

EXTRACCION DE QUITINA Y QUITOSANO DEL EXOESQUELETO DEL CAMARÓN

CLAVE DE REGISTRO DEL PROYECTO: CIN2018A10203

ESCUELA DE PROCEDENCIA: Centro Universitario México A.C.

AUTORES: Abigail Gómez Jasso, Erandi López Beltrán, Luis Ángel Briseño López,
Karla Ximena Girón Arias.

ASESORES: Biol. Julián José Nader García, Quim. Ricardo Iván Rodríguez Ramírez.

ÁREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud.

DISCIPLINA: Biología.

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Experimental.

LUGAR: Laboratorio de Jóvenes hacia la Investigación.

FECHA: 14 de febrero 2018

ÍNDICE TEMÁTICO:

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	3-4
2. INTRODUCCIÓN.....	5
3. TAXONOMÍA DEL CAMARÓN COMERCIAL.....	5-7
4. ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA.....	7
5. CICLO DE VIDA.....	7-9
6. REPRODUCCIÓN.....	9
7. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN.....	9-10
8. BIOPLÁSTICO.....	10-11
9. QUITINA.....	12
10. QUITOSANO.....	13
11. HIPÓTESIS.....	13-14
12. METODOLOGÍA.....	14-16
13. RESULTADOS.....	16
14. CONCLUSIONES.....	17
15. APARATO CRÍTICO.....	17-20

RESUMEN EJECUTIVO.

El camarón es un crustáceo que abunda en los esteros, principalmente del Océano Pacífico, se han registrado alrededor de 300 especies de camarón. Las especies de la familia Peneidae presentan un conjunto de caracteres que permiten diferenciarlos, son estos los camarones “comerciales”. Especies generalmente pequeñas, pelágicas y estuarias, que pueden ser identificadas por el segundo segmento abdominal, mientras que en especies como los carideos las partes laterales de éste segmento abdominal se superponen al primero. Presenta un cuerpo alargado, que consta de cefalón, tórax (unidos formando un cefalotórax), abdomen y telson. Al igual de los demás crustáceos decápodos posee un caparazón que lo recubre. La quitina, es el principal componente del exoesqueleto de los crustáceos, entre ellos este camarón. Esta es un hidrato de carbono, sumamente común en la naturaleza. El quitosano es un polímero natural obtenido a partir de esta quitina. En esta investigación se propone la obtención de quitina del exoesqueleto del camarón “comercial”, y posteriormente quitosano al realizar una desacetilización de la misma, con la finalidad de crear un biopolímero para sustituir el PET (polietilentereftalato) y crear un gel para la regeneración de las células en la piel del ser humano. Dentro de los resultados se obtuvo esta quitina de los exoesqueletos de camarón al mezclarlos con HCl, se filtró, neutralizó con NaOH y filtró de nuevo. Se realizó una desacetilización, filtración, neutralización y la última filtración, para así obtener quitosano, compuesto que se busca polimerizar.

PALABRAS CLAVE: Camarón, exoesqueleto, quitina, quitosano, bioplástico.

ABSTRACT.

The shrimp is a crustacean that abounds in estuaries, mainly from the Pacific Ocean, around 300 species of shrimp have been recorded. The species of the family Peneidae presents a set of characters that allow to differentiate them, these are the "commercial" shrimps. Species generally small, pelagic and estuaries, which can be identified by the second abdominal segment, while in species such as carides the lateral parts of this abdominal segment overlap the first. It has an elongated body, consisting of cephalon,

thorax (joined forming a cephalothorax), abdomen and telson. Like the other decapod crustaceans, it has a carapace that covers it. Chitin is the main component of the exoskeleton of crustaceans, including this shrimp. This is a carbohydrate, extremely common in nature. Chitosan is a natural polymer obtained from this chitin. This research proposes obtaining chitin from the exoskeleton of "commercial" shrimp, and later chitosan by de-acetylating it, in order to create a biopolymer to replace PET (polyethylene terephthalate) and create a gel for cell regeneration in the skin of human beings. Within the results, this chitin was obtained from the shrimp exoskeletons when mixed with HCl, filtered, neutralized with NaOH and filtered again. Deacetylation, filtration, neutralization and the last filtration were carried out, in order to obtain chitosan, a compound that is being polymerized.

