

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

David Roberto Chávez Astudillo⁽¹⁾, María Geomara López Chica⁽²⁾,
MSc. Fabiola Cornejo Zúñiga, Director de tesis, ESPOL,⁽³⁾
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Campus Gustavo Galindo, Km 30,5 vía Perimetral.
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
davicho1099@hotmail.com⁽¹⁾, g.lope@hotmail.com⁽²⁾, fcornejo@espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

El crecimiento de la industria camaronera ha generado a la vez, un alto porcentaje de desperdicios representados por la cabeza y el carapacho del camarón. El presente trabajo propone una solución para aprovechar estos recursos y contribuir a la disminución del impacto ambiental que es provocado durante el proceso de empaquetado mediante la determinación de los métodos tecnológicos idóneos para la transformación de los desperdicios, realizando previamente un estudio de la disponibilidad y la caracterización de los mismos. Concluyendo que el Ecuador tiene las herramientas necesarias para utilizar la cabeza y el carapacho del camarón, en la obtención de quitosano, extracción de pigmentos naturales, elaboración de un sazón en polvo y harinas para consumo animal.

Palabras Claves: *diseño, aprovechamiento, subproductos.*

Abstract

The growth of the shrimp industry has generated a high percentage of waste represented by the head and shell. This project proposes a solution to harness these resources and help to reduce environmental impact caused during the packaging process by identifying suitable technological methods for processing waste, previously made a study of the availability and characterization of them. Concluding that Ecuador has the tools necessary to use the head and shell of shrimp, in obtaining chitosan, extraction of natural pigments, production of a seasoning powder and flour for animal consumption.

Key words: *design, use, subprocesses.*

1. Introducción

La industria camaronesa en el Ecuador, produjo sólo en el mes de diciembre del 2008 más de 11619 toneladas de camarón [1], de los cuales el 40% representa desperdicios que los conforman la cáscara y cabeza del camarón.

Es por esa razón que se realizó una investigación de los subproductos que se puede obtener. Resultando pigmento astaxantina y quitosano a partir de la cáscara del camarón; Harina y sazónador a partir de la cabeza del crustáceo los cuales son separados o aislados a nivel de laboratorio inicialmente para luego ser escalados a nivel industrial.

2. Generalidades de la Materia Prima

Al realizar un muestreo de 66 camarones, se obtuvo la figura 1, la cual indica la proporción de cada componente del camarón.

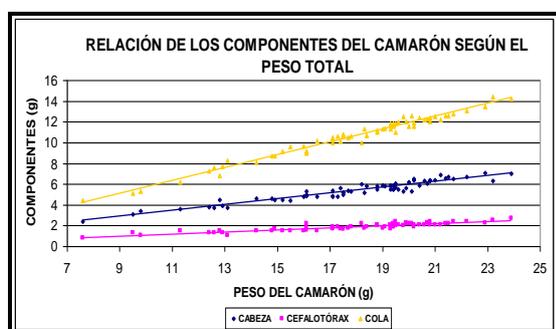


Figura 1. Peso total del camarón vs. Peso de sus componentes

2.1. Características Microbiológicas

Las empresas ecuatorianas que elaboran harina de cabezas de camarón aceptan la materia prima con los siguientes valores como máximos permitidos¹:

Aerobios mesófilos = 95 ufc/g

Coliformes totales (NMP) = <3 bacterias/g

Coliformes fecales (NMP) = <3 bacterias/g

3. Metodología para la obtención de subproductos

3.1. Obtención de Quitosano

Para obtener el Quitosano se deberá partir de una harina de carapachos de camarón previamente elaborada. La técnica aplicada, es una variación del método del Ing. Juan de Dios Alvarado de la Universidad de Ambato [2]. La diferencia está en la

concentración de los reactivos y la unificación de la etapa de desproteinización y desacetilación en una sola. La figura 2 resume el proceso a seguir.

