

Aplicaciones del quitosano en la agricultura, la industria y la salud

Applications of chitosan in agriculture, industry and health

DOI: 10.53499/sfjeasv2n2-001

Received in: January 3rd, 2022

Accepted in: March 31th, 2022

Jose Luis Bauer

Doctor en Ciencias por la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Institucion: Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Ciencias y Filosofia,
Laboratorios de Investigacion y Desarrollo, Unidad de Biomineria y Medio Ambiente.

Direccion: Av. Honorio Delgado No 430 San Martin de Porres 15102 Lima Peru

Correo electronico: jose.bauer@upch.pe

León Faustino Villegas

Magister en Ciencias por la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Master Universitario en Toxicologia por la Universidad de Sevilla, España.

Institucion: Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Ciencias y Filosofia,
Laboratorios de Investigacion y Desarrollo, Servicio de Control de calidad.

Direccion: Av. Honorio Delgado No 430 San Martin de Porres 15102 Lima Peru

Correo electronico: leo.villegas@upch.pe

Antonio Zucchetti

Q&E Products E.I.R.L.

RESUMEN

La quitina es el segundo biopolímero natural más abundante después de la celulosa, y se le encuentra como un componente del caparazón de los crustáceos, en la pluma de la pata, en las paredes celulares de los hongos y en el exoesqueleto de algunos insectos. El quitosano es un biopolímero natural derivado de la quitina, el cual se obtiene por un proceso químico de desacetilación. Actualmente está recibiendo mucha atención debido a sus aplicaciones industriales, en las áreas biomédica, agrícola, alimentos, industria química, etc. En la industria de los alimentos se le aprecia con mucho interés, debido a sus múltiples actividades biológicas y a sus interesantes propiedades funcionales. En el área agrícola el quitosano es muy útil para ser utilizado como potenciador del crecimiento radicular de las plantas, como agente antimicrobiano para combatir patógenos en los suelos, como un gel controlador del deterioro de los productos post cosecha durante su almacenamiento y durante el proceso de exportación y en la elaboración de cubiertas de fertilizantes para su liberación controlada.

En el área biomédica tiene interesantes usos como por ejemplo en tratamiento de quemaduras, como cubierta de fármacos para su liberación controlada y en el secuestro de grasas para el control de la obesidad, es también un potenciador del aparato inmunológico. En el área industrial tiene importantes aplicaciones como por ejemplo su uso como clarificante de vinos, en el proceso de tratamiento de aguas y efluentes contaminados por la actividad minera, y también para fijar colorantes en la industria textil.

Palabras clave: Polímeros, microencapsulamiento, gel protector.

ABSTRACT

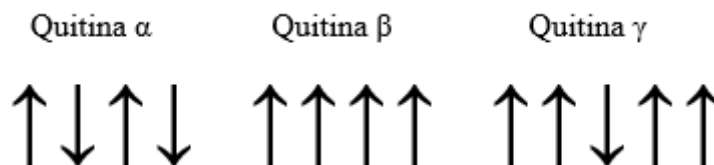
Chitin is the second most abundant natural biopolymer after cellulose and is found as a component of the shell of crustaceans, in the feather of the Pota, in the cell walls of the fungi and the exoskeleton of some insects. Chitosan is a natural biopolymer derived from chitin, which is obtained by a chemical deacetylation process. It is currently receiving a lot of attention due to its industrial applications, in the biomedical area, agriculture, food and chemical industry, etc. In the food industry it is appreciated with great interest, due to its multiple biological activities and its interesting functional properties. In the agricultural area, chitosan is very useful to be used as a root growth enhancer of plants, as an antimicrobial agent to combat pathogens in soils, as a gel controlling the deterioration of post-harvest products during storage and during export process and in the elaboration of fertilizer cover for controlled release. In the biomedical area it has interesting uses as for example in treatment of burns, as covering of drugs for controlled release and in the retention of fats for the control of obesity, is also an immune system enhancer. In the industrial area has important applications such as its use as a wine clarifier, in the process of treatment of water and effluents contaminated by mining activity, and to fix dyes in the textile industry.

Keywords: Polymers, microencapsulation, protective gel.