KEY WORDS: Shrimp, exoskeleton, chitin, chitosan, biopolymer.

INTRODUCCIÓN.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El camarón es un crustáceo que abunda en los esteros, principalmente del Océano Pacífico. Se caracteriza por ser un decápodo, tener dos pares de antenas, su cuerpo se divide en tres partes: cefalotórax, abdomen y telson. Esta familia se clasifica en varios géneros, siendo las principales para el consumo humano: Caridea y Penaeidae. Por otro lado, la quitina es un hidrato de carbono, y es el principal componente del exoesqueleto de los crustáceos e insectos. Por último, el quitosano es un polímero natural obtenido a partir de la quitina.

En esta investigación presentamos la obtención de la quitina y el quitosano del exoesqueleto del camarón Caridea con la finalidad de crear un biopolímero para sustituir el PET (polietilentereftalato); de igual manera, se creará un gel destinado para la regeneración de las células en la piel del ser humano.

OBJETIVOS.

- Obtener quitina y posteriormente quitosano del exoesqueleto del camarón al añadirle ácido clorhídrico.
- Elaborar un biopolímero a base de quitosano.
- Elaborar un gel para la aceleración de la regeneración celular.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1. TAXONOMÍA DEL CAMARÓN COMERCIAL.

Dominio: Eukaria
Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Subfilo: Crustacea
Clase: Malacostraca
Orden: Decapoda
Familia: Penaeidae
Géneros: *Litopenaeus Antepenaeus* y *Farfantepenaeus*
Especies: Pacífico
Litopenaeus stylirostris

Litopenaeus vannamei
Litopenaeus occidentalis
Antepenaeus californiensis

Golfo de México
Litopenaeus setiferus
Farfantepenaeus aztecus
Farfantepenaeus duorarum
Farfantepenaeus brasiliensis

A escala mundial los camarones marinos de la familia Penaeidae incluyen a cuatro géneros *Fenneropenaeus*, *Marsupenaeus*, *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus* de acuerdo con las últimas modificaciones taxonómicas propuesta por Pérez-Farfante y Kensley (1997). En esta familia existen 60 especies, de ellas más de 50 han sido utilizadas para propósitos de cultivo en diferentes países. En México se cuenta con ocho especies que tienen potencial de cultivo; cuatro de ellas pertenecientes al género *Farfantepenaeus* (que se caracteriza por presentar un télico cerrado) y cuatro del género *Litopenaeus* (con télico abierto).

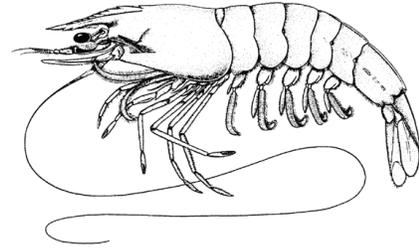
Entre las especies que tienen las mejores posibilidades de manejo en sistemas de cultivo destacan el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), el camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) y el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el Pacífico Mexicano y el camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*), el camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum*), y el camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*) en el Golfo de México.

En la última década, la camaronicultura mexicana ha tenido un rápido y explosivo crecimiento, de tal manera que actualmente nuestro país ocupa el segundo lugar en América Latina después de Ecuador, que es el cuarto productor mundial de este crustáceo. (Arredondo-Figueroa, 2002).

2. ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA.

