

EL CULTIVO DEL AJO (*ALLIUM SATIVUM* L.). USO DEL BIOESTIMULADOR QUITOMAX®

Ing. Alejandro Aquino Arencibia¹, Dr. C. Enildo Abreu Cruz²,
Dr. C. Ramón Liriano González³

1. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. enildo.abreu@umcc.cu

Resumen

El presente trabajo constituye una revisión bibliográfica acerca de las características botánicas del ajo (*Allium sativum*, L.) y la importancia del empleo de los reguladores del crecimiento en el rendimiento de los cultivos, sus principales funciones y efectos que causan. Se presentan las características del bioestimulador QuitoMax, así como resultados obtenidos en el cultivo del ajo en condiciones de organopónico. Se evidencia respuesta del cultivo en las variables altura de las plantas y número de hojas en el periodo de mayor crecimiento con la dosis de 150 mg.ha⁻¹.

Palabras claves: *Organopónico, Allium sativum, Crecimiento*

Introducción

El ajo (*Allium sativum*, L.) es una de las plantas hortícolas más antiguas cultivadas por el hombre, es originario del Asia Central y del Mediterráneo. Esta hortaliza ocupa el segundo lugar en importancia en el ámbito mundial dentro de las especies del género *Allium* después de la cebolla (*Allium cepa* L.), con una producción mundial que supera los 16 417 034 t (Huez *et al.*, 2010). Entre los principales países productores y exportadores de esta hortaliza en el ámbito mundial, se encuentran, México, España, Italia, China, Egipto, India, Rumania, Francia, Estados Unidos y Brasil (Pérez *et al.*, 2003; Huez *et al.*, 2010).

Las áreas dedicadas actualmente a la siembra de este cultivo en el país, están alrededor de 124 600 hectáreas anuales y se producen cerca de 1 437 100 toneladas (ONEI, 2014). Aun cuando la fertilización de este cultivo se realiza, por lo general, con fertilizantes minerales, sus rendimientos históricos son bajos de dos a seis t.ha⁻¹, en comparación con los obtenidos en otros países que reportan más de 10 t. ha⁻¹ (Muñoz, 2010; Pupo *et al.*, 2016).

Sin embargo las iniciativas agroecológicas desarrolladas en Cuba pretenden transformar los sistemas de producción de la agroindustria hacia un paradigma alternativo que promueve la agricultura local y la producción nacional de alimentos por campesinos y familias rurales y urbanas a partir de la innovación, los recursos locales y la energía solar. Entre los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica están el uso de biofertilizantes y de estimuladores del crecimiento vegetal de origen natural, en aras de lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible (Altieri y Toledo, 2011; Cabrera *et al.*, 2011; Koohafkan *et al.*, 2012; Carbajal y Carmona, 2012).

Con esta misma visión, la agricultura urbana y suburbana es de las modalidades con la cual se busca potenciar el cultivo de las hortalizas en Cuba, lo que permite garantizar el suministro de productos frescos y sanos a los consumidores, en la que también tiene un interés significativo la producción de ajo.

Los organopónicos, como parte de la Agricultura Urbana han experimentado una tecnología con avances significativos, no obstante, para lograr altos volúmenes de producción y rendimientos estables en sus producciones, dependen entre otros aspectos de los suministros de materia orgánica, que puede resultar costoso para el proceso y que en ocasiones no logra satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos, ni estimular el potencial biológico de los mismos.

Es por ello que la propuesta de utilizar productos estimuladores del crecimiento de origen natural y de bajo costo por emplearse en dosis muy bajas y además de producción nacional, puede resultar atractivo en estas tecnologías.

Investigadores del Grupo de Productos Bioactivos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) han obtenido un polímetro de quitosana de bajo peso molecular (QuitoMax[®]) que funciona como activador de la fisiología y el crecimiento vegetal, lo que

conlleva al incremento de los rendimientos. A partir aplicaciones de este producto se han obtenido resultados valiosos en diferentes cultivos como: arroz (*Oriza sativa* L.), maíz (*Zea Mays* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), papa (*Solanum tuberosum*, L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.) (Sharathchandra, *et al.*, 2004; Kowalski, *et al.*, 2006; Boonlertnirun, *et al.*, 2008 y Falcón, 2009).

