

“Extracción de Quitosano a partir de desechos de caparazón de camarón para el desarrollo de películas con potencial aplicación como biomaterial”

Datos Generales:

Carla Fernanda Lizarraga Vado
Jashia Gabriela Mendoza Cruz
Melissa Cruz Cabañas
Montserrat Guadalupe Ortiz Morales
Natalia Gutiérrez Velázquez
Sury Beatriz Baeza Dzib

Ingeniería biomédica
3° Semestre
Proyectos 3
Cielo Poot Bote

Idea del proyecto:

El proyecto propone aprovechar los desechos generados por la industria camaronera para obtener quitina a partir de los exoesqueletos de camarón y transformarla en quitosano, un biopolímero con propiedades altamente valoradas en el campo biomédico. Mediante un proceso accesible y sustentable, que incluye etapas de desproteinización, desmineralización y desacetilación, se busca obtener quitosano purificado para su posterior uso en la elaboración de películas biodegradables mediante el método casting, el cual consiste en verter una solución polimérica sobre una superficie plana y dejar evaporar el solvente.

La propuesta surge como una alternativa sostenible ante la acumulación masiva de caparazones en zonas costeras, los cuales generan contaminación y afectan los ecosistemas. Estos residuos, generalmente descartados, representan una fuente abundante de quitina que puede convertirse en materiales con alto valor agregado. El quitosano obtenido destaca por su biocompatibilidad, biodegradabilidad, capacidad antimicrobiana y propiedades que favorecen la regeneración celular, lo cual lo posiciona como un material prometedor para aplicaciones biomédicas y ecológicas.

El proyecto no solo plantea una solución al problema ambiental de los desechos marinos, sino que también promueve la creación de un material funcional, ecológico y potencialmente útil en el desarrollo de dispositivos biomédicos. De esta forma, convierte un residuo contaminante en una oportunidad innovadora y sostenible con beneficios tanto para la salud como para el medio ambiente.

Objetivos:

General

- Extraer quitosano a partir de residuos de camarón bajo distintas condiciones de procesamiento para la evaluación de sus propiedades en el desarrollo de películas con potencial aplicación como biomateriales

Específicos

-Obtener quitosano mediante procesos de desmineralización, desproteinización, decoloración y desacetilación, aplicando el método convencional o con tratamientos asistidos por ultrasonido a diferentes temperaturas.

-Caracterizar el quitosano obtenido bajo diferentes condiciones a partir del rendimiento obtenido en un intervalo estimado de entre 15% y 25%, el grado de desacetilación mediante titulación ácido-base y la fracción soluble, con el fin de evaluar la influencia del procesamiento en sus propiedades.

-Elaborar películas utilizando la técnica de solvent casting empleando el quitosano obtenido bajo diferentes condiciones de procesamiento.

Diseño del proyecto

La obtención de quitosano se realizó siguiendo una secuencia de etapas que permitieron la purificación y transformación del material quitinoso en un producto final de alta calidad. En primer lugar, se efectuó la molienda y lavado inicial del material, comenzando con un enjuague con agua corriente para eliminar impurezas como tejido blando, arena y sales, seguido de un enjuague final con agua destilada para asegurar la limpieza completa. Posteriormente, el material se secó en estufa a una temperatura de entre 60 y 80 °C durante aproximadamente 30 horas, hasta alcanzar un secado total, y finalmente se procedió a la molienda para obtener un polvo fino y homogéneo.

Una vez preparado el material, se llevó a cabo la desmineralización utilizando una solución de ácido clorhídrico (HCl) 1 M, con una relación sólido-líquido de 1:10. El proceso se desarrolló a temperatura ambiente, entre 20 y 30 °C, durante un periodo de 20 a 60 minutos o hasta que cesó la efervescencia, indicativa de la completa eliminación de los minerales presentes. La mezcla se mantuvo bajo ligera agitación para favorecer el contacto entre el reactivo y el sólido. Al concluir esta etapa, el material se lavó con agua destilada hasta alcanzar un pH neutro y se realizó un secado intermedio a 40–50 °C durante aproximadamente una hora o hasta que se obtuvo un material completamente seco, previo a la siguiente fase del proceso.