Un camarón peneido tiene un cuerpo alargado que puede dividirse en cefalotórax (cefalopereion), pleon (abdomen) y telson. En el cefalopereion se observan un par de pedúnculos oculares, antenuolas,

Imagen n°1 representación de un camarón.



antenas, y espinas que permiten diferenciar distintas especies. El cefalotórax y abdomen llevan distintos tipos de apéndices articulados; en el telson, se encuentran los urópodos que sirven para la natación.

El género *Litopenaeus*, presenta por lo general un rostro con dientes ventrales, caparazón sin suturas, espina antenal y hepática pronunciadas. telson con un profundo surco medio, sin espinas subapicales fijas, y con o sin espinas móviles.

La mayoría de los órganos de los camarones, se encuentran en la región del cefalotórax, el cerebro es trilobulado. El sistema nervioso es ventral en el tórax y en el abdomen con los ganglios metamerizados, el corazón es ventral y se conecta directamente con el hemoseloma a través de arterias abdominales, ventral y dorsal.

El sistema digestivo se compone de boca, estómago y hepatopáncreas (situados en el cefalotórax), un intestino, una glándula intestinal (en el abdomen) y el ano, situados centralmente donde comienza el telson. (Camacho, E. M. A., 2012).

3. CICLO DE VIDA.

El ciclo de vida del camarón puede ser dividido en dos fases: la Marina y la Estuaria.

La reproducción del camarón comienza en aguas alejadas de la costa, cuando el macho deposita en la hembra un paquete de esperma que fertiliza los huevos a medida que son puestos. Las hembras grávidas son reconocidas fácilmente por sus ovarios verdes, visibles a través del caparazón. (Andrade, 2010).

Luego los huevos maduran y pasan a través de varios estadios larvales:

Nauplio: Presenta cuerpo periforme con tres pares de apéndices, primeras antenas, segundas antenas y mandíbulas con función natatoria. Se alimenta del saco vitelino,

presenta fototactismo positivo y dependiendo de la especie, comprende de 5 a 6 subestadios, miden desde 0.32mm de longitud en nauplio, hasta 0.58mm en nauplio VI.

Zoea: Presenta 3 estadios que se caracterizan por cambios morfológicos y sus respectivas mudas, el cuerpo se divide en dos partes: un caparazón y un abdomen no segmentado. Presenta fototactismo positivo y se alimenta de fitoplancton.

Mysis: El cuerpo se alarga y adquiere una apariencia similar a la post-larva. Su forma de nadar es mediante la cabeza principalmente, hacia abajo y avanzando hacia atrás, con el abdomen hacia adelante. Se alimenta de fitoplancton, zooplancton y materia orgánica. (Rivera, 1998).

Posteriormente alcanzan el estadio de post-larva que asemeja a un camarón adulto. Éstas se mueven en dirección a la costa hacia los estuarios de ríos donde se desarrollan rápidamente, pues encuentran protección contra los depredadores. Después de sucesivas mudas, las post-larvas se transforman en juveniles manteniéndose en los estuarios de los ríos durante un lapso de 3 a 4 meses, posteriormente comienzan a migrar al mar donde su crecimiento es más rápido.

Las hembras son sexualmente inmaduras cuando salen de los estuarios, estas no madurarán hasta que lleguen a los campos de apareamiento, los cuales se encuentran lejos de la costa a profundidades de 12-18 metros. Los machos por naturaleza maduran antes que las hembras. Para que ocurra el apareamiento, la hembra debe de haber mudado y encontrarse en un estado característico, con el exoesqueleto blando, por otro lado, el macho debe tener su exoesqueleto duro. El desove tiene lugar en la temporada cálida, el número de huevos por desove fluctúan entre los 200000-500000.

Existe evidencia de que las hembras desovan más de una vez. La vida normal del camarón es de doce meses aproximadamente, pero algunos llegan a los dos años. (Andrade, 2010).

