

OBTENCIÓN DE QUITOSANO

Ayelén A. Barra¹, Aníbal S. Romero¹ y Dr. Juan B. Beltramino². 2012. Enviado por los autores.

1.-alumnos de la Escuela Agropecuaria Provincial N° 1 de Gobernador Gregores, Pcia. de Santa Cruz, Argentina.

2.-Docente.

beltra_154@yahoo.com.ar - biblioagro@yahoo.com.ar

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Producción acuícola](#)

RESUMEN

La realización del presente proyecto tuvo como objetivo principal recuperar y transformar los restos de crustáceos que son depositados y acumulados en las costas patagónicas con el fin de transformar el componente principal de los mismos, la quitina, en un producto de aplicación de alto valor agregado, el quitosano.

La quitina forma parte de la estructura de soporte de numerosos organismos vivos, tales como artrópodos (crustáceos e insectos), moluscos y hongos. La obtención de quitosano a partir de quitina se realiza por desacetilación de la misma. Las características de este producto así obtenido permiten su utilización en varios campos de acción, como lo son, la agricultura, la industria y la medicina.

La fuente y el método de obtención determinan la composición del quitosano, por este motivo, el grado de desacetilación es el principal parámetro de obligado conocimiento para la caracterización de este polímero. En este ensayo se trabaja con una técnica convencional sobre residuos sólidos de langostinos (*Pleoticus muelleri*). Los resultados del ensayo son alentadores ya que se obtuvo un quitosano con características compatibles para el uso industrial en el tratamiento de aguas residuales, y a un bajo costo.

INTRODUCCIÓN

Entre las moléculas poliméricas más abundantes en la naturaleza se halla la quitina, que es un componente de los exoesqueletos de invertebrados y las paredes celulares de algunos hongos y algas. La quitina se produce por biosíntesis en los organismos ante indicados y presenta una tasa de reposición tan alta en la biosfera que, se estima, duplica a la de la celulosa.

Los desechos de crustáceos producidos por la industria pesquera son la materia prima para la industrialización de la quitina. El procedimiento para obtenerla consiste en aislarla de proteínas, minerales, generalmente cálcicos y pigmentos. Las etapas de este procedimiento se denominan procesos de desproteínización y desmineralización.

El quitosano, principal derivado de la quitina, se obtiene industrialmente mediante un tratamiento de desacetilación. Dependiendo de las condiciones de reacción, se obtiene quitosanos de diferente peso molecular y grado de desacetilación. Estas variables los hacen útiles para diversas aplicaciones.

El quitosano obtenido en el presente ensayo tiene características compatibles con el uso como agente floculante en el tratamiento de efluentes industriales, para retener metales en agua residuales.

Las costas de la República Argentina son una de las principales fuentes de crustáceos de excelente calidad en el mundo. La industrialización y comercialización de langostinos y camarones es una importante fuente de recursos para nuestro país pero, a su vez, crea un enorme problema medio ambiental: los caparzones de los crustáceos, desechados por las fábricas tras la extracción de la parte comestible, se acumulan en enormes basurales que constituyen un serio residuo contaminante, representando un negativo impacto ambiental.

Las investigaciones realizadas demuestran que estos residuos albergan un polímero natural denominado quitina, sustancia que tiene aproximadamente 200 usos en la industria medicinal, farmacéutica, alimenticia, agrícola, tratamiento de efluentes, entre otras.

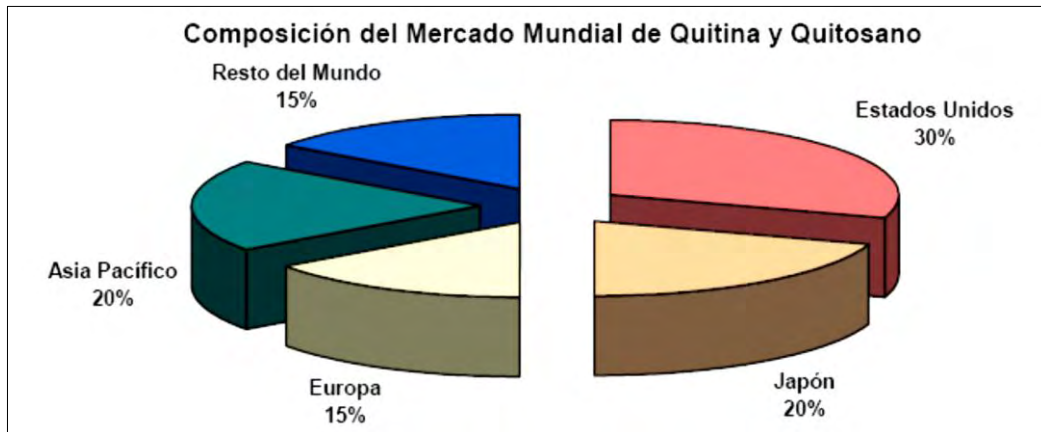
El aprovechamiento de estos desechos constituye una oportunidad de desarrollo industrial, y a la vez, una solución inteligente para el problema ambiental que los mismos generan.

