de espacio, hermético (tapa a presión), higiénico (paredes lisas evitan la proliferación bacteriana), capacidad de volumen 500 L, capacidad de carga 1 t, línea estándar (almacenamiento de líquidos no agresivos, sólidos y productos alimenticios).
* Transportadores de banda: tipo inclinado, en acero inoxidable, capacidad de 100 kg/h cada uno, las unidades vienen completas con entrada y salida, reductor de eje, correa en forma “V”, poleas, guardas y motor de 2 HP TEFC, 1800 RPM 3/60/220/440 Voltios.
* 5 prensas mecánicas: Para la operación manual de estrujar la cáscara. Incluye una tolva en acero inoxidable con una capacidad de 1m2, contiene una salida de líquido de 2” de diámetro de tubería para la bomba.
* 2 secadores de bandejas: para procesar los desperdicios resultantes del procesamiento de crustáceos (cabezas, cáscaras, etc.) de 3,2 m2 y 11,28m2 con 5 y 15 bandejas respectivamente.

3.7 Propuesta para un sistema de tratamiento de residuales. Análisis ambiental.

Para la realización de esta propuesta se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

* Se identificaron las principales corrientes de desechos durante el procesamiento de quitosano.
* Se analizó el marco regulatorio de los residuos líquidos del proceso y las restricciones para el descargue de los residuos líquidos, considerando las variables económicas, sociales y ambientales.
* Se hizo una propuesta para el sistema de tratamiento de los residuos y/o su aprovechamiento en otras etapas del proceso.

Durante el proceso, las principales corrientes de desecho son aguas residuales provenientes de productos secundarios de la reacción, reactivos agotados o contaminados que no pueden ser reutilizados y aguas de lavado de las fracciones sólidas. Se identificó que los efluentes líquidos pueden dividirse en tres grupos:

* Residuos líquidos de la etapa de Desmineralización: están compuestos por minerales de calcio y magnesio disueltos, y restos de ácido clorhídrico. El pH de estos efluentes es de aproximadamente de 1.04.
* Residuos líquidos de la etapa de Desproteinización: están compuestos principalmente por una importante carga orgánica constituida por proteínas; así como, restos de hidróxido de sodio y pigmentos. El pH de estos residuos líquidos es de aproximadamente 13,85.
* Residuos líquidos del proceso de Desacetilación: están compuestos principalmente por NaOH.

Como se comentó anteriormente un subproducto valioso que se puede recuperar de los residuos líquidos del proceso de desproteinización son las proteínas, las cuales son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos. Según Agulló et al. (2004) los residuos pueden ser tratados con HCl 12N hasta alcanzar la precipitación, en el punto isoeléctrico, a un pH entre 3.5–4.5. Se reporta que el mejor pH para el procedimiento es de 4.

  
Figura 3 Diagrama de flujos del proceso de precipitación de proteínas y neutralización de efluentes líquidos

El uso de una lechada de cal al 5% p/v permite lograr una efectividad de neutralización, es menos costosa que la sosa cáustica y no forma precipitados con el ácido clorhídrico.

**4. Conclusiones**

* La planta piloto propuesta para la extracción y producción de quitosano por vía química a partir de residuos de langosta, logra el procesamiento de las cantidades disponibles de materia prima y obtiene, con los equipos seleccionados, las producciones esperadas.
* Existen varios métodos para la obtención de quitosano, el método químico fue seleccionado debido al alto costo que representa la utilización de enzimas y al inferior rendimiento que estas le aportan al proceso en comparación con la utilización de reactivos químicos.
* El esquema tecnológico elaborado integra lo planteado por las fuentes bibliográficas, teniendo como etapas fundamentales la desproteinización, desmineralización y la desacetilación, sobre las cuales los equipos seleccionados fueron dimensionados de acuerdo a las cantidades de materia prima disponible.
* La tecnología propuesta da solución a los problemas medioambientales que produce el vertimiento de residuos langosteros en la EPICAI, los que alcanzan valores anuales cercanos a las 10 toneladas.
* La recuperación y reutilización de los residuales disminuyen el consumo de agua y el impacto ambiental negativo, evitando el vertimiento de las aguas de desecho y los gastos económicos innecesarios; además, la recuperación de proteínas eleva la tasa de retorno para la divisa favoreciendo la entrada más temprana de la inversión.