Posteriormente, se efectuó la etapa de decoloración, cuyo objetivo fue eliminar los pigmentos naturales del material. Para ello, se utilizó un reactivo oxidante con una concentración de hasta 3 % en los casos de materiales altamente pigmentados, manteniendo una relación sólido-líquido de 1:20. El tratamiento se llevó a cabo a una temperatura constante de 60 °C durante una hora, con una agitación mínima para evitar la degradación del material. Una vez finalizado el tratamiento, el material se lavó con agua destilada hasta obtener pH neutro.

A continuación, se realizó la desproteínización, proceso destinado a eliminar las proteínas residuales presentes en la quitina. Se empleó hidróxido de sodio (NaOH) 2 M en una relación sólido-líquido de 1:10, manteniendo la temperatura a 80 °C durante tres horas con agitación moderada. Finalizado el tiempo de reacción, el material se lavó con abundante agua destilada para eliminar los residuos alcalinos y se sometió a un nuevo secado a 40–50 °C durante aproximadamente una hora o hasta lograr la completa eliminación de la humedad.

El siguiente paso correspondió a la desacetilación, proceso mediante el cual se obtuvo el quitosano a partir de la quitina previamente purificada. Esta etapa se realizó utilizando una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 40 %, manteniendo una relación sólido-líquido de 1:10. La mezcla se sometió a una temperatura de 80 °C durante una hora en un equipo de ultrasonido, lo que favoreció la ruptura de los grupos acetilo y la conversión de la quitina en quitosano.

Posteriormente, el quitosano obtenido se disolvió al 1–2 % en una solución de ácido acético al 1 % v/v, agitando hasta obtener una disolución homogénea. La solución resultante se filtró para eliminar impurezas insolubles y se procedió a la precipitación del quitosano mediante el ajuste del pH a un valor aproximado de 9–10. Una vez precipitado, el material se lavó con agua destilada y se secó a una temperatura de entre 50 y 60 °C, obteniendo un polvo de quitosano purificado listo para su caracterización.

Finalmente, se realizó la caracterización del quitosano obtenido. Se determinó el grado de desacetilación (GD), el cual debe ser igual o superior al 85–90 % para garantizar una buena biofuncionalidad y carga amina. Asimismo, se evaluaron otros parámetros de calidad como el contenido de endotoxinas (< 0.5 EU/mL, determinado mediante el ensayo LAL), el color ($L^* > 80$, indicando una alta blancura), el pH de una solución al 1 % (entre 6.5 y 7.5), la solubilidad total en ácido acético al 1 %, y la esterilidad y biocarga conforme a la norma ISO 11737-1. Estos análisis permitieron confirmar la pureza, estabilidad y calidad del quitosano producido.

Simulación

Se realizó la misma extracción 3 veces, por lo que son tres lotes con diferentes especies de la materia prima, y por lo tanto obtuvimos tres diferentes resultados, comprobamos, mejoramos metodología, adecuamos para optimizar la extracción.

<i>N. Lote</i>	<i>Tipo</i>	<i>Método</i>	<i>Resultados</i>	<i>Pureza</i>
Lote 1	<i>Cabeza rosada</i>	<ol style="list-style-type: none"> <i>Molienda y lavado inicial</i> <i>Desproteínización</i> <i>Decoloración</i> <i>Desmineralización</i> <i>Desacetilación</i> <i>Disolución y ajuste final</i> <i>Caracterización del quitosano</i> 	<i>179.4gr</i> <i>179.4gr</i> <i>14gr</i> <i>5gr</i> <i>5.42gr</i>	<i>3.025%</i>
Lote 2	<i>Combinado</i>	<ol style="list-style-type: none"> <i>Molienda y lavado inicial</i> <i>Desmineralización</i> <i>Decoloración</i> <i>Desproteínización</i> <i>Desacetilación</i> <i>Disolución y ajuste final</i> <i>Caracterización del quitosano</i> 	<i>66gr</i> <i>66gr</i> <i>10gr</i> <i>0.1gr quitosano</i> <i>8.55gr</i>	<i>12.95%</i>
Lote 3	<i>Blanco</i>	<ol style="list-style-type: none"> <i>Molienda y lavado inicial</i> <i>Desmineralización</i> <i>Decoloración</i> <i>Desproteínización</i> <i>Desacetilación</i> <i>Disolución y ajuste final</i> <i>Caracterización del quitosano</i> 	<i>54.94 gr</i> <i>54.94gr</i>	<i>28.58%</i>

