

QUITINA: COMPUESTO NATURAL Y PRÁCTICO

Poveda Arias, Jorge

Mealfood Europe S.L. Doctorados Industriales (MINECO) (DI-15-07460). Programa de Doctorado en Ingeniería de Biosistemas (RD 99/2011), Universidad de León, Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria, Avenida Portugal, 41, León, España, 2071.

jpovea00@estudiantes.unileon.es

PALABRAS CLAVE	RESUMEN:
Quitina	<p>RESUMEN: La quitina es un polisacárido de <i>N</i>-acetil glucosaminas que, cuando se somete a un proceso de desacetilación, pasa a denominarse como quitosano. Ambos compuestos presentan variadísimas aplicaciones en numerosos campos e industrias, gracias a características como su actividad antimicrobiana, su biodegradabilidad, su biocompatibilidad, su capacidad antioxidante, filmogénica, o emulsionante. Entre las áreas donde estos biomateriales pueden aplicarse y aportar grandes ventajas destacan la alimentación, la agricultura, la biomedicina, el tratamiento de aguas, la cosmética o la nanotecnología.</p>
Quitosano	
Antioxidante	
Antimicrobiano	
Policatiónico	

CHITIN: NATURAL AND PRACTICAL COMPOUND

KEYWORDS

Chitin

Chitosan

Antioxidant

Antimicrobial

Polycationic

ABSTRACT: Chitin is a *N*-acetyl-glucosamines polysaccharide which, when it is subjected to a deacetylation process is renamed chitosan. Both compounds have many applications in many areas and industries, thanks to characteristics such as its antimicrobial activity, its biodegradability, its biocompatibility, its antioxidant, filmogenic, or emulsifying capacity. Among the areas where these biomaterials can be applied and bring great advantage are included food, agriculture, biomedicine, water treatment, cosmetics or nanotechnology.

INTRODUCCIÓN

La quitina es un compuesto polisacárido resultado de la unión de cadenas de *N*-acetil glucosaminas para formar microfibrillas (Figura 1). Su nombre proviene del griego 'chiton' o coraza y podemos encontrarlo tanto en la pared celular de los hongos como formando parte del exoesqueleto de los artrópodos (insectos, crustáceos, arácnidos, etc), representando el segundo polisacárido más abundante en la naturaleza, tras la celulosa. Hoy en día, la producción industrial de este biomaterial se basa en el tratamiento de restos de crustáceos desechados por las manufacturas pesqueras, siendo posteriormente utilizado en gran cantidad de campos, gracias a su biocompatibilidad, biodegradabilidad, actividad antimicrobiana, filmogénica, emulsionante, capacidad absorbente, etc [1-5].

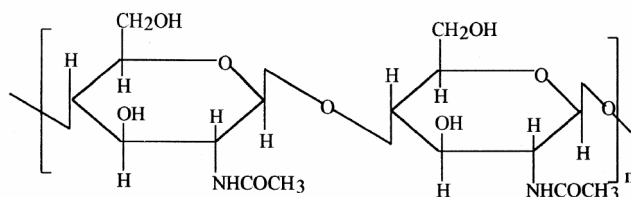


Figura 1 - Estructura química de la quitina [6].

Por otro lado, podemos ampliar las aplicaciones de la quitina simplemente sometiéndola a un proceso de desacetilación que nos dará como resultado la obtención de un compuesto denominado quitosano, al eliminar gran parte de sus grupos acetilo. Éste es un compuesto

policatiónico, siendo la única sustancia natural con esta propiedad, que quiere decir que interactúa con mucha facilidad con sustancias cargadas negativamente (proteínas, ácidos grasos, polisacáridos amónicos, etc.), todo ello debido al gran número de grupos amino libres presentes en su estructura [3-7].