Los resultados obtenidos demuestran que el proyecto proporciona una alternativa concreta, medioambientalmente sostenible y económicamente productiva. Estos se verán reflejados en la generación de divisas, sustitución de importaciones, la generación de empleo y principalmente en la solución de un problema medioambiental mediante el procesamiento de los residuos pesqueros para la obtención de un producto de alto valor agregado.

MERCADO MUNDIAL DE QUITINA, QUITOSANO Y SUS DERIVADOS

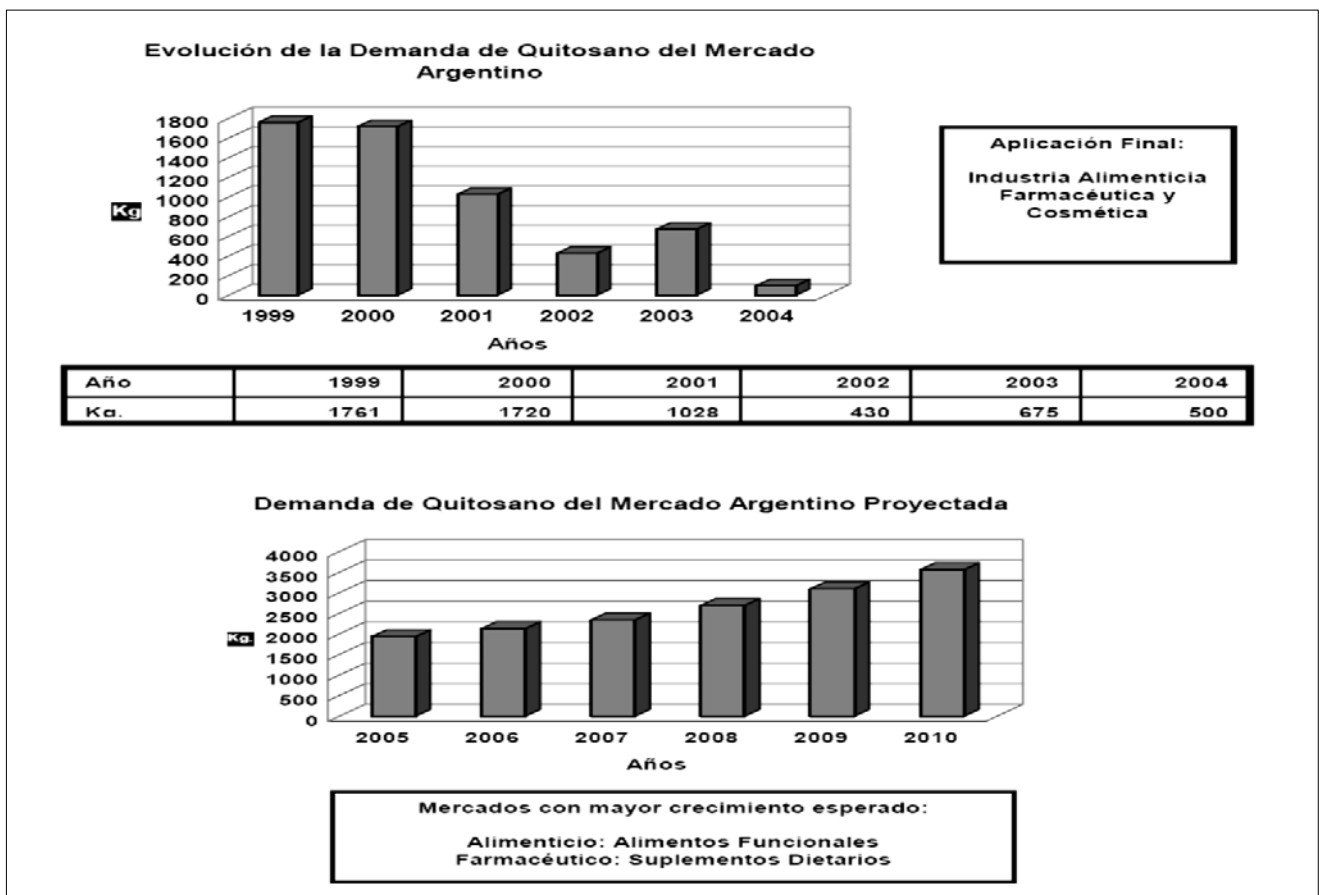
Durante la última década, la producción mundial anual de quitina y quitosano purificados se estimó en alrededor de 1.600 toneladas. Estados Unidos y Japón son los principales productores. En menor escala, destacan