1 INTRODUCCIÓN

El quitosano es un polímero natural derivado de la quitina, mediante un procedimiento químico de desacetilación utilizando un álcali fuerte como el hidróxido de sodio a una alta temperatura [poli- β -(1 \rightarrow 4)-N-acetil-D-glucosamina], es el componente principal del caparazón de los crustáceos, de la pluma de pota (*Dosidicus gigas*, calamar gigante), se le encuentra también en la pared celular de los hongos y en el exoesqueleto de algunos insectos, y es el segundo biopolímero natural más abundante después de la celulosa. (No and Meyers 1995). Desde hace algunos años, está recibiendo mucha atención debido a sus aplicaciones industriales, en las áreas biomédica, agrícola, alimentos, industria química, etc. (Muzzarelli 1997; Knorr 1984; Li and others 1992). Actualmente el quitosano está siendo producido comercialmente utilizando los exoesqueletos de los cangrejos y langostinos y en algunos países como el Perú se está utilizando la pluma de la pota para obtenerlo y se está produciendo con diferentes grados de desacetilación y diferentes pesos moleculares, para los diferentes usos que se le quiera dar.

En la naturaleza existen 3 tipos diferentes de quitina, las cuales tienen diferentes configuraciones y propiedades, así, la forma α tiene una conformación en cadenas en antiparalelo, la forma β tiene una conformación en cadenas en paralelo y la forma γ tiene una conformación en cadenas alternadas paralelo y antiparalelo.

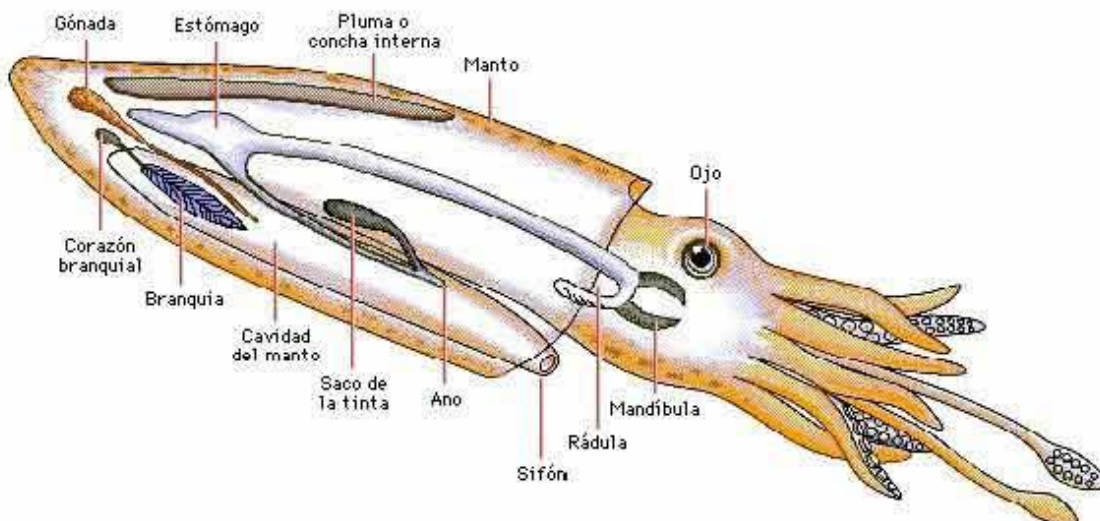


La forma antiparalela de la quitina α permite la formación de una mayor cantidad de puentes de hidrógeno intermoleculares, los cuales son los responsables de su insolubilidad en disolventes acuosos y en una gran cantidad de solventes orgánicos (Blackwell, et al 1980), por otro lado la configuración en forma paralela de la quitina β le proporciona una fuerza intermolecular más débil, lo cual permite la hidratación de la molécula.

La pluma de pota está conformada por quitina β , lo cual le confiere ciertas ventajas sobre la quitina α , al no requerir la aplicación de un proceso agresivo de desmineralización por tener en su estructura cantidades mínimas de carbonato y fosfato de calcio; tampoco requiere de un proceso de decoloración ni de desproteínización.



CALAMAR
J.I.A. Soler Díaz



ESTRUCTURA DE LA POTA CIENCIABF-2015

Otra de las ventajas que tiene utilizar quitosano de pluma de pota, es que para la preparación de hidrogeles se requiere utilizar una menor concentración de quitosano, para obtener geles con una muy buena viscosidad, cristalinos y con un porcentaje de insolubilidad menor a 0.2%

2 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

En el quitosano el contenido de grupos N-acetil y su distribución a lo largo de la cadena, dependen de las condiciones de desacetilación aplicada y del origen de la quitina. El grado de desacetilación es uno de los factores más importantes que influyen en las propiedades del biopolímero, debido al papel que juega en su solubilidad.