Características

1. Molienda y lavado inicial

- Enjuague con agua corriente (y final con destilada).
- Eliminación de tejido blando, arena y sales.
- Secado a 60–80 por aprox 30 hrs.
- Molienda



Figura 1. Lavado y enjuague del caparazón del camarón



Figura 2. Colocación de las cascaras lavadas en las charolas para que sean ingresadas al horno



Figura 3. Colocación de las charolas en las parrillas del horno para su secado a 60-80 aproximadamente por 30 horas



Figura 4. Pesado y molienda después de su debido secado

2. Desmineralización

- Reactivo: HCl 1M.
 - Relación sólido/líquido: 1:10. - Temperatura: ambiente (20–30 °C).
 - Tiempo: 20–60 min (hasta cese de efervescencia) con ligera agitación.
- Incluir secado antes de proceder a la desproteínización a 40° - 50° aprox 1 hr o hasta que quede completamente seco.

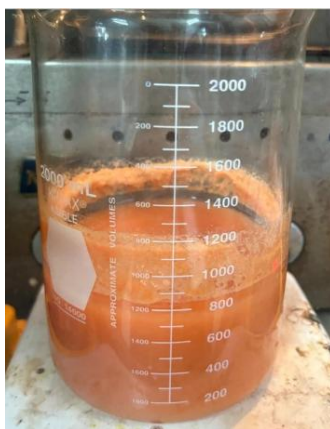


Figura 5. Eliminación de minerales con HCl, 1:10 a 1M, 1 hora en agitación.

3. Decoloración

- Objetivo: eliminar pigmentos.
- Reactivo: hasta 3 % para material muy pigmentado.
- Relación sólido/líquido 1:20.
- Temperatura 60 °C con agitación mínima.
- Tiempo 1 hr.

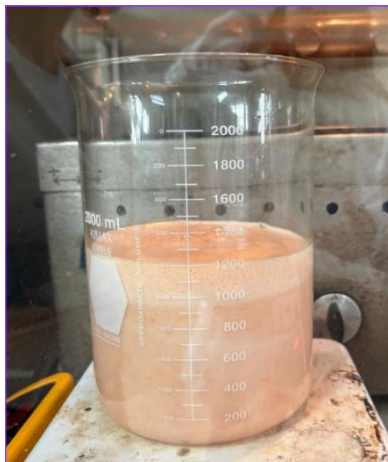


Figura 6. Blanqueado con peróxido de hidrógeno al 30% en agitación.

4. Desproteínización

- Reactivo: NaOH 2 M. - Relación sólido/líquido: 1:10.
- Temperatura: 80° C.
- Tiempo: 3 h con agitación moderada.
- Posterior lavado.

Incluir secado antes de proceder a la desproteínización a 40° - 50° C apróx 1 hr o hasta que quede completamente seco.

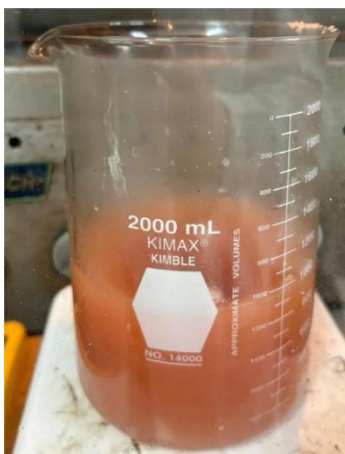


Figura 7. Remoción de proteínas con NaOH, 1:10 a 2M, 80°C y agitación 2 hrs.