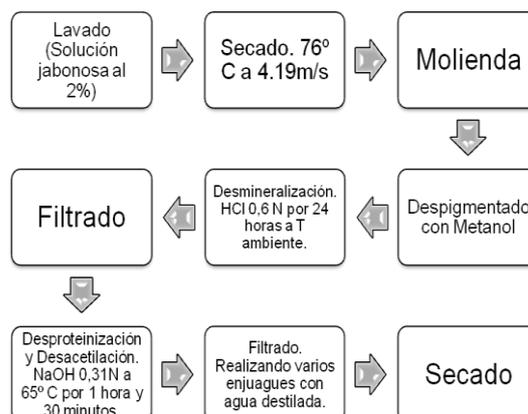


Figura 2. Diagrama de flujo para obtención de quitosano.

3.2. Obtención de Pigmentos Naturales

La materia prima para este proceso es la misma que la del quitosano, dicho procedimiento además de despigmentar la harina sirve para aprovechar el pigmento extraído. El método aplicado se basa en el estudiado por Punte [3] y Vilasoa [4], pero con la diferencia que se utilizará solo metanol como solvente para extraer el colorante y no el método completo sugerido por ambos autores. La figura 3 muestra el proceso a seguir para la extracción del pigmento astaxantina a partir de carapachos de camarón.

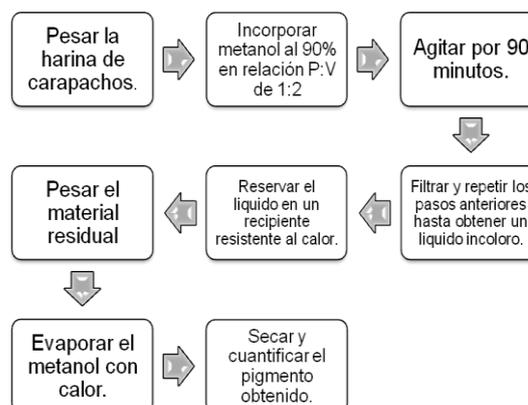


Figura 3. Diagrama de flujo para extracción de pigmentos de los carapachos del camarón.

3.3. Obtención de un sazónador en polvo

Para elaborar el sazónador aprovechando las cabezas de camarón, se deberá seguir el diagrama de proceso que se muestra en la figura 4.

¹ Dra. Dolores Carriel. Balanceados Fortavit

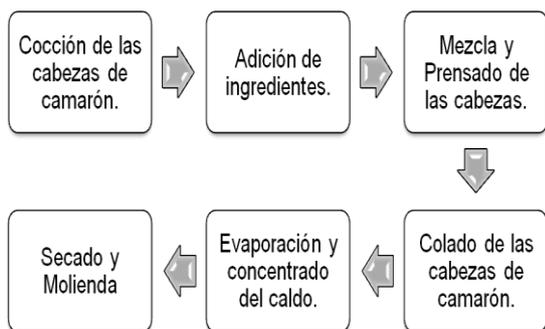


Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de un sazón a base de cabezas de camarón.

3.4. Harinas para consumo animal

En la figura 5 se muestra el diagrama de proceso necesario para elaborar harina a partir de las cabezas de camarón.

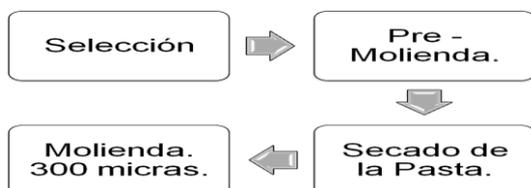


Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención de harinas para consumo animal.