India, Italia y Polonia. En la actualidad, aunque no existen datos confiables, la producción se aproxima a las 70 mil toneladas. Esta cantidad es insuficiente para atender la creciente demanda mundial de quitosano como agente quelante y floculante para el tratamiento de aguas residuales, y el derivado de sus usos como ingrediente en formulaciones de cosméticos y como suplemento alimenticio. Resulta evidente que la mayor parte de las empresas esperan ver un crecimiento explosivo en sus ventas una vez que las aplicaciones específicas de la quitina y el quitosano sean incorporados a las legislaciones nacionales y, en particular, una vez que se reconozca su inocuidad y extraordinaria funcionalidad y versatilidad en la industria del cuidado de la salud.



ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE QUITOSANO EN EL MERCADO ARGENTINO

La demanda de quitosano en el mercado Argentino es aun pequeña dado que se trata de un producto innovador que se encuentra en la etapa de introducción al mercado, pero como se observará a continuación estamos en presencia de un mercado cautivo con perspectivas de crecimiento muy promisorias.



Para adquirir quitosano en el mercado minorista de argentina se deben abonar valores de \$ 6 o más por gramo y al intentar realizar importaciones los oferentes más accesibles son productores de China, España y Ecuador con valores de \$ 1 (un peso) FOB por gramo pero con adquisiciones mínimas de una tonelada.

PRODUCTOS DERIVADOS DE LA QUITINA

En la actualidad, el mercado para productos del quitosano recae principalmente, entre otros, en nutraceuticos, protectores de alimentos en general, formulaciones para cosméticos, aplicaciones medicas, usos en la agricultura, piensos, floculación, textiles, pulpa y papel. Las proporciones de participación en el mercado son las siguientes:

- ◆ Nutraceuticos, 50 %
- ◆ Aplicaciones como agente floculante, 17 %
- ◆ Usos en alimentos, 10 %
- ◆ Usos en cosméticos, 5 %
- ◆ Agricultura 5 %
- ◆ El restante 13 % en textiles, pulpa y papel, piensos y artículos médicos.

Dentro de las aplicaciones en nutraceuticos, destacan, por su importancia, los productos derivados como la glucosamina, suplemento dietario considerado útil por su capacidad de reducir el dolor de articulaciones en, principalmente, pacientes con artritis. Las cifras disponibles indican que una porción elevada del mercado continua dominada por el uso del quitosano como suplemento alimenticio y como agente floculante. Sin embargo en los últimos años la utilización está más orientada hacia aplicaciones de alto valor agregado en la agricultura, la bio-medicina y el cuidado de la salud.

Un factor de gran relevancia, y que ha sido reconocido cada vez con mayor claridad por los distintos grupos de investigación científica, es que los usos de la quitina y su transformación en quitosano son amplísimos, y esto echo continuara generando cada vez mas investigación, mayor especialización y un gran dinamismo en el desarrollo de productos con nichos de mercado muy especifico y de alto valor agregado.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

La estructura de la quitina presenta similitud con la de la celulosa, la diferencia entre ellas se encuentra en que el carbono 2 contiene un grupo hidroxilo en la celulosa y un grupo acetamida en la quitina. Ambos biopolímeros cumplen roles semejantes: actúan como materiales de soporte y defensa de los organismos que los contienen.