Ambos compuestos presentan propiedades que los hacen suscitar un gran interés en numerosas industrias. A continuación se van a presentar de forma generalizada algunas de sus aplicaciones/ usos en diferentes campos:

DISCUSIÓN

Alimentación

Cada vez los consumidores exigimos más una disminución e incluso ausencia de biocidas químicos en nuestros alimentos, por lo que se hace necesario buscar materiales naturales antimicrobianos que sustituyan a los químicos y la quitina está recibiendo una considerable atención en los últimos años. Destacar que el carácter policatiónico del quitosano le proporciona una actividad antimicrobiana muy potente frente a bacterias, mohos y levaduras [2-3]. Este efecto es debido a que interactúa con las membranas celulares impidiendo su correcto funcionamiento, además de inhibir la actividad de varias enzimas y, si llega a unirse al material genético del microorganismo, impedir la síntesis de proteínas [1, 3, 5].

Como ejemplos de bacterias sobre las que se ha descrito la actividad antimicrobiana del quitosano tenemos a muchas causantes de problemas de seguridad alimentaria, como *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* o *Clostridium diploidiella* (Figura 2) [1-3, 8-9].

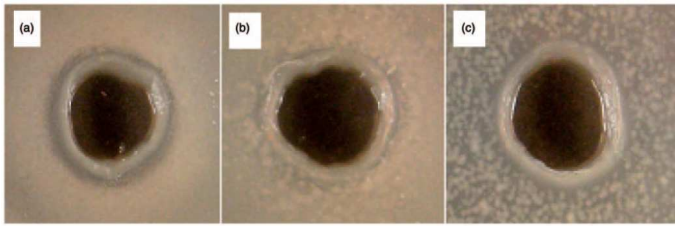


Figura 2 - Efectos inhibitorios de una solución de quitosano y almidón frente a: (a) *Escherichia coli*, (b) *Staphylococcus aureus* y (c) *Bacillus subtilis* [9].

Por otro lado, puede utilizarse la quitina en la fabricación de recubrimientos comestibles en los alimentos, con el fin de mejorar su calidad y aumentar su vida útil, ya que es un compuesto flexible, resistente, impide el paso de oxígeno y la salida de dióxido de carbono y etileno, además de presentar actividad antimicrobiana y antioxidante [1-3, 10].

En el campo nutricional, destacar que no sólo tienen utilidad en su uso como fibra alimentaria, sino también como alimentos funcionales. Esto es debido a la capacidad de ambos compuestos de favorecer el desarrollo de la microbiota intestinal y de reducir la absorción de colesterol y grasas por parte del quitosano, al formar emulsiones [1-2].

Por último, resaltar su utilización en la fabricación de medicamentos de vía oral, prolongando su periodo de liberación en el intestino [3, 11].

Biomedicina

La capacidad de la quitina y el quitosano de acelerar la curación de heridas ha sido ampliamente constatada desde la antigüedad, donde ya los coreanos utilizaban las plumas del calamar en el tratamiento de las quemaduras, o los mejicanos pomadas a base de hongos con el fin de acelerar la cicatrización. En la actualidad, ambos compuestos se utilizan en la fabricación de vendajes, pomadas, suturas quirúrgicas o reconstrucción de huesos, como algunos ejemplos, todo ello debido a su actividad fungicida, bactericida, hemostática, antitumoral, antitrombogénica, a no ser tóxico, ser biocompatible y presentar una lenta biodegradabilidad [5, 12-15].

Destacar en este campo la utilización del quitosano como cicatrizante, depositando una pequeña película sobre la herida, esto reducirá la pérdida de agua por evaporación, el intercambio gaseoso, inhibirá el desarrollo de microorganismos y promoverá el drenaje de fluidos, además, tiene la capacidad de aumentar el depósito de colágeno en la dermis y la epitelización, acelerando enormemente la reparación del tejido dañado (Figura 3) [3, 13, 15-16].

Agricultura

Por sí sola, la quitina tiene la capacidad de promover el crecimiento y desarrollo vegetal cuando es aplicada en los cultivos agrícolas. Esto es debido, por una parte, al aporte de nutrientes como el nitrógeno según se va degradando en el suelo, además, el quitosano, reduce la pérdida de agua al formar hidrogeles en el suelo, y el cierre estomático de las plantas, disminuyendo la transpiración. Por otro lado, aumenta la actividad fotosintética, acelera la floración y mejora la germinación de las semillas [17-19].