4. REPRODUCCIÓN.

En México la captura de camarón es una de las actividades pesqueras de mayor importancia en términos de volumen. Por su volumen se encuentra posicionado en el segundo lugar de la producción pesquera en México; y por su valor económico, se posiciona en el primer lugar. La tasa media de crecimiento anual de la producción en los últimos 10 años ha sido de 6.24%, lo cual se debe al crecimiento de la actividad de dicha especie.

La región del Pacífico es la que produce la mayor cantidad de camarón en peso vivo (88%), seguida por la región del Golfo (12%). El camarón es el principal producto generado en la industria acuicultora en México. En 2011, el 60% de la producción provino de acuicultura. A nivel internacional, México ocupa el décimo lugar en cuanto a la producción de camarón por captura y séptimo en producción por acuicultura. (PORTAL GBC GROUP, 2014).

5. ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN

Cuando son mantenidos en cautiverio la mayor parte de las especies de camarones ornamentales aceptan generalmente cualquier tipo de comida, ya sea congelada o seca. Estudios recientes han demostrado preferencias por cierto tipo de alimento fresco tales como nauplios de *Artemia sp.* recién eclosionados, metanauplios enriquecidos, adultos de *Artemia*, mysidáceos, krill, y larvas de mosquito, todos descongelados. Entre los alimentos que son menos preferidos se encuentran el calamar, mejillón y carne de camarón. Sin embargo, después de largos periodos de ayuno aceptan todos tipos de alimento. (Simoes, N., 2004).

El camarón presenta diferentes hábitos alimenticios durante su ciclo de vida. Como larva juvenil (zoea) es planctónico, filtrando algas microscópicas y otros materiales suspendidos en el agua. Como larva adulta (mysis) es mayormente predadora consumiendo generalmente proteína animal como *Artemia*. Luego de la metamorfosis a post-larva/juvenil se vuelven carroñeros bentónicos, nutriéndose de una variedad de alimentos, y siendo omnívoros el resto del ciclo. En general, el crecimiento y sobrevivencia del camarón silvestre depende de factores como calidad de agua,

alimento natural y un hábitat protector. El objetivo del cultivo es proveerle adecuada calidad de agua, ambiente y nutrición para un rápido crecimiento a densidades mucho mayores que las encontradas en ambientes naturales. Es decir, el granjero debe mermar la incertidumbre e ineficiencias de la naturaleza. (Fox, J., Treece, G. D., y Sánchez, D., s.f.).

6. BIOPLÁSTICO.

Los bioplásticos son un tipo de plásticos elaborados a partir de biomoléculas y a partir de fuentes vegetales, lo cual hace que se degraden en el medio ambiente mucho más rápido que el plástico convencional.

Los plásticos que se manufacturan actualmente, con algunas excepciones, están hechos de polímeros sintéticos. Pero los polímeros también se producen en la naturaleza por plantas, animales y microorganismos; se les llama polímeros biológicos o simplemente biopolímeros.

Los biopolímeros casi siempre tienen oxígeno o nitrógeno en su cadena, esta es la cualidad principal por la que son biodegradables. (Godínez, C. M., 2016).

La palabra plástico se refiere a los materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización que generalmente son derivados del petróleo.

La palabra biodegradable se refiere al término que se aplica siempre en relación a una sustancia química, cuando sucede que la misma se descompone como consecuencia de un proceso biológico natural.

Los plásticos biodegradables se fabrican a partir de biopolímeros muy abundantes en la naturaleza como los carbohidratos y proteínas.

Los polímeros se definen como macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas llamadas monómeros. Los monómeros son las unidades químicas que se repiten a lo largo de toda la cadena de un polímero.

Ventajas del plástico biodegradable:

1. Reducen la huella de carbono.
2. Suponen un ahorro energético en la producción.
3. No consumen materias primas no renovables.
4. Reducen los residuos no biodegradables que contaminan el medio ambiente.
5. No contienen aditivos perjudiciales para la salud como ftalatos o bisfenol A.
6. No modifican el sabor y el aroma de los alimentos contenidos (Acciona, S/A).