La quitina poli [β (1-4)-2-acetamida-2-desoxi-D-glucopiranososa], es el componente orgánico más abundante en la estructura esquelética de muchas de las clases que conforman el grupo de los invertebrados, como, por ejemplo, los artrópodos, los anélidos, los moluscos y los celentéreos. La quitina se encuentra, además, presente en algunos hongos y en algas. Es la segunda sustancia orgánica más abundante después de la celulosa, aunque posee una mayor tasa de recambio que la última.

Por ser un producto natural, no podemos esperar una composición única. Debe entenderse por esto que las diferentes moléculas del polímero presentan variabilidad entre ellas. La variabilidad abarca su longitud, el porcentaje de grupos amino-acetilos y la posición de estos a lo largo de la cadena.

Los nombres quitina y quitosano son ampliamente usados en la literatura, pero ninguno de ellos representa una estructura química única. Podemos definir como quitina nativa al polímero contenido en los exoesqueletos de los crustáceos insectos y paredes celulares de ciertos hongos; el termino quitina se refiere al biopolímero aislado de su matriz original. Este biopolímero se caracteriza más específicamente al evaluar la fracción acetilada la que se coloca entre corchetes adjunta la palabra quitina. Así, el homopolímero puro corresponde a quitina [1.0] y el que tiene 80% de fracción acetilada será quitina [0.80].

DASACETILACIÓN DE QUITINA: EL QUITOSANO

Cuando la quitina se somete a la acción de un medio alcalino muy concentrado, y a temperaturas superiores a 60°, se produce la reacción de desacetilación. Esta reacción consiste en la pérdida del resto acetilo del grupo amido del carbono 2, denominándose quitosano y presenta propiedades significativas diferentes a la quitina de partida. El quitosano constituye el derivado más importante de la quitina.

El quitosano, poli [β (1-4)-2-amido-2-desoxi-D-glucopiranososa], existe en baja concentración en la quitina nativa y se produce con diferentes grados de desacetilación mediante la reacción antes mencionada. También están presentes en forma natural en algunos hongos, pero siempre en menor proporción que la quitina.

Al igual que la quitina, el quitosano no se presenta como una molécula única. Muestra variabilidad no solamente en el tamaño de las cadenas, sino, también, en el grado de acetilación de las mismas. Esta variabilidad nos obliga a usar, para estos biopolímero, valores de peso molecular y grado de acetilación promedios.

En cuanto se realiza la reacción de desacetilación, la cantidad de grupos amido disminuye y aumenta la cantidad de grupos amino. La determinación cuantitativa de estos permite reconocer su proporción en la muestra. Considerando que la suma de estos dos grupos es 100%, se ha convenido utilizar el término grado de acetilación (GA) para expresar la fracción acetilada. Generalmente, las quitinas presentan grados de acetilación superior 40%-

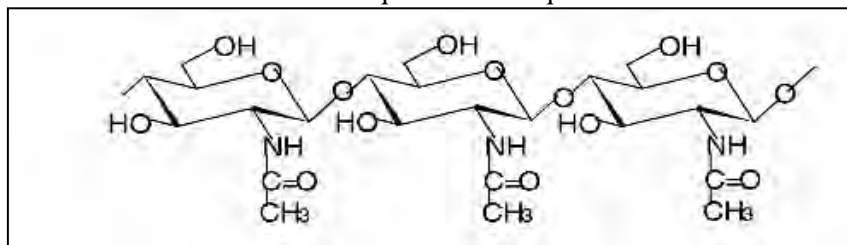
expresado en su forma decimal: 0.40. El grado de desacetilación (GD) identifica la relación relativa de grupos amino en el polímero. Las quitinas tendrán GD inferiores al 60%.

Cuando el polímero contiene menos del 40% de grupos acetilos, se refiere a un quitosano que se puede expresar como quitosano con GD de 60%.

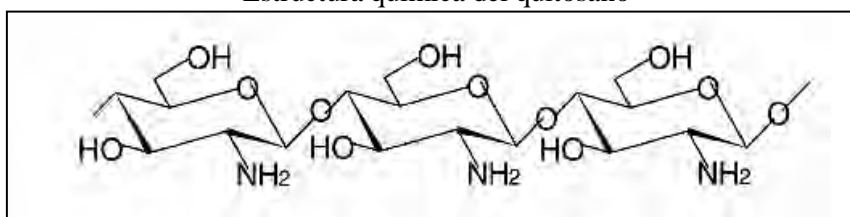
Los quitosanos presentan niveles de GD superiores al 60%. Se diferencian fundamentalmente de la quitina por ser solubles en soluciones de ácidos diluidos.