El peso molecular de la quitina es mayor a $1000 \times 10^3 \text{ g.mol}^{-1}$ y del quitosano comercial se encuentra entre $100 - 500 \times 10^3 \text{ g.mol}^{-1}$, dependiendo del origen de la quitina.

Diferentes factores durante el proceso de extracción de la quitina y la preparación del quitosano, pueden influenciar en el peso molecular del biopolímero. Las temperaturas altas, las concentraciones de los ácidos y álcalis así como los tiempos de reacción pueden degradar y producir despolimerización de las cadenas de los polímeros. (Shahidi et al., 2005).

Existe evidencia que el peso molecular del quitosano tiene influencia en su actividad biológica. (Shahidi et al., 1999; Rabea et al., 2003)

2 PROPIEDADES BIOLÓGICAS

La quitina y el quitosano son biopolímeros no tóxicos y biodegradables. Su bioactividad incluye la estimulación en procesos de cicatrización, potencian el aparato inmunológico y presentan actividad antimicrobiana, entre otros.

Los oligómeros del quitosano también presentan funciones fisiológicas, incluyendo la inducción de fitoalexinas, actividad antimicrobiana y actividad inmune (Nishimura, 2001; Degim, et al., 2002, Minami, et al., 2001).

3 ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA

El quitosano y sus derivados presentan actividad antimicrobiana contra bacterias y hongos (Yalpani, et al., 1992). El mecanismo de acción está siendo dilucidado. Existen diferentes hipótesis, las cuales están relacionadas con su naturaleza catiónica, lo que le permite reaccionar con moléculas y superficies cargadas negativamente como las paredes microbianas (Shahidi, et al., 1999).

El quitosano actúa como agente quelante soluble y se comporta como un activador de los mecanismos de defensa de varias plantas (Agulló, et al., 2003, Velásquez-Lárez, C. 2008). También induce la liberación de componentes proteicos e intracelulares, debido a la interacción entre las moléculas del quitosano cargadas positivamente y las membranas celulares microbianas cargadas negativamente (Papeneau, et al., 1991).

4 APLICACIONES AGRÍCOLAS

Debido a sus propiedades bactericida y fungicida, el quitosano se está utilizando en el campo agrícola. Se le está empleando en el recubrimiento de frutos para controlar el deterioro post cosecha y lograr así incrementar el tiempo de almacenamiento. Otro de sus usos es como matriz para la liberación controlada de fertilizantes y químicos para combatir plagas (Maldonado, 2005).

5 APLICACIONES MÉDICAS

En el área biomédica tiene interesantes usos como por ejemplo en tratamiento de quemaduras, como cubierta de fármacos para su liberación controlada y en el secuestro de grasas para el control de la obesidad, es también un potenciador del aparato inmunológico (Howling, et al., 2001, Shahidi, et al., 2005)

6 APLICACIONES INDUSTRIALES

En el área industrial tiene importantes aplicaciones como por ejemplo su uso como clarificante de vinos, en el proceso de tratamiento de aguas y efluentes contaminados por la actividad minera, y también para fijar colorantes en la industria textil (Shahidi, et al., 2005)

7 TRATAMIENTO DE FRUTAS FRESCAS CON GEL DE QUITOSANO

Se utilizó piña fresca cortada en cubos y mantenidas en refrigeración por 1 semana

Muestra QGLL-90:

Gel disuelto, turbio y blanquecino.
La piña presenta manchas negras.
Olor intenso a fermentación

Muestra QGAA-90

El gel disuelto y transparente
La piña de color normal
Olor ligeramente a ácido.

Muestra QGLL-70:

Gel disuelto y turbio.
Piña con manchas negras
Olor intenso a fermentación.

Muestra QGAA-70

Gel diluido ligeramente turbio
La piña opaca con manchas blancas
Olor a fermentado.

Control

Muy poco líquido, ligeramente turbio
La piña tiene color de piña fresca
Fuerte olor a fermentación.

Estudio utilizando papas pre-cocidas con sal por 1 semana.

Gel QGAA-90

Temperatura ambiente
Tiempo de estudio 1 semana.



Control

Con gel

Control: Coloración normal, brillo, olor normal, sabor amargo.