Los polímeros no degradables son: PE (plástico de polietileno), PET (plástico derivado del petróleo), PP (Polímero termoplástico), PS (poliestireno), PVC (material termoplástico obtenido del cloruro de vinilo). (Infanzón, 2017).

degradable	Si	No
able	Si	Si
o máximo de degradación	1 año	1000 años
able	Si	Si
ente a humedad	Si	Si
ensidad	Si	Si
neables	Si	Si
te eléctrico	Si	Si
ente a corrosión	Si	Si

7. QUITINA.

La industria procesadora de mariscos (camarón, cangrejos, etc.), es altamente generadora de desechos sólidos debido a que del 75% - 85% del peso vivo de estos, son desechos (conchas, cabezas y patas) que contaminan el medio ambiente y se convierten en una carga económica para las industrias procesadoras, ya que su eliminación es problemática y costosa.

Los residuos del procesado del marisco contienen en general un 14-35% de quitina asociada con proteínas, lípidos, pigmentos y depósitos de calcio, estimándose por tanto una producción mundial anual de quitina en los residuos de unas 120.000 toneladas.

La quitina es el principal componente de los exoesqueletos de crustáceos e insectos, también se encuentra en las paredes celulares de ciertos hongos y en algas. Es un polisacárido abundante en la naturaleza, posee una estructura lineal de alto peso molecular constituida por unidades de N-acetil-D-glucosamina unidas por enlaces β -D. Es altamente insoluble y presenta baja reactividad. La desacetilación (eliminación de un grupo acetilo de una molécula) parcial de quitina da lugar al quitosano, con mejores propiedades de reactividad y solubilidad.

La quitina se obtiene del exoesqueleto de crustáceos industrialmente procesados, como es el camarón. Su uso creciente, así como de sus derivados, ha sido motivado al hecho de que, al contrario de los derivados del petróleo, ésta se obtiene de los subproductos de las industrias pesqueras, fuente naturalmente renovable, no tóxica y no alergénica; además, antimicrobiana y biodegradable.

La quitina es la sustancia orgánica más abundante en la naturaleza después de la celulosa, es un biopolímero lineal, insoluble en agua, se disuelve rápidamente en ácidos concentrados, en algunos fluoroalcoholes y soluciones al 5% de cloruro de litio, lo que la hace poco práctica para su aplicación. Tiene alto peso molecular y su estructura porosa favorece una elevada absorción del agua. (Zulay, M., et.al., 2011).

8. QUITOSANO.

Es un biopolímero lineal compuesto de cadenas distribuidas aleatoriamente de β -(1-4) D-glucosamina y N-acetil-D-glucosamina. Es la forma N-desacetilada de la quitina, es una modificación de la misma y posee mejores propiedades de reactividad y solubilidad. (Mármol, Z., 2011)

El quitosano tiene múltiples aplicaciones de las cuales las más comunes son la preparación de hidrogeles, películas, fibras o esponjas, gracias a sus propiedades de biodegradabilidad, biocompatibilidad, entre otras. Una de las fuentes de obtención de quitosano es el exoesqueleto del camarón, a partir del cual se obtiene desacetilando la quitina. El procedimiento consta de una etapa de hidrólisis básica donde se desmineralizan las proteínas y se desacetila la quitina, una etapa de hidrólisis ácida de solubilización del quitosano; es decir, se sustituyen los grupos acetamido por grupos amino. Y finalmente se precipita y purifica. Es decir, se sustituyen los grupos acetamido por grupos amino. (Arias, Y., 2015)