El quitosano es el único polisacárido catiónico natural; ello le confiere características especiales que lo hacen útil en numerosas aplicaciones.

Estructura química de la quitina



Estructura química del quitosano



Algunas de las propiedades funcionales del quitosano son: biodegradabilidad, biocompatibilidad, mucoadhesión, capacidad filmogénica, hemostático, promotor de absorción, actividad antimicrobiana, antiolesterolémica y antioxidante. Estas propiedades funcionales han promovido su utilización en varios campos distintos como son agricultura, industria y medicina. En agricultura, el quitosano se ha descrito como antiviral en plantas y como aditivo en fertilizantes. Así mismo se ha investigado como agente quelante de metales en agricultura e industria. También ha sido utilizado en la industria papelera, en la textil y en el tratamiento de aguas residuales. En la industria alimentaria se puede utilizar como ingrediente funcional y como fibra alimentaria. Además, tiene la capacidad de unirse a grasas, por lo que se utiliza como agente hipocolesterolémico en productos dietéticos. La habilidad del quitosano de fijar metales pesados presentes en aguas residuales se debe principalmente a que este compuesto presenta una gran cantidad de grupos amino ($-NH_2$) que pueden servir como sitios de coordinación para los metales pesados. Entre los posibles mecanismos propuestos para la adsorción en materiales basados en quitosano se encuentran principalmente el intercambio iónico, la atracción hidrofóbica y la adsorción física, los cuales pueden actuar simultáneamente.

Si bien las técnicas a aplicar para la obtención de quitina y quitosano son contaminantes, debido a que se utilizan soluciones de hidróxido de sodio y de ácido clorhídrico que generan residuos corrosivos, un manejo adecuado y responsable de las mismas permiten una explotación económica del residuo, ya que se le aporta valor agregado y además se disminuye el riesgo de la contaminación del medio ambiente.

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 dos grupos:

- ◆ Residuos líquidos de la etapa de desproteínización: está compuesto principalmente por una importante carga orgánica constituida por proteínas; así como, restos de hidróxido de sodio. El pH de estos residuos líquidos es de aproximadamente 13.85.
- ◆ Residuos líquidos de la etapa de Desmineralización: está compuesto por minerales de calcio y magnesio disueltos, y restos de ácido clorhídrico. El pH de estos efluentes es de aproximadamente de 1.04.

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.

Un subproducto valioso que se puede recuperar de los residuos líquidos del proceso de desproteínización son las proteínas, que pueden ser utilizadas como suplemento en comida animal de pollos y pescado.

OBJETIVO

Recuperar la quitina de los subproductos de la industrialización de los crustáceos en nuestras costas patagónicas, para ser transformada en quitosano.

ENSAYO

Se realizó durante el período comprendido entre marzo y Agosto de 2012.

MATERIALES Y MÉTODO

MATERIALES

Materia Prima:

- ◆ Cáscara de langostino *Pleoticus muelleri*, capturado en el Mar Argentino (Pto. Deseado) provisto por la empresa pesquera Empesur.

Elementos de Laboratorio

◆ Balanza analítica.	◆ Termómetros.
◆ Vasos precipitado 500 ml.	◆ Balones.
◆ Agitador magnético	◆ Filtros de papel y metálicos.
◆ Tubos de ensayo 100 ml.	◆ Piseta.
◆ Tamices.	◆ Pipetas.
◆ Espátula.	◆ Estufa de cultivo
◆ Varillas de vidrio	

Reactivos

- ◆ Solución de NaOH 0,8 N, y 13 N.
- ◆ Solución de HCL 1,3 N.

METODOLOGÍA

A) BÚSQUEDA DE MATERIAL INFORMATIVO

Para ello se contactó con un grupo de investigadores de la provincia de Córdoba encabezados por la doctora Miriam Estrumia quien nos derivó en otro grupo que trabaja en Comodoro Rivadavia encabezados por el Dr. Eduardo Sánchez y la Ing. Adelaida Ávila. También un grupo de investigadores de Bahía Blanca nucleados en un programa denominado Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología encabezados por el Dr. Dante Agullo.