J. Poveda Arias / *Inv. Jov. 5 (1) (2018) 1-4*

Como ya se ha indicado, el quitosano presenta actividad antioxidante y policatiónica, lo cual le permite propiciar en la planta una mayor tolerancia frente a estreses de carácter abiótico (elementos físicos y químicos). Como antioxidante, secuestra los radicales libres implicados en este tipo de estreses (hidroxilo, superóxido y peróxido de hidrógeno), y como elemento policatiónico, aísla e impide la absorción por parte de la planta de diferentes contaminantes presentes en los suelos, como metales pesados, hidrocarburos, tintes industriales o pesticidas químicos [19].



Figura 3 - Curación de quemaduras mediante vendajes a base de quitosano. (A) Quemadura de tercer grado tipo A (IIIa) o con necrosis parcial de la dermis (conserva las glándulas sudoríparas, las glándulas sebáceas y los folículos pilosos): a) vendaje utilizado, b) apariencia de la quemadura, c) vendaje de la herida, d) tras 5 días, e) tras 10 días, f) tras 14 días. (B) Quemadura de tercer grado tipo B (necrosis total de la dermis): a) apariencia de la quemadura, b) vendaje de la herida, c) tras 5 días, d) tras 14 días [13].

Por lo que se refiere a la utilidad del quitosano en la lucha frente a los patógenos y plagas de los cultivos, presenta numerosas aplicaciones y mecanismos de funcionamiento. Contra hongos, se ha demostrado una actividad fungicida frente a gran cantidad de fitopatógenos, como *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizoctonia solani* o *Alternaria alternata*, debido a los mecanismos antimicrobianos ya expuestos [5, 18, 20]. Frente a bacterias fitopatógenas, se han reportado grandes éxitos en su uso frente a *Pseudomonas syringae*, *P. aeruginosa* o *Streptomyces scabies*. En su utilización frente a enfermedades vegetales víricas no es aún conocido su mecanismo de acción, pero presenta significativos beneficios en su utilización contra el virus del mosaico del tabaco, el virus del mosaico de la alfalfa, el virus de la necrosis o el virus X de la patata. En el caso de los nematodos, su mecanismo de acción es diferente, pues se basa en que la presencia de quitina en el suelo favorece el desarrollo de microorganismos quitinolíticos que parasitan los huevos de los nematodos y destruyen la cutícula de los juveniles, gracias a ello, se han reportado numerosos éxitos contra nematodos de gran importancia agrícola como *Meloidigyne incognita* o *Heterodera glycines* [18-20]. Por último, la quitina va a funcionar como un inductor de la resistencia en las plantas, al ser reconocida por la misma gracias a unos receptores celulares, los cuales van a dar comienzo a una ruta de señalización y activación de las defensas de la planta frente al ataque de plagas y patógenos [19-21].

Tratamiento de aguas

El primer paso dentro del tratamiento de aguas residuales es la eliminación de los sólidos en suspensión. Como ya se ha comentado, el quitosano presenta una elevada capacidad coagulante, debido a su carga

positiva. En su utilización para la recuperación de residuos sólidos de las aguas residuales de las industrias alimentarias reporta éxitos de hasta el 90% del total [1, 4, 7, 12].

Uno de los pasos con los que continuar, sería la eliminación de elementos químicos presentes en dichas aguas, como metales pesados o pesticidas. Gracias a los grupos amino libres del quitosano, este puede formar enlaces covalentes con contaminantes químicos e iones metálicos como el plomo, el cobre, el cadmio, el mercurio, el níquel o el cromo [1, 4, 6-7, 12, 22].

Por último, se debe eliminar la presencia de microorganismos perjudiciales, y, en este sentido, ha sido ampliamente descrita la capacidad antimicrobiana del quitosano, por lo que está siendo utilizado en la fabricación de filtros de agua [23].