Desarrollo.

Descripción botánica del Ajo (*Allium sativum* L.).

Las características botánicas del ajo han sido publicadas por diferentes autores, (Huerrez y Caraballo, 1996; Thompson *et al.*, 2006; Barak *et al.*, 2007; Marrero *et al.*, 2009; Reveles *et al.*, 2009 y Sánchez *et al.*, 20016).

Raíces: El sistema radical del ajo está formado por un conjunto de raíces adventicias que nacen del tallo verdadero pudiendo alcanzar una profundidad de 60-70 cm, pero el grueso de estas se sitúa en una capa de suelo comprendida a una profundidad de 40 – 45 cm. Siendo estas numerosas, blancas, fasciculadas y poco profundas.

Tallo: El tallo está representado por una masa aplastada que se llama “disco”, estando situado en la base del bulbo y de él brotan las yemas, hojas y raíces.

Bulbo: El bulbo está formado por una serie de unidades elementales o “dientes” recubiertos cada uno de ellos por una túnica protectora de color variable que forman conjuntamente una capa envolvente y que suelen ser de color blanquecino. Los dientes pueden ser simples o compuestos. Los simples tienen una sola yema y los compuestos dos o más. El número de dientes en un bulbo varía con el clon (Marrero *et al.*, 2009).

Flores: Las flores se encuentran contenidas en una espata membranosa que se abre longitudinalmente en el momento de la floración y permanece marchita debajo de las flores. Se agrupan en umbelas. Cada flor presenta 6 pétalos blancos, 6 estambres y un pistilo. Aunque se han identificado clones fértiles, los bajos porcentajes de germinación de las semillas y las plántulas de bajo vigor hacen que el ajo se haya definido como un apomítico obligado, término que se refiere a su capacidad para producir embriones sin existir fecundación previa.

Bioestimulante QuitoMax®.

En la búsqueda de vías para aumentar la producción de alimentos, surge una nueva forma de desarrollo de la agricultura, basada en principios ecológicos, que interpretan el sistema agrícola de manera holística y en el que se conciben técnicas para el manejo del clima (Fonseca *et al.*, 2013). Son muchos los productos naturales que se han obtenido para desarrollar un manejo agroecológico de los ecosistemas, entre los que se encuentran los

bioplaguicidas, los bioestimulantes y los biofertilizantes como los microorganismos eficientes (Pomares *et al.*, 2008).

En los últimos años y especialmente en Cuba, son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes orgánicos que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés en las condiciones adversas del medio, favoreciendo el crecimiento, desarrollo y rendimiento, con una disminución de uso de sustancias químicas (Álvarez, 2014).

Dentro del marco conceptual de bioestimulantes se encuentra el QuitoMax®, es un polímero lineal de formulación líquida formado por residuos de glucosamina unidos por enlaces β 1-4, cuyos grupos aminos pueden estar parcialmente acetilados (Falcón *et al.*, 2012) que se obtienen, fundamentalmente por proceso de desacetilación de la quitina que se encuentra en el exoesqueleto del cangrejo, camarón o langosta (Kaku *et al.*, 2002).

La quitosana es la más estudiada entre las oligosacarinas y de mayores aplicaciones en la agricultura y en diversas ramas como la industria, la medicina, la cosmética, la protección del medio ambiente, por lo que la producción mundial de estos polímeros es de millones de toneladas (Prashanth y Tharanathan, 2007).

Reguladores del crecimiento y desarrollo de las plantas.

Tanto el polímero quitosana como sus derivados de menor masa molecular se consideran reguladores del crecimiento y desarrollo de las plantas, al estimular el crecimiento radical y vegetativo de varias especies (Hadwiger, 1989; Chibu *et al.*, 2002).

Así la utilización de la quitosana mediante imbibición o recubrimiento de las semillas, determinaron un incremento de la germinación de cultivos como maíz (*Zea mays* L.) y trigo (*Triticum* spp) (Reddy *et al.*, 1999; Shao *et al.*, 2005), lográndose mayor calidad y vigor en las posturas (Zhou *et al