4. Análisis de resultados

4.1. Quitosano

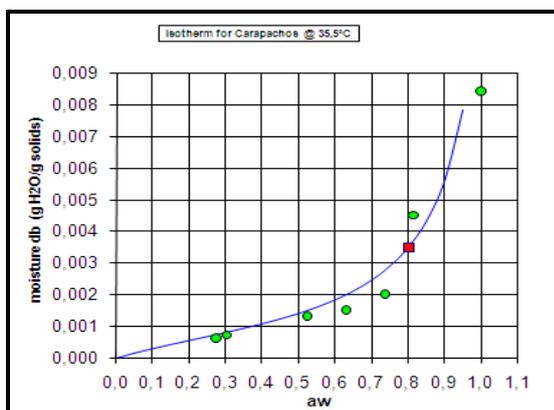


Figura 6. Isotherma de desorción para el secado de carapachos de camarón

Valor de la monocapa: 0,0008 g H₂O/ g de solido
R²: 0,66392

El secado se realizó a una temperatura de 76° C en un secador de bandejas durante un tiempo de 190 minutos. La figura 7 muestra la curva de secado; esta curva tiene una humedad crítica de 0,047 g H₂O/g SS. El rendimiento total del proceso es de 58%.

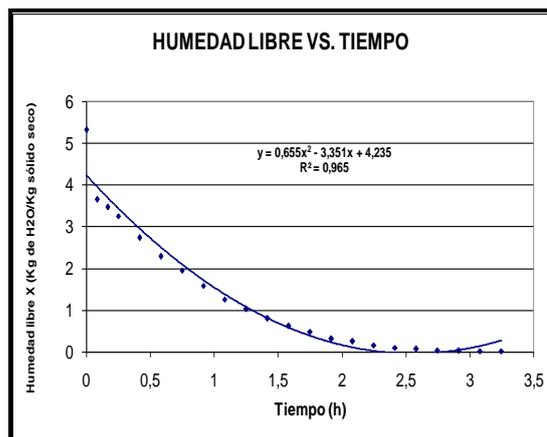


Figura 7. Gráfico de cinética de secado

A partir de la harina de carapachos, se pudo determinar el consumo de ácido clorhídrico (HCl) y de hidróxido de sodio (NaOH) como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Contenido de materia en los carapachos de camarón

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
Proteínas	0,43
Minerales	2,41
Pigmentos	8,84

Desmineralización:

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

Desproteínización y Desacetilación:

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

El producto final se cuantificó utilizando la ecuación 4.1:

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

4.2. Pigmentos Naturales

El rendimiento total del proceso fue del 34%. En la figura 8. (a) y (b), se observa el pigmento al inicio y al final del proceso.

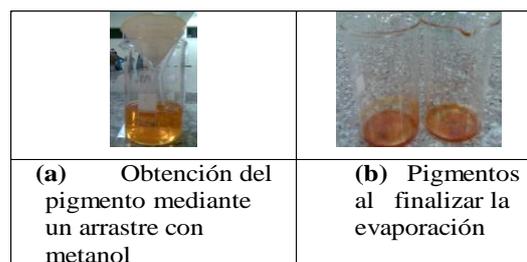


Figura 8. Extracción del pigmento

Una vez realizado el diseño de experimentos se llegó a la conclusión que el almacenamiento de la materia prima afecta considerablemente a la obtención del pigmento, es decir, que mientras menor es el tiempo de almacenaje de los carapachos, mayor va a ser la concentración de pigmentos presentes en ellos, calificándolos mediante una escala presentada en la Figura 9.

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

Figura 9. Escala de color para la calificación del extracto

Obteniendo un 9,5% de pigmento en un tiempo máximo de almacenamiento de 10 días, a los 30 días resultó de 3%

4.3. Sazonador en polvo

Cocción:

Según el diseño experimental realizado nos indicó que con un tiempo máximo de 10 días (Almacenamiento de la materia prima) a 100° C (Temperatura de cocción), puedo maximizar el rendimiento de la cocción.

Formulación:

El análisis sensorial se realizó con una prueba de aceptación a 30 panelistas no entrenados con el fin de determinar la fórmula final, siendo la de preferencia la que tenía un 68% de extracto como indica la figura 10.