Muestra con gel: Coloración normal, brillo, olor normal, buen sabor.

Actualmente, nos encontramos trabajando en la elaboración de cubiertas para encapsulamiento de fertilizantes para controlar su liberación en el suelo y mejorar su eficiencia. También estamos realizando estudios del encapsulamiento de *Lactobacillus* para lograr la liberación de bacteriocinas para el tratamiento de algunas afecciones en el humano. Así mismo, en el área de biorremediación de ecosistemas impactados por las actividades industriales, venimos trabajando en la aplicación del quitosano en suelos y aguas con la finalidad de disminuir significativamente el contenido de metales pesados como plomo, cadmio, mercurio y el metaloide arsénico, para evitar su impacto en la agricultura.

REFERENCES

1. Kurita, K. 2006. Chitin and Chitosan: Functional biopolymers from marine crustacean. *Marine Biotechnology* 8:203-226
2. Muzzarelli RAA. 1997. Chitin. Pergamon. Press *Oxford, U.K.* p. 309
3. Knorr D. 1984. Use of chitinous polymers in food a challenge for food research and development. *Food Technol* 38:85-97
4. Li Q, Dunn ET, Grandmaison EW, Goosen MFA. 1992. Applications and properties of chitosan. *J. Bioactive comp polyn* 7: 370-397
5. Blackwell, J.; Weih, M.A. 1980 Structure of chitin-protein complexes: Ovipositor of the Ichneumon fly *Megarhyssa*. *Journal of Molecular Biology*, 137(1): 49-60
6. Shahidi, F. and Abuzaytoun, R. 2005 Chitin, chitosan, and co-products: Chemistry production application and health effects. *Advances in food and nutrition research*. 49: 93-135
7. Rabea, E., Badawy M, E.-T., Stevens C.V., Smagghe, G. and Steurbaut, W., (2003). Chitosan as antimicrobial agent: Applications and mode of action. *Biomacromolecules*. 4(6): 1457-1465
8. Nishimura, S. 2001. Chemical Biology and Biomedicine: General aspects in: Glycosciences: Chemistry and Chemical Biology , Fraser-BO, Tastuta K., Thiem J. (eds.) *Springer New York, U.S.A.* pp 1993-2004
9. Degim, Z., Celebi. N., Sayan, H. Babul, A. Erdogan, D. and Take, G. 2002 An Investigation on skin wound healing in mice with a taurine-chitosan gel formulation. *Amino acids*. 22:187-198
10. Minami,S., Raj, K.D., Miyatake, K., Okamoto, Y., Ohta, H., Sasai, S. and Shigemasa, Y. 2001 Biological effect of chitosan-lactose mixture and its clinical applications. *Chitin and chitosan Res.*, 7: 268-272
11. Yalpani, M., Johnson, F. and Robinson, L.E. 1992 Antimicrobial activity of some chitosan derivates. *Advances in chitin and chitosan*. Brine, C.J. Sandford, P.A., Zikakis, J.P. (eds.), *Elservier. London, UKA.* *Applied Science* 543-555
12. Agulló E., Rodriguez, M. S., Ramos V., Albertengo, L. 2003 Present and future role of chitin and chitosan in food. *Macromol. Biosci.* 3: 521-530
13. Velásquez L. C. 2008 Algunas potencialidades de la quitina y el quitosano para usos relacionados con la agricultura en Latinoamérica. *Rev. UDO Agrícola* 8(1): 1-22
14. Papeneau, A.M., Hoover, D.G., Knorr D., Farkas, D.F. 1991 Antimicrobial effect of water soluble chitosan with high hydrostatic pressure. *Food Biotechnol.* 5: 45-57

15. Maldonado V., S., 2005 Nuevos tratamientos de lanas con enzimas. *Universidad de Barcelona. Facultad de Química Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales de Barcelona. Departamento de Tecnología de Tensioactivos. Tesis de Maestría.*
16. Howling, G.I., Dettmar P.W., Goddard, P.A., Hampson, F.C., Dornish, M., Wood, E.J., (2001) The effect of chitin and chitosan on the proliferation of human skin fibroblasts and keratinocytes in vitro. *Biomaterials* 22, 2959-2966
17. Shahidi, F. and Abuzaytoun, R. 2005 Chitin, chitosan, and co-products: Chemistry production application and health effects. *Advances in food and nutrition research*. 49: 93-135