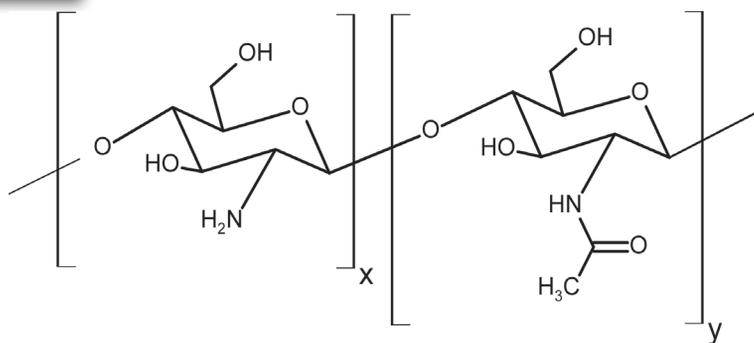


## LA MOLÉCULA DESTACADA

# La Quitosana



La quitina es un biopolímero muy abundante presente en el caparazón de crustáceos, insectos y en la pluma del calamar y la pota, entre otras fuentes. La desacetilación de la quitina forma la quitosana, un polisacárido más versátil por su solubilidad y mayor reactividad química. La quitosana es utilizada en aplicaciones médicas, farmacéuticas, cosméticas, tratamiento de aguas, agricultura e industria alimentaria.

Javier Nakamatsu Kuniyoshi \*

La quitosana es un polisacárido derivado de la quitina. Así como la celulosa es una cadena formada por unidades de glucosa, la quitina también es un polisacárido cuya unidad es la N-acetilglucosamina (ver figura 1). La quitina es muy abundante en la naturaleza y forma parte de la pared celular de ciertos hongos y levaduras. La quitina es el componente más importante en los exoesqueletos de los artrópodos (crustáceos e insectos) y en la rádula de los moluscos (parte de la boca que les permite raspar los alimentos), así como del pico de cefalópodos como pulpos y calamares. La quitina también es el principal constituyente de la pluma del calamar y la pota. Sin embargo, y pese a su amplia distribución y disponibilidad en la naturaleza, la quitina está subexplotada. Actualmente, sólo se extrae de manera comercial a partir de los caparazones de crustáceos, principalmente de cangrejos, langostas, krill y langostinos. Es una fuente renovable importante con mucho potencial debido a las diversas propiedades que se mencionan más adelante.

## Revalorizando los caparazones de los crustáceos: extracción de la quitina

En su estado natural, la quitina está asociada a las proteínas, minerales (especialmente carbonato de calcio) y grasas (donde también pueden estar presentes pigmentos). Para extraerla y purificarla son necesarios procesos de desproteínización y de desmineralización (Figura 2). En algunos casos se realiza también un blanqueamiento del producto final. El primer proceso se realiza con una solución alcalina que des-

\* Javier Nakamatsu es profesor principal de Química del Departamento de Ciencias de la PUCP. Es doctor en Química y ha publicado diversos artículos científicos en el área de la química de polímeros. (e-mail: javier.nakamatsu@pucp.pe).

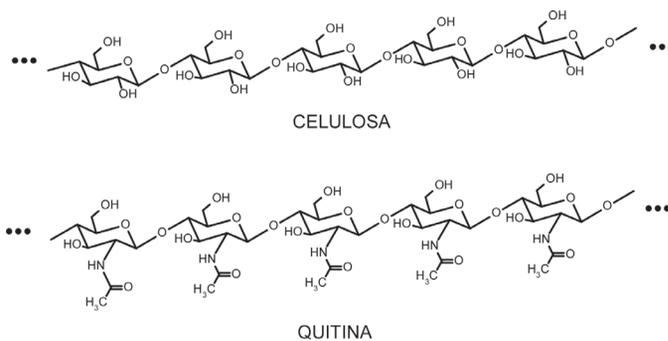


Figura 1. Estructuras químicas de los polisacáridos celulosa y quitina.