Desde la UNPA San Julián se contactó y asesoró la Dra. Alicia Zar.

Desde Perú el Dr. José Luis Bauer de Laboratorios de Investigación y Desarrollo (LID) Universidad Peruana Cayetano Heredia nos orientó sobre la obtención de quitosano a partir de moluscos.

Desde Ecuador tuvimos la orientación de Luis A. Hidalgo de Indufrija, una empresa comercial ecuatoriana productora de quitosano.

Desde Cuba se tuvo algunas orientaciones desde la Facultad de Veterinarias de la Universidad de Camagüey en la persona del Ing. Mario Fleytas Díaz.

B) RELEVAMIENTO DE LAS ZONAS PATAGÓNICAS

Se buscó material sobre estadísticas pesqueras de la provincia de Santa Cruz y la Costa marítima Argentina orientados por Pedro de Carli de la Sub Secretaría de Pesca de la Provincia de Santa Cruz.

Especie	B. Blanca	M. del Plata	Neco-cochea	Cdro. Rivadavia	Madryn	Rawson	S. A. E.	S. A. O.	Deseado	C. Paula	Otros	Total
Camarón	148,4	5,3				0,1					63,5	217,4
Cangrejo		69,7	0,6					67,4				137,7
Centolla				580,6	235,1				1.365,0	926,3	3,6	3.110,6
Centollón		0,2										0,2
Langostino	36	1.291		3.712	20.652	19.294			27.347	9.840	720	82.895
Subtotal	185,1	1.366,5	0,6	4.293,5	20.887,1	19.294,6		67,4	28.712,7	10.766,5	787,2	86.361,3

C) EXTRACCIÓN DE QUITINA A PARTIR DE CAPARAZONES DE CRUSTÁCEOS Y TRANSFORMACIÓN A QUITOSANO

El proceso inicial es la extracción de minerales y luego, la proteína aunque esta secuencia puede invertirse en algunos casos.

Se comienza el proceso actuando siempre sobre muestras de 10 gr para manejar volúmenes pequeños de reactivos en el laboratorio escolar.

1-AISLAMIENTO DE LA QUITINA

A-Recepción de la materia prima: se partió de residuos de langostinos congelados, provistos por la pesquera Empesur de Puerto San Deseado. Se pesan y lavan con agua potable y se separaron las colas y restos de pulpa de las cáscaras y se separan de otros residuos orgánicos e impurezas que contiene el exoesqueleto. Se secan y se trituran en morteros con el pilón hasta obtener un polvo rosado que se tamiza con un tamiz de 20 - 30 unidades mesh.



Las cáscaras de langostinos son trituradas hasta polvo de granulometría fina.

B-Desmineralización: El contenido mineral de los residuos de los crustáceos oscila entre 30% y 55%, y está constituido, principalmente, por carbonato de calcio y en menor proporción (10%), por fosfato de calcio. La remoción del carbonato de calcio se realiza por tratamiento ácido. Para ello, se utilizó ácido clorhídrico (HCl) a una concentración de 1,3 N, a temperatura ambiente (25°C) durante una hora.

Proceso	Solución acuosa		T (°C)	t (min)	
	[N]	ml			
Desmineralización	HCl	1.3	60	25	60

Al concluir la operación se produce el lavado de la quitina con abundante agua destilada hasta pH neutro. Se filtra con papel de filtro y se obtiene el sólido seco para la próxima etapa.



Desmineralización con ácido clorhídrico 1,3 N y agitación.

C-Desproteización: En el proceso químico para separar la proteína presente en el material biológico, los exoesqueletos de crustáceos son tratados usualmente con soluciones de NaOH 0,8 N a 80°C durante un periodo de 4 horas.

Proceso	Solución acuosa		T (°C)	t (min)	
	[N]	ml			
Desproteización	NaOH	0.8	30	80	240

Al concluir la etapa se lava nuevamente la quitina con abundante agua destilada hasta pH neutro, se filtra con papel de filtro y se obtiene el sólido seco para la próxima etapa.

A esta etapa debería seguirle una decoloración con agentes decolorantes del tipo del agua oxigenada al 0,5 – 3 % pero como el pigmento es escaso y no afecta el producto final, en este caso este paso se omitió.