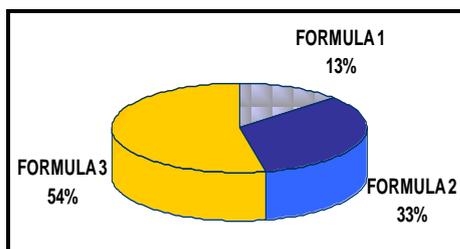


Figura 10. Gráfico de respuesta del test de preferencia de la formulación para el sazónador

Evaporación:

El rendimiento del extracto evaporado fue de 59,49%, presentando una apariencia similar a una pasta de tomate.

Rendimientos:

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

471,93 Kg de sazónador a base de cabezas de camarón.

4.4. Harina para consumo animal

Se determinó la isoterma de sorción para conocer la humedad de equilibrio, humedad libre y el valor de la monocapa de BET. La figura 11 muestra el resultado de la isoterma.

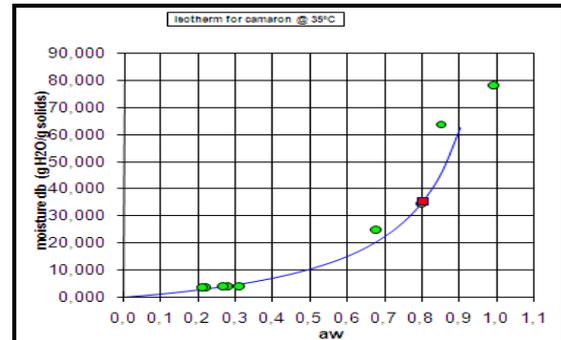


Figura 11. Isoterma de desorción para cabezas de camarón

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

El secado se realizó a una temperatura promedio de 50° C (+/- 5) durante un tiempo de 420 minutos. La curva se muestra en la figura 12.

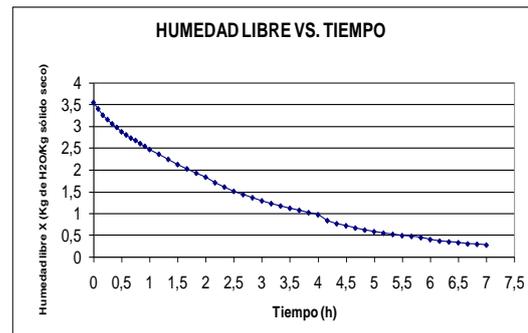


Figura 12. Gráfico de cinética de secado

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

5. Diseño de procesos para la obtención de subproductos

Diseño del proceso para elaboración de harina de carapachos.

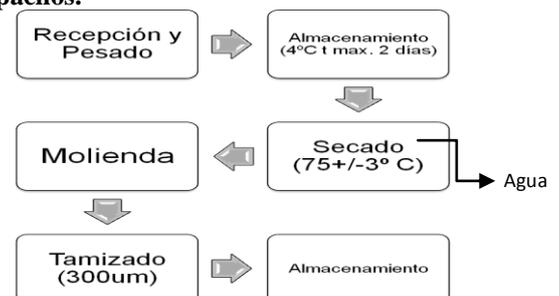


Figura 13. Diagrama de flujo para la harina de carapachos de camarón.

Descripción de los Equipos:

Secador de Bandejas.

Las ecuaciones 5.1, 5.2 y 5.3 [5], fueron utilizadas para el cálculo del tiempo de secado. El resultado obtenido fue un tiempo de secado a velocidad constante de 1,12 horas, el tiempo de secado a velocidad decreciente fue de 1,20 horas; obteniendo un tiempo total igual a 2,32 horas.

Tiempo de secado para el periodo de velocidad constante.

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

Tiempo de secado para el periodo de velocidad decreciente.

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

Tiempo total de secado.