Desproteínización  
(NaOH 1-10%)

Desmineralización  
(HCl 5-20%)

QUITINA

Desacetilación  
(NaOH 30 - 50%)

QUITOSANA

Figura 2. Proceso para la obtención de la quitina y su conversión a quitosana. (Imagen de crustáceos: [www.openclipart.org](http://www.openclipart.org))

naturaliza las proteínas y, a la vez, retira las grasas por saponificación. Para ello se utiliza generalmente una solución acuosa de hidróxido de sodio de mediana concentración (1–10% en peso). El segundo proceso, la desmineralización, consiste en un tratamiento en medio ácido (habitualmente ácido clorhídrico en soluciones acuosas entre 5 y 20% en peso) para descomponer los carbonatos presentes hasta dióxido de carbono. Se debe tener en cuenta que las condiciones ácidas pueden degradar las cadenas de quitina y dar lugar a una reducción importante de su peso molecular. El producto resultante de estos procesos es la quitina, un sólido blando y liviano que puede mostrar alguna coloración amarillenta o anaranjada dependiendo de la fuente biológica y de las condiciones del tratamiento. Esta coloración puede ser eliminada con el uso de peróxido de hidrógeno o de hipoclorito de sodio en bajas concentraciones.

La quitina como tal tiene aplicaciones muy limitadas debido a que tiene muy baja reactividad y es prácticamente insoluble lo que hace que su purificación y procesamiento sean difíciles. En cambio, la quitosana, que es el derivado desacetilado de la quitina, es soluble facilitando su procesamiento y convirtiéndola en un producto más fácil de manipular y con una gran variedad de aplicaciones. En general, se considera que la quitina posee más de la mitad de sus unidades acetiladas en el átomo de nitrógeno, mientras que en la quitosana, la mayoría de las unidades está desacetilada (véase la figura del encabezado).

### Desacetilación: de la quitina a la quitosana

El proceso de desacetilación requiere de condiciones muy drásticas, como concentraciones de hidróxido de sodio mayores al 30% en peso y altas temperaturas (figura 2). Aun en estas condiciones de reacción, la desacetilación no suele ser completa y lo más común es obtener quitosana con grados de desacetilación entre 70 y 90%. Cabe recalcar que tanto el peso molecular como el grado de desacetilación influyen tremendamente en las propiedades del producto, por lo que es muy importante su control y medición.

La quitosana con grados de desacetilación elevados se disuelve fácilmente (aunque lentamente) en soluciones acuosas ligeramente ácidas. El medio ácido protona los grupos amino libres del polisacárido formando un polielectrolito de carácter catiónico, facilitando su solubilidad en agua. Por lo general, se utilizan ácidos orgánicos como acético, fórmico, cítrico, tartárico y láctico, pero no ácidos muy fuertes, para evitar la degradación del polímero. El áci-

**El nombre de la quitosana proviene de la palabra griega χιτων ο χιτων, que significa concha o caparazón**



do acético al 1 ó 2% forma soluciones de quitosana que luego pueden ser precipitadas en medio alcalino (para formar perlas o fibras) o se pueden dejar evaporar para formar películas muy transparentes. Este biopolímero es insoluble en soluciones acuosas con pH superior a 6.5 y en la mayoría de solventes orgánicos convencionales. Según el tratamiento al que haya sido sometida, la quitosana puede tener pesos moleculares superiores al millón de daltons, lo cual da lugar a soluciones sumamente viscosas.

más.

### Usos y aplicaciones de la quitosana

Se ha demostrado que la quitosana es un polímero biodegradable, biocompatible, no tóxico ni alergénico y con actividad antimicrobiana. Estas propiedades, sumadas a su fácil disolución, facilita su procesamiento y la hace un biomaterial con innumerables aplicaciones, como se muestra en la figura 3 y se describe más adelante.