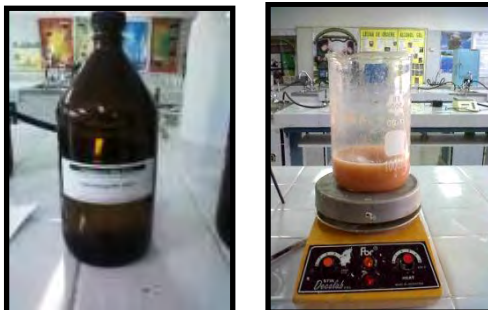
Desproteización con hidróxido de sodio 0,8 N y agitación.

2- OBTENCIÓN DEL QUITOSANO

La principal reacción de derivatización de la quitina es la hidrólisis de los grupos acetamida para generar el polímero desacetilado, quitosano aunque las amidas, en principio, pueden hidrolizarse bajo condiciones ácidas o alcalinas, se excluye el uso de hidrólisis ácida debido a la susceptibilidad a la misma de los enlaces glicosídicos de la quitina.

Esta reacción se conduce bajo condiciones alcalinas muy severas, con hidróxido de sodio 13 N y una temperatura de 100°C durante 15 horas.

Proceso	Solución acuosa		T (°C)	t (min)	
	[N]	ml			
Desacetilación	NaOH	13	60	100	900



Con hidróxido de sodio 13 N y agitación.

Una prueba rápida para saber si el producto obtenido es quitosano es ver la cantidad que se solubiliza en ácido acético al 5%, si solo queda retenido luego del filtrado del mismo una proporción menor al 20% estamos en presencia de un buen producto.



Disolución del quitosano en ácido acético a fin de evaluar la calidad.

CARACTERIZACIÓN DEL QUITOSANO REALIZADAS EN EL CEPROCOR

1- Porcentaje de residuos sólidos: 15%

2- Porcentaje de humedad: 9%

3- Determinación del grado de desacetilación (DA%):

Valores de DA% promedio obtenidos por FTIR: 65%

La caracterización total la realizó el Dr. Dante Beltramo del CEPROCOR de la ciudad de Córdoba.

RENDIMIENTO

El rendimiento de quitosano fue calculado en porcentaje en peso, como gramos de quitina obtenidos a partir de 10 gramos de cáscaras secas,

- ◆ Muestras de Langostinos secas: 10 gr.
- ◆ Producto Final, quitosano: 2 gr.
- ◆ Rendimiento aproximado: 20 %

Para producir 2 gramos se utilizaron 60 ml de ácido clorhídrico 1,3 N, 90 ml de hidróxido de sodio 0,8N y 60 ml hidróxido de sodio 13N.

Es decir que con 1 litro de ácido clorhídrico y 1,8 litros de hidróxido de sodio se puede aislar 40 gr de quitosano por lo menos.

Si el costo de los reactivos es de \$ 40 por litro,

Con \$ 120 se producen 40 gr de quitosano.

Costo del Quitosano \$3 por gramo

En el mercado se consiguen envases con 12 gramos de quitosano a \$65 más gastos de envío que rondan los \$ 50 o \$ 60 o envases de 31 gramos a \$ 120 más gastos.

O sea \$ 10 por gramo, si se adquieren más envases se logra prorratear el gasto del flete pero no se logra bajar el costo final más allá de \$ 6.

En el Mercado internacional los costos son de 10 a 15 dólares por kilo puesto en España, Ecuador o China con un flete y gastos de aduana de \$ 800 aproximadamente y compras mínimas de una tonelada. Se intentó hacer una compra a modo experimental con serias dificultades en especial en el momento del pago y envío desde el país de origen. Es casi imposible enviar dinero al exterior y luego queda en inconveniente que el producto queda retenido en aduana por un largo tiempo. Si se produce en escala industrial aquí en el país, los reactivos toman otros valores ya que por ejemplo el hidróxido de sodio se puede preparar.

RESULTADOS

Resumiendo los resultados enviados por el Ceproc y algunas determinaciones propias se obtuvieron los siguientes resultados:

Muestra	% Humedad
Quitosano muestra (langostinos) obtenido en el Lab. Esc. Agrop.	9
Quitosano Comercial	7

Muestra	% Sales inorgánicas
Quitosano muestra (langostinos) obtenido en el Lab. Esc. Agrop.	1,5
Quitosano Comercial	1,3

Muestra	GD
Quitosano muestra (langostinos) obtenido en el Lab. Esc. Agrop.	65
Quitosano Comercial	85

Muestra	Costos
Quitosano obtenido en el Lab. Esc. Agrop.	\$3/gr.
Quitosano Comercial	\$6 – 10/gr.