La transformación de la quitina en quitosano modifica sustancialmente sus propiedades, de modo que éste es fácilmente soluble en soluciones acuosas de la mayor parte de los ácidos orgánicos e inorgánicos. El quitosano es también mucho más reactivo que la quitina, ya que sus grupos amino pueden ser acilados y alcoholados. Este puede ser definido como una poliamina lineal de alto peso molecular con grupos amino e hidroxilo reactivos, se comporta como un polielectrolito catiónico y por debajo de pH 6,5 presenta una alta densidad de carga, se adhiere fácilmente a las superficies negativamente cargadas y puede formar quelatos con iones metálicos. El quitosano se caracteriza biológicamente por su biocompatibilidad (polímero natural no tóxico, biodegradable a los componentes normales del cuerpo) y por su bioactividad (aceleración del curado de las heridas, disminución del colesterol, estimulante del sistema inmune). (Gacén, J., 1996)

HIPÓTESIS.

- Si sometemos el exoesqueleto del camarón al ácido clorhídrico, entonces lograremos obtener quitina y posteriormente quitosano.
- Si obtenemos quitosano de la desacetilización de la quitina, entonces elaboraremos biopolímeros y gel para la aceleración de la regeneración celular.

METODOLOGÍA.

MATERIAL:

- Ácido acético
- Ácido clorhídrico
- Papel filtro
- Hidróxido de Sodio
-  Un kilo de "cáscara de camarón"
- Vasos de precipitados, 1 litro
- Agitador magnético
- Condensador (refrigerante)
- Matraz de bola de tres bocas
- Mortero
- 3 soportes universal
- Licuadora
- Pinzas
- Termómetro
- Agua



PROCEDIMIENTO:

1. Purificación de Quitina.

1.1. Adquirir cáscara de camarón en restaurantes, mercados, o cualquier lugar de autoservicio.

1.2. Recortar y machacar las cáscaras de camarón con ayuda del mortero. Anotar la masa de la cáscara a agitar.

1.3. En un vaso de precipitados, realizar una solución 1M de ácido clorhídrico (HCl), y colocar las cáscaras anteriormente trituradas.

1.4. Con ayuda de un agitador magnético, dejar agitar la solución con las cáscaras por 24 horas mínimo.



1.5. Posteriormente, filtrar el resultado del paso 1.4 por medio de papel filtro. Tirar los restos de cáscara de camarón.



1.6. Realizar una solución 1M de hidróxido de sodio (NaOH), con la finalidad de neutralizar nuestra solución a un pH 7.

1.7. Filtrar nuevamente la solución neutralizada por medio de papel filtro.



2. Purificación de Quitosano.



2.1. Realizar una solución 1M de ácido acético.

2.2. Retirar los restos ubicados del filtrado en el papel filtro, y diluirlos con la solución anterior.



2.3. Alternamente, el filtrado obtenido en el punto 1.7, diluirlo de igual manera con la solución de ácido acético.

2.4. Con ayuda del agitador magnético, dejar agitando las soluciones 2.2 y 2.3 por 8 horas mínimo.



2.5. Realizar una solución 1M de hidróxido de sodio (NaOH), con la finalidad de neutralizar nuestra solución a un pH 7.

2.6. Filtrar con ayuda de papel filtro, lo obtenido.

2.7. Se prosigue lavando con etanol nuestro resultado ya obtenido en los pasos anteriores, con la finalidad de eliminar los residuos innecesarios.

2.8. Consecutivamente, el resultado se dejará secar nuestra solución mediante los rayos solares o colocándolo dentro del refrigerador para que éste se convierta en un sólido.

2.9. Finalmente, se colocará en un molde con la forma que se requiera, para así obtener nuestro bioplástico.

RESULTADOS EN PROCESO.

Al inicio de nuestro proyecto, se realizó una investigación acerca del camarón, su exoesqueleto, la quitina y el quitosano que éste puede poseer. De igual manera, también se realizó una investigación acerca del bioplástico, su función, una comparación sobre éste y el plástico común, y su impacto en el medio ambiente.