Cosmética

Podemos encontrar ejemplos de la utilización de quitosano en la industria cosmética en productos como polvos maquilladores, esmaltes de uñas, acondicionadores del pelo o geles hidratantes, gracias a su capacidad para unirse a superficies cargadas negativamente, como son la piel y el pelo [6, 12].

Nanotecnología

En la actualidad, nos encontramos con un interés cada vez más creciente en la nanotecnología y el desarrollo de nanopartículas capaces de solucionar problemas ya existentes y aportando nuevas estrategias de desarrollo. En este sentido, uno de los productos de mayor interés y potencialidad industrial son las nanopartículas de plata, debido a su actividad catalítica, su conductividad, su estabilidad química y su capacidad antimicrobiana. Gracias a la accesibilidad de los grupos amino del quitosano, se está utilizando en la actualidad en la síntesis de este tipo de nanopartículas (Figura 4) [24-25].

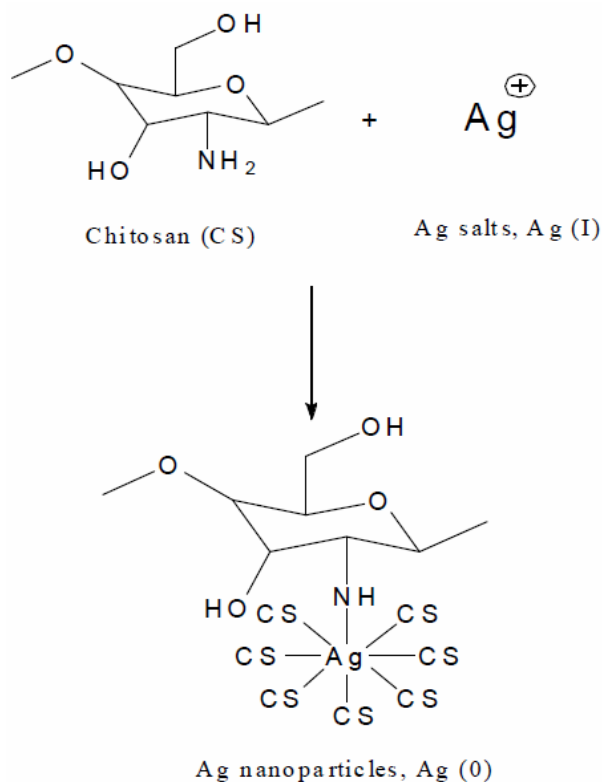


Figura 4 - Síntesis de nanopartículas de plata [25].