La quitosana en forma de polvo fino se utiliza como excipiente en formulaciones de medicamentos por vía oral. Debido a su facilidad de procesamiento en forma de microesferas y microcápsulas, se está estudiando su uso como matriz para liberación controlada de fármacos, también de administración oral. Además, las propiedades mucoadhesivas de la quitosana la hacen atractiva para ser administrada vía nasal y en vendajes oculares, así como en implantes quirúrgicos. La biocompatibilidad y biodegradabilidad de este polisacárido han fomentado su estudio en aplicaciones para regeneración de tejidos. Actualmente se comercializan productos basados en quitosana para recubrimien-

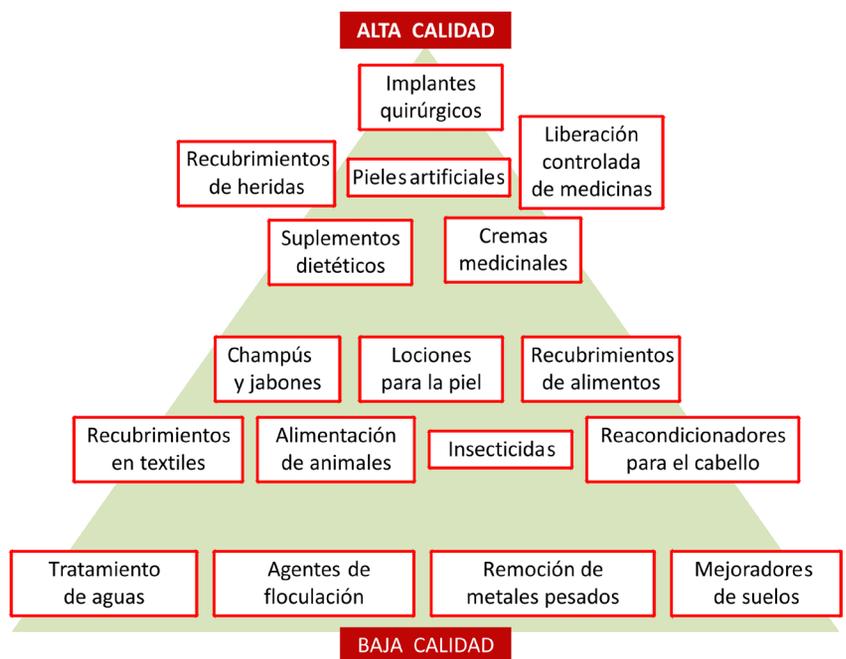


Figura 3. Algunas de las aplicaciones más importantes de la quitosana según su calidad (pureza, grado de desacetilación, peso molecular, etc.).

tos de heridas que pueden ser aplicados sobre úlceras dérmicas, heridas superficiales y quemaduras, entre otras.

Las propiedades antimicrobianas, antifúngicas, anticoagulantes e hidrofílicas de la quitosana son aprovechadas para su utilización en el tratamiento de fibras textiles naturales y sintéticas con fines médicos, preventivos e incluso deportivos. Además, las fibras así tratadas presentan una mejor absorción de colorantes y tintes.

La industria cosmética aprovecha el carácter catiónico de la quitosana en solución para el tratamiento del cabello y de la piel (cuyas superficies son aniónicas), y se puede encontrar en productos como jabones líquidos, champús, cremas para peinado, tónicos capilares, lociones, reacondicionadores de cabello, fijadores de permanente, cremas limpiadoras de cutis, etc.

En el campo de la alimentación y la agricultura, soluciones diluidas de quitosana son pulverizadas sobre frutas y verduras para formar un recubrimiento con propiedades antifúngicas que ayudan a su preservación. De igual manera, se utiliza estas soluciones para tratar semillas, prevenir infecciones microbianas y favorecer el desarrollo de las plantas. Se les utiliza conjuntamente con fertilizantes para reducir las poblaciones de microorganismos dañinos presentes en los suelos de cultivo y se afirma que fortalece el sistema radicular de las plantas.