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

5.1. Proceso para la obtención del Quitosano

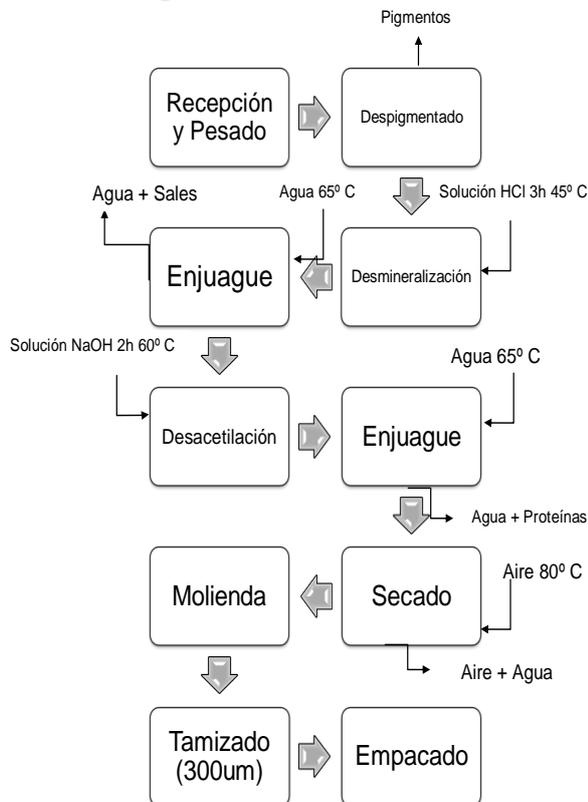


Figura 14. Diagrama de flujo para la obtención de quitosano.

5.2. Proceso para la obtención de Pigmentos Naturales

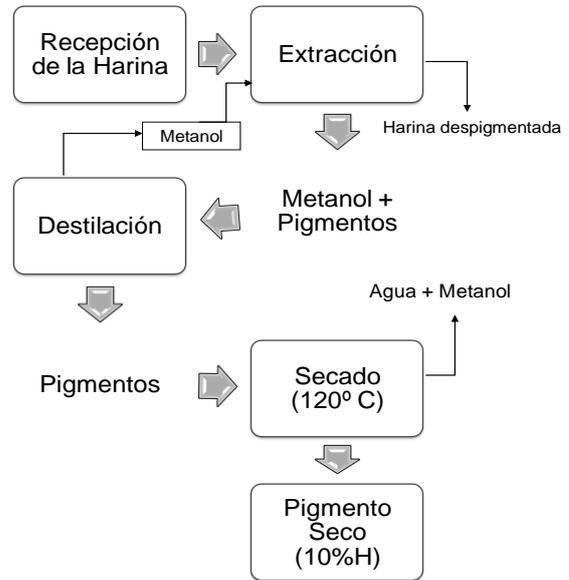


Figura 15. Diagrama de flujo para la obtención de pigmentos naturales.

5.3. Proceso para la obtención de un Sazonador en polvo

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

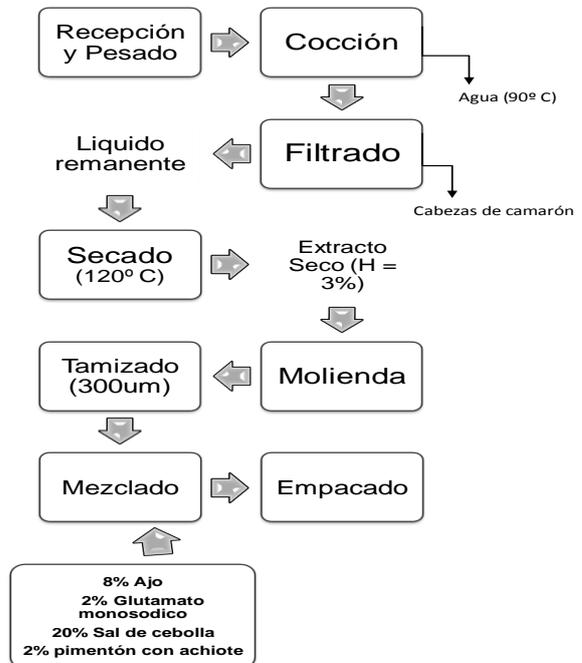


Figura 16. Diagrama de flujo para la obtención de un sazonador en polvo.