DISCUSIÓN

La calidad de la materia prima es muy importante en la obtención del quitosano, ya que influyen marcadamente en sus propiedades, en este ensayo se usó langostino.

En cuanto a la caracterización del quitosano se determinó el grado de desacetilación del quitosano obtenido, por medio de espectroscopia infrarroja, Como se puede observar en los resultados se logró un quitosano con un grado de desacetilación aceptable para un tipo de ensayo experimental y en condiciones del laboratorio escolar. Se considera que el valor óptimo de desacetilación para el quitosano debe ser mayor a 60%. Los resultados que se muestran indican que el tratamiento para desacetilar la quitina fue adecuado. Al compararlo con la muestra sigma o comercial se aprecia una diferencia digna de destacar en cuanto al grado de desacetilación pero de todas formas el quitosano obtenido puede tener usos en el tratamiento de aguas con contaminación biológica o química. Los valores de humedad y cenizas no ofrecen mayores comentarios.

En cuanto a los costos de producción son muy alentadores para producirlo en escala pequeña o mediana y aplicar el producto en cualquiera de los usos mencionados.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones experimentales usadas en el trabajo, se logró obtener quitosano a partir de exoesqueletos de langostinos mediante la desmineralización, desproteinización y la desacetilación termoalcalina. El porcentaje de desacetilación del quitosano obtenido es de 65 %, sales inorgánicas 1,5. Los resultados demuestran que la pureza de nuestro quitosano es aceptable.

BIBLIOGRAFÍA

- Abram Pastor de, A. 2004. Quitina y Quitosano: obtención, caracterización y aplicaciones. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. 312 p.
- Alegría, M. P. et. al. 1999. Química II dinámica de las transformaciones, introducción de la química biológica, ambiental e industrial. Buenos Aires: Santillana. Pág. 151.
- Badui Jergal, S. et. al. 2012. Química de los alimentos. 4ª. ed. México: Pearson Educación. 736 p.
- Blanco, A. y Blanco, G. 2012. Química biológica. 9ª. ed. Buenos Aires: El Ateneo. 728 p
- Curtis, H. y Barnes, N: S. 1997. Invitación a la biología. 5a ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. Pág. 55.
- Curtis, H. y Barnes, N: S. 2001. Biología. 6ª. ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. Págs. 78 y 796.
- Vattuone, Lucy F. de, 1998. Biología: la diversidad de formas y unidad de patrones en los seres vivos. 2º Edición Buenos Aires. Editorial El Ateneo. Págs. 269-272.
- Villee, C. et. al. 1987. Biología. México: Interamericana. Págs. 51 y 53.

VÍNCULOS WEB

Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica.

www.bioline.org.br/abstract?id=cg08002&lang=es

Diseño y montaje de una planta piloto para la extracción de Quitina y proteínas:

www.ghanacrushers.com/busqueda/disen-y-montaje-de-una-planta-para-la-extraccion-de-quitina-y-proteinas.html

Estudio de quitosanos cubanos derivados de la quitina de langosta:

<http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE09/hidalgo.pdf>

Nuevo método para la obtención de quitina:

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3062498>

Obtención de quitosanos a partir de desechos de la industria camaronera y su aplicación en la remoción de mercurio y cianuro de aguas contaminadas:

<http://www.190.27.248.91/redunicar/encuentros/5encuentro/.../034.p...>

Obtención y Utilización de Quitina y Quitosano a partir de desechos de crustáceos:

<http://www.ceiso.com.ar/documentos/caprilequitina.pdf>

Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón:

http://smcsyv.fis.cinvestav.mx/supyvac/22_3/SV2235709.pdf

Pesca marítima - Desembarques

<http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/index.php>

Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro:

<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/18309/2/divulg-1-2-2006.pdf>

Recuperación, aprovechamiento y transformación química de Quitina/Quitosán extraído de los restos de crustáceos de las costas patagónicas:

<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PCCGDBM/File/CierreSPC/AB66.pdf>

[Volver a: Producción acuícola](#)