REFERENCIAS

- [1] F. Shahidi, J.K.V.Arachchi, Y.J. Jeon, "Food applications of chitin and chitosans", *Trends in food science & technology*, 10, **1999**, 37-51.
- [2] E. Agulló, Rodríguez M.S., V. Ramos, L. Albertengo, "Present and future role of chitin and chitosan in food", *Macromolecular Bioscience*, 3, **2003**, 521-530.
- [3] K.H. Prashanth & R.N. Tharanathan. "Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential—an overview". *Trends in food science & technology*, 18, **2007**, 117-131.
- [4] Z. Mármol, G. Páez, M. Rincón, K. Araujo, C. Aiello, C. Chandler, E. Gutiérrez, "Quitina y Quitosano polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones/Chitin and Chitosan friendly polymer. A review of their applications", *Revista Tecnocientífica URU*, 1, **2013**, 53-58
- [5] I. Younes & M. Rinaudo, "Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications", *Marine drugs*, 13, **2015**, 1133-1174.
- [6] M.N.R. Kumar, "A review of chitin and chitosan applications". *Reactive and functional polymers*, 46, **2000**, 1-27.
- [7] M. Rinaudo, "Chitin and chitosan: properties and applications", *Progress in polymer science*, 31, **2006**, 603-632.
- [8] A. Alishahi & M. Aider, "Applications of chitosan in the seafood industry and aquaculture: a review". *Food and Bioprocess Technology*, 5, **2012**, 817-830.
- [9] J. Dutta, S. Tripathi, P.K. "Dutta, Progress in antimicrobial activities of chitin, chitosan and its oligosaccharides: a systematic study needs for food applications", *Food Science and Technology International*, 18, **2012**, 3-34.
- [10] G.M. Saavedra, N.E. Figueroa, L.A. Poblete, S. Cherian, C.R. Figueroa, "Effects of preharvest applications of methyl jasmonate and chitosan on postharvest decay, quality and chemical attributes of *Fragaria chiloensis* fruit" *Food chemistry*, 190, **2016**, 448-453.
- [11] M. Larsson, W.C. Huang, M.H. Hsiao, Y.J. Wang, M. Nydén, S.H. Chiou, D.M. Liu, "Biomedical applications and colloidal properties of amphiphilically modified chitosan hybrids", *Progress in Polymer Science*, 38, **2013**, 1307-1328.
- [12] C. Lárez-Velásquez, "Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro", *Avances en química*, 1, **2006**, 15-21.
- [13] F. Ding, H. Deng, Y. Du, X. Shi, Q. Wang, "Emerging chitin and chitosan nanofibrous materials for biomedical applications", *Nanoscale*, 6, **2014**, 9477-9493.
- [14] R.C.F. Cheung, T.B. Ng, J.H. Wong, W.Y. Chan, "Chitosan: an update on potential biomedical and pharmaceutical applications", *Marine drugs*, 13, **2015**, 5156-5186.
- [15] V. Patrulea, V. Ostafe, G. Borchard, O. Jordan, "Chitosan as a starting material for wound healing applications", *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 97, **2015**, 417-426.
- [16] W.C. Lin, C.C. Lien, H.J. Yeh, C.M. Yu, S.H. Hsu, "Bacterial cellulose and bacterial cellulose-chitosan membranes for wound dressing applications", *Carbohydrate polymers*, 94, **2013**, 603-611.
- [17] M. Bittelli, M. Flury, G.S. Campbell, E.J. Nichols, "Reduction of transpiration through foliar application of chitosan", *Agricultural and Forest Meteorology*, 107, **2001**, 167-175.
- [18] M.A. Ramírez, A.T. Rodríguez, L. Alfonso, C. Peniche. "Chitin and its derivatives as biopolymers with potential agricultural applications" *Biotecnología Aplicada*, 27, **2010**, 270-276.

- [19] R.G. Sharp, "A review of the applications of chitin and its derivatives in agriculture to modify plant-microbial interactions and improve crop yields", *Agronomy*, 3, **2013**, 757-793.
- [20] C.L. Velásquez, "Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica", *Revista UDO Agrícola*, 8, **2008**, 1-22.
- [21] H. Kaku, Y. Nishizawa, N. Ishii-Minami, C. Akimoto-Tomiyama, N. Dohmae, K. Takio, N. Shibuya, "Plant cells recognize chitin fragments for defense signaling through a plasma membrane receptor", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, **2006**, 11086-11091.
- [22] G.Z. Kyzas & D.N. Bikiaris, "Recent modifications of chitosan for adsorption applications: A critical and systematic review", *Marine drugs*, 13, **2015**, 312-337.
- [23] A. Cooper, R. Oldinski, H. Ma, J.D. Bryers, M. Zhang, "Chitosan-based nanofibrous membranes for antibacterial filter applications", *Carbohydrate polymers*, 92, **2013**, 254-259.
- [24] A. Ávalos, A.I. Haza, D. Mateo, P. Morales, "Nanopartículas de plata: aplicaciones y riesgos tóxicos para la salud humana y el medio ambiente/Silver nanoparticles: applications and toxic risks to human health and environment". *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7, **2013**, 1.
- [25] N.M. Ahyat & A.A. Azmi, "A Review on Chitin Derivatives and its Uses in Silver Nanoparticles Synthesis". *Middle-East Journal of Scientific Research*, 24, **2016**, 2159-2165.