5.4. Proceso para la obtención de Harinas para consumo animal

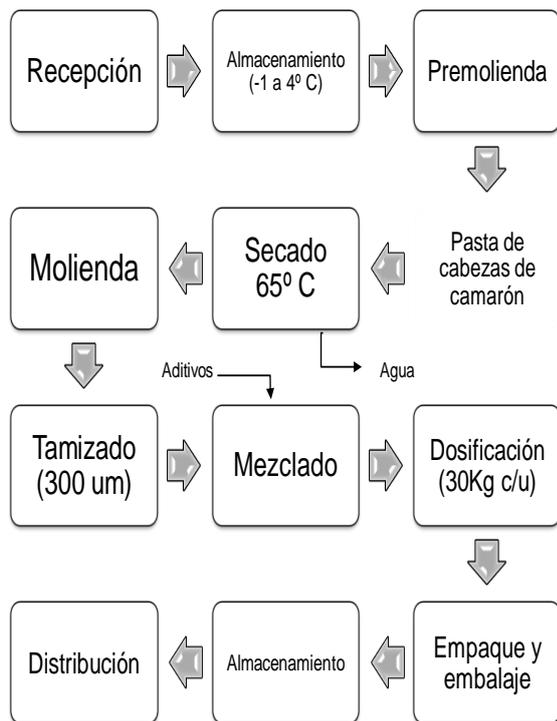


Figura 17. Diagrama de flujo para la elaboración de harina para consumo animal.

El secado de las cabezas debe ser en un secador rotatorio, resultando un tiempo total de secado igual a 33 minutos.

6. Factibilidad de la aplicación industrial de los subproductos

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

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

7. Agradecimientos

A Dios quien ha sido nuestro guía, al Dr. David Chóez, a la Ing. Fabiola Cornejo, a la Ing. Priscila Castillo, a la Ing. Grace Vásquez y a nuestras familias.

8. Referencias

- [1]. _____. "Directorio de Exportadores Ecuatorianos Periodo Diciembre 2008". CORPEL. 2008.
- [2]. Alvarado. J. "Obtención de Quitina, Transformación a Quitosano y Elaboración de Películas Biodegradables a partir de Desperdicios de Crustáceos". Universidad Técnica de Ambato. *Ciencia y Tecnología*, 4(2):39-47. 2005
- [3]. Puente. P. "Caracterización Química y Determinación de la Actividad Antimicrobiana de Pigmentos Obtenidos desde Cepas del Género *Chromobacterium*, *Flavobacterium*, *Flexibacter* Y *Micrococcus*". Universidad Austral de Chile. 2007.
- [4]. Vilasoa. M. *Desarrollo de Métodos analíticos para la Valoración Nutricional del Cangrejo de las Nieves, Chionocetes Opilio*. Tese de Doudoramiento. Universidade de Santiago de Compostela. Grupo Compostela. 2007
- [5]. Ibarz Ribas. A., Barbosa-Cánovas. G. *Operaciones Unitarias en la industria de alimentos*. Boca Raton, CRC Press. 2005.

9. Conclusiones y recomendaciones

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

El metanol utilizado en el proceso de despigmentado en la obtención del quitosano, debe ser reciclado y reutilizado; de esta forma se aprovecha este recurso además de recuperar el pigmento. El contenido de metanol en el producto final es nulo ya que la

temperatura de volatilización del mismo es de 64,5° C y se evapora durante el proceso de secado a una temperatura de 76° C, por lo tanto no existe riesgo de envenenamiento por metanol. Sin embargo, dependiendo del consumidor final, es recomendable que se realicen análisis para certificar la ausencia de dicho solvente.

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