Durante el desarrollo de la metodología de nuestro proyecto, al querer obtener quitosano de nuestro resultado obtenido después de limpiarlo con etanol, se analizó con rayos ... con la finalidad de conocer si se obtuvo o no el quitosano. En el resultado de los análisis, desafortunadamente, no se logró obtener el resultado que se buscaba. Es por eso que se decidió realizar nuevamente la metodología desde el principio, esperando obtener quitosano y poder transformarlo en un bioplástico utilizable.

CONCLUSIONES EN PROCESO.

El camarón es un crustáceo y un peneido que abunda en ciertas zonas del Océano Pacífico principalmente. El componente primordial de su exoesqueleto es la quitina, la cual es un polisacárido del que se puede, posteriormente, obtenerse quitosano, siendo éste un polímero natural.

A lo largo de esta investigación hemos trabajado con exoesqueletos de camarón y se espera obtener quitosano del mismo, para esto hemos utilizado una solución 1M de ácido clorhídrico (HCl). Después se filtró y se neutralizó con una solución 1M de hidróxido de sodio (NaOH) para después filtrar nuevamente. Se diluyó en una solución 1M de ácido acético, es decir, se realizó una desacetilización de la quitina obtenida, para así de nuevo filtrar, y acto siguiente, neutralizar con solución 1M de hidróxido de sodio (NaOH) y finalmente volver a filtrar. Se espera por este proceso la obtención de quitosano mediante la sustitución de los grupos acetamido por grupos amino.

Este compuesto puede polimerizarse para posteriormente ser un bioplástico y así proponemos usarlo reemplazando el PET (polietilentereftalato) y el plástico común, lo cual puede ayudar a reducir la producción mundial de éste, ya que es de gran impacto en el medio ambiente y termina afectando diversos ecosistemas por la cantidad excesiva de residuos que genera y el tiempo que estos tardan en degradarse.

En búsqueda de una solución a este problema ambiental, se propone el uso de un bioplástico ya que éste se produce a partir de residuos orgánicos, es decir, la materia prima de su fabricación es renovable y reciclable. Este bioplástico, además de ser biodegradable, también es compostable, es decir se degrada en un periodo corto de tiempo y no resulta tóxico para los seres vivos ni el ambiente.

APARATO CRÍTICO.

Alfaro, J., Palacios, J., Aldave, M. y Angulo, R. (1992). REPRODUCCIÓN DEL CAMARÓN *PENAEUS OCCIDENTALIS* (DECAPODA: PENEIDAE) EN EL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA. Revista de Biología tropical. (11 septiembre 2017, 15:38 hrs.) www.ots.ac.cr/rbt/attachments/volumes/vol41-3A/29_Alfaro_Penaeus_occidentalis.pdf

Andrade, V. K. (2010). TESIS: “DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO LARVAL DEL CAMARÓN BLANCO *LITOPENAEUS VANNAMEI*, Y EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DESARROLLO EN FUNCIÓN DEL RÉGIMEN DE ALIMENTACIÓN”. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Baja California Sur. 15-17 pp. (10 de febrero de 2018, 17:15 hrs). <http://biblio.uabcs.mx/tesis/TE%202347.pdf>

Arias, Y., Castro, A. y Veloza L. (2015). OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN POLÍMERO A PARTIR DEL QUITOSANO PROVENIENTE DEL HONGO ASPERGILLUS NÍGER Y CÁSCARA DE HUEVO. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira. (12 febrero 2018, 21:22 hrs.). http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/issue/view/issue/35/10

Arredondo-Figueroa, J. L. (2002). EL CULTIVO DE CAMARÓN EN MÉXICO, ACTUALIDADES Y PERSPECTIVAS. U A M-I Planta Experimental de Producción Acuícola, Depto. de Hidrobiología, CBS. México D. F. Contactos 43, 41-54 pp.

Camacho, E. M. A. (2012). EFECTO DE LA APLICACIÓN DE PROBIÓTICOS EN DIETAS PARA CAMARÓN BLANCO LITOPENAEUS VANNAMEI, MEDIANTE INDICADORES DE CRECIMIENTO Y RESPUESTA INMUNE. Tesis. Instituto Tecnológico de Sonora. Sonora. 9-11 pp.