**5. Referencias bibliográficas**

1. 1995. Estudio preliminar de ingeniería para la producción en Planta Piloto de Quitina y Quitosano.
2. CABARCAS, M. L., MARIMÓN, W. B. & MIRANDA, M. M. 2011. Diseño de un proceso económico y competitivo para la extracción de quitina y producción de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón. Tesis de Pregrado, Universidad de Cartagena.
3. CAIQIN, Q. 2004. Europa patent application.
4. CAPRILE, M. D. 2012. Obtención y utilización de quitina y quitosano a partir de desechos de crustáceos.
5. CARO, J. S. R. 2011. Quitina y quitosano: ¿Sustancias maravillosas o una eterna promesa latinoamericana? Infopesca Internacional.
6. CIRA, L. A. G. 2000. Escalamiento de un proceso para la recuperación de quitina a partir de desechos de camarón. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana.
7. CHAN. 2003. Estados Unidos patent application.
8. CHEN, L. F. 2003. Europa patent application.
9. DUAN, S., LI, L., ZHUANG, Z., WU, W., HONG, S. & ZHOU, J. 2012. Improved production of chitin from shrimp waste by fermentation with epiphytic lactic acid bacteria. Carbohydrate Polymers.
10. GARCÍA, A. 1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
11. HERNÁNDEZ, D. & ESCORCIA, D. 2009. Propuesta Técnica para la obtención de quitina a partir de caparazones de crustáceos a nivel de planta piloto. Universidad Nacional de Ingeniería.
12. HERNÁNDEZ, Y. B. 2004. La quitina y la quitosana, polisacáridos animales de gran importancia. [Online]. La Habana, Cuba: monografías.com. Available: http:// www.monografias.com/trabajos53/quitina-quitosana.
13. HIDEO, O. 2005. Europa patent application.
14. ISHIKAWA, H. 2005. Europa patent application.
15. KERN, D. Q. 1979-1980. Procesos de transferencia de calor.
16. KREPETS. 1991. Estados Unidos patent application.
17. LAMARQUE, G. 2005. Europa patent application.
18. LÁREZ, C. V. 2003. Algunos usos del quitosano en sitemas acuosos. Revista Iberoamericana de polímeros.
19. LÁREZ, C. V. 2006. Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. Avances en Química. Mérida, Venezuela: FAcultad de Ciencias, Universidad de los Andes.
20. LEMUS, J. F. C. 2007. Obtención y uso de quitosano para tratamientos dérmicos a partir de exoesqueletos de camarón. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
21. MARCILLO, M. S. Z. & VÉLEZ, M. K. A. 2011. Planta procesadora de desechos de camarón y cangrejo para la obtención de quitina y extracto colorante. Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil.
22. MEIHUI, C. 2004. Europa patent application.
23. MUKHERJEE. 2001. Estados Unidos patent application.
24. PARK. 1993. Estados Unidos patent application.
25. PASTOR, A. D. A. 2004. Quitina y quitosano: obtencion, caracterizacion y aplicaciones, Perú, Universidad Pontifícia Universidad Católica del Perú.
26. PENICHE, C. A. C. 2006. Introducción a la quitina. In: HABANA, U. D. L. (ed.). Habana, Cuba.
27. PENICHE, C. A. C., NIETO, J. M., OVIEDO, D. V. & GARCÍA, I. A. 1996. Método para el aprovechamiento del desecho de la langosta común. Cuba patent application.
28. PENISTON. 1980. Estados Unidos patent application.
29. QINGYUAN, C. 2004. Europa patent application.
30. RÍOS, G. V. L., ESPINOZA, J. C. M., ZETINA, C. M., AGUILAR, C. C. & RAMÍREZ, A. E. 2013. La pesquería de langosta Panulirus argus en el Golfo de México y mar Caribe mexicano., México, Instituto Nacional de Pesca.
31. SALAS, D. A. H. 2011. Estudio de prefactibilidad para la puesta en marcha de una planta procesadora de quitina, ubicada en el cantón Eloy Alfaro de la Provincia de Guayas. Tesis de Pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial.
32. SERHII, F. V. 2003a. Europa patent application.
33. SERHII, F. V. 2003b. Europa patent application.
34. TRINKLE, J. 2003. Europa patent application.
35. VALENZUELA, C. L. C. 2006. Obtención de Quitosano de Pota (Dosidicus Gigas) empleando altas dosis de Radiación Gamma. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
36. VILASOA, M. M. 2008. Desarrollo de Métodos Analíticos para la Valoración Nutricional del Cangrejo de las Nieves, Chionoecetes Opilio. Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela.
37. WEIYU, F. 2003. Europa patent application.
38. WOOTEN. 2003. Estados Unidos patent application.
39. WU, H. 2004. Europa patent application.
40. XIABIN, J. 2005. Europa patent application.
41. ZAKARIA, Z., HALL, G. M. & SHAMA, G. 1998. Lactic acid fermentation of scampi waste in a rotating horizontal bioreactor for chitin recovery. Process Biochemistry.