El carácter catiónico de la quitosana en solución, así como la presencia de los grupos aminos libres, hacen que pueda formar complejos estables con iones metálicos y capturar aniones (simples, poliméricos o partículas cargadas). Esta propiedad sirve para la utilización de este biopolímero en el tratamiento de aguas, ya sea para clarificarlas por floculación de la materia suspendida o para capturar iones metálicos presentes, sobre todo metales pesados tóxicos como cromo, mercurio y plomo, entre otros.

Como se ha visto, la quitina y la quitosana son biomateriales abundantes con características muy interesantes. Sobre todo, la capacidad de la quitosana para convertirse en un polielectrolito catiónico en medio ácido, poco común entre los polisacáridos, hacen de ella un material único con muchas aplicaciones y otras tantas aún por desarrollar.

## Mitos y leyendas: ¿La quitosana atrapa grasa?

En la actualidad se comercializa una serie de suplementos dietéticos basados en quitosana. Los productores y comercializadores proclaman, aunque con poca base científica que los respalde, que se trata de una fibra natural milagrosa que logra capturar las grasas y aceites que ingerimos, hasta 10 veces su peso. Además, aseguran que así evita que la grasa pueda ser asimilada por nuestro organismo y, por lo tanto, evita su acumulación con lo cual no se produce un aumento del peso corporal.

Más aun, los productores de estos suplementos de quitosana aseveran que también reduce el colesterol sanguíneo, promueve la cura de úlceras y heridas en el sistema digestivo, controla la presión sanguínea, reduce los niveles de ácido úrico, entre otros beneficios. Sin embargo, aún no se ha demostrado fehacientemente que estas afirmaciones sean totalmente correctas o que el beneficio sea realmente significativo.<sup>1</sup> Si bien no se han reportado efectos adversos a la ingesta de quitosana y se le considera un producto inofensivo si no se ingiere en grandes cantidades (LD50 oral para ratones es 16 000 mg/kg), se cree que, por sus mismas cualidades, podría limitar la asimilación de ciertas vitaminas y nutrientes por nuestro organismo, sobre todo los de carácter lipofílico.

La Federal Trade Commission (FTC) de los EE.UU. ha enjuiciado y multado a varias empresas por proclamar bondades dietéticas de la quitosana sin fundamento científico sólido.<sup>2</sup>

### Fuentes citadas

1. Ni Mhurchu, C. y col. *Int. J. Obesity*, 2004, 28, 1149–1156. (📄)
2. FCT: “Marketers of “The Enforma System” Settle FTC Charges of Deceptive Advertising For Their Weight Loss Products” FTC File No. 992 3160. 26 de abril de 2000. (📄 acceso, marzo 2013).

### Bibliografía esencial

- Muzzarelli, R.A.A.; Peter, M.G., editores “Chitin Handbook”. Atec: Grottammare, 1997.
- Rinaudo, M.: “Chitin and chitosan: Properties and applications”. *Prog. Polym. Sci.* 2006, 31, 603-632. (📄)
- Ravi Kumar, M.N.V.: “A review of chitin and chitosan applications”. *React. Funct. Polym.*, 2000, 46, 1-27. (📄)

- Dash, M.; Chiellini, F.; Ottenbrite, R.M.; Chiellini, E.: “Chitosan: A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications”. *Prog. Polym. Sci.*, 2011, 36, 981-1014. (📄)
- Aranaz, I.; Mengibar, M.; Harris, R.; Paños, I.; Miralles, B.; Acosta, N.; Galed, G.; Heras, A.: “Functional characterization of chitin and chitosan”. *Curr. Chem. Biol.*, 2009, 3, 203-230. (📄)



### ¡Aprovecha todas las ventajas de la versión electrónica!

Descárgate los artículos de la revista y podrás disfrutar de las figuras a todo color y acceder a las fuentes originales de los artículos. Recuerda, cada vez que veas el símbolo 📄 tienes un link disponible.