Expósito, R. H. (2010). QUITOSANO, UN BIOPOLÍMERO CON APLICACIONES EN SISTEMAS DE LIBERACIÓN CONTROLADA DE FÁRMACOS. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 18-22 pp. <http://eprints.ucm.es/11160/1/T32051.pdf>

Fox, J., Treece, G. D., y Sánchez, D. (s.f.). NUTRICIÓN Y MANEJO DEL ALIMENTO. USDA. Estados Unidos. (25 agosto 2017, 22:12 hrs.). http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/1066/es_04_shrimp_farming_methods.pdf

Gacén, J. y Gacén, I. (1996). QUITINA Y QUITOSANO. NUEVOS MATERIALES TEXTILES. Boletín Intexter. Cataluña. (12 febrero 2018, 23:17 hrs.). <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6421/Article06a.pdf?sequence=1>

Godínez, C. M. (2016). BIOPLÁSTICOS: SOLUCIONES AMBIENTALES. Instituto Asunción de México. Ciudad de México. 2,4,10 pp. (14 febrero 2018, 20:32 hrs.). <http://vinculacion.dgire.unam.mx/Memoria-Congreso-2016/trabajos-ciencias-biologicas/biologia/11.pdf>

Infanzón, A., Cabrera, D., y Santiago, R. (2017). PLÁSTICOS BIODEGRADABLES DERIVADOS A FAVOR DEL TRATAMIENTO DE NUESTRO ENTORNO VITAL. Centro Educativo "Cruz Azul" Bachillerato UNAM. (14 febrero 2018, 20:45 hrs.). 9-12 pp.

<http://vinculacion.dgire.unam.mx/Memoria-Congreso-2017/trabajos-ciencias-biologicas/medio-ambiente/13.pdf>

Mármol, Z., et al. (2011). QUITINA Y QUITOSANO, POLÍMEROS AGRADABLES. UNA REVISIÓN DE SUS APLICACIONES. Revista Tecnocientífica URU. Zulia. (12 febrero 2018, 21:48 hrs.). <http://uru.edu/fondoeditorial/revista/pdf/rtu/TCUn1/Quitina%20y%20quitosano.pdf>

Martínez, M. I., et.al. (2013). MORFOLOGÍA DEL SISTEMA REPRODUCTOR Y DEL ESPERMATÓFORO DE LITOPENAEUS VANNAMEI, CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO. Universidad Autónoma Metropolitana. Distrito Federal. 314-315 pp.

PORTAL GBC GROUP. (2014). GENÓMICA EN PESCA Y ACUACULTURA. Red de genómica, pesca y acuicultura para la innovación. Distrito Federal. (12 febrero 2018, 15:00 hrs). http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/genomica_pesca.html.

Rivera, R. M. C. (1998). TESIS: EFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE EL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA EN POSTLARVAS Y JUVENILES DE CAMARÓN BLANCO BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO. Facultad Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Colima. 16-19pp. (10 de febrero de 2018, 18:05 hrs). http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Maria%20Cruz%20Rivera%20Rodriguez.pdf

Simoës, N. (2004). ALIMENTACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE CAMARONES ORNAMENTALES. Avances en Nutrición Acuícola. Sonora, México. (25 agosto 2017, 18:01 hrs). http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/VII/archivos/29NunoSimoës.pdf

Zulay, M., et.al. (2011). QUITINA Y QUITOSANO POLÍMEROS AMIGABLES, UNA REVISIÓN DE SUS APLICACIONES. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo. 53-54 pp. (12 de febrero de 2018, 17:00 hrs). <http://uru.edu/fondoeditorial/revista/pdf/rtu/TCUn1/Quitina%20y%20quitosano.pdf>