Figura 8. Secado en el horno a 40°-50° aproximadamente por una hora

5. Desacetilación (obtención de quitosano)

- Reactivo: NaOH 40% (alta alcalinidad).
- Relación sólido/líquido: 1:10.
- Temperatura: 80 °C. Tiempo: 1 h en el Ultrasonido



Figura 9. Conversión de quitina en quitosano con NaOH 40%, 1:10 70°C 1 hora.

6. Disolución y ajuste final

- Disolver quitosano al 1–2 % en ácido acético 1 % v/v.
- Filtrar, precipitar (pH ~ 9–10), lavar y secar a 50–60 °C.

7. Caracterización del quitosano

Caracterizaciones finales:

- Grado de desacetilación (GD): $\geq 85\text{--}90\%$ → buena biofuncionalidad y carga amina.
- Endotoxinas: $< 0.5\text{ EU/mL}$ (LAL test).
- Color (L^*): > 80 (blancura alta).
- pH (solución 1 %): 6.5–7.5.
- Solubilidad: total en ácido acético 1 %.
- Esterilidad / biocarga: conforme a ISO 11737-1.



Figura 10. Comprobación de ph

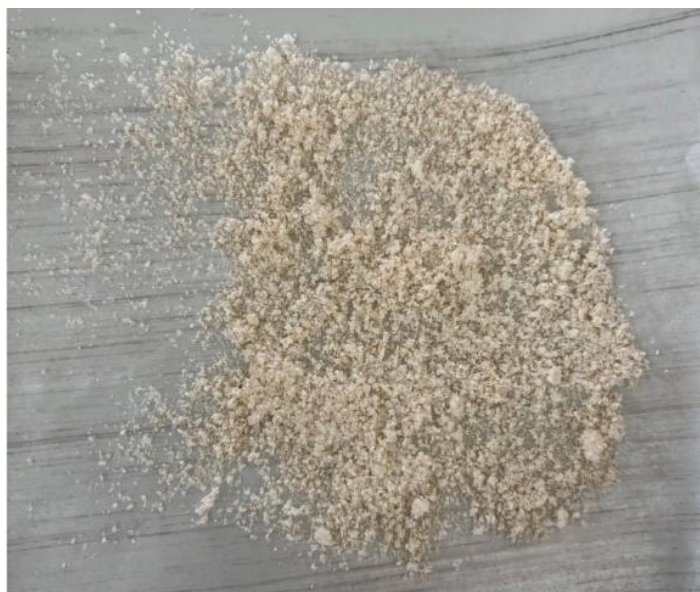


Figura 11. Estabilización de pH en 7, filtrado y secado en horno.

Pruebas

Lote	Caracterización	Resultado
Lote 1	PH	7.36
Lote 1	RENDIMIENTO	3.02%
Lote 2	PH	7.32
Lote 2	RENDIMIENTO	12.95%
Lote 3	PH	7.32
Lote 3	RENDIMIENTO	28.58%

Cumplimiento de objetivos

Objetivos	Resultados
Obtener quitosano mediante procesos de desmineralización, desproteínización, decoloración y desacetilación, aplicando el método convencional o con tratamientos asistidos por ultrasonido a diferentes temperaturas.	100%
Caracterizar el quitosano obtenido bajo diferentes condiciones a partir del rendimiento obtenido en un intervalo estimado de entre 15% y 25%, el grado de desacetilación mediante titulación ácido-base y la fracción soluble, con el fin de evaluar la influencia del procesamiento en sus propiedades.	100%
Elaborar películas por medio de casting con potencial a la regeneración de tejidos utilizando el quitosano extraído.	50%

En proceso de culminación se encuentran nuestras pruebas con los respectivos lotes del proyecto, mediante el método de solvent casting, se están realizando películas, al igual que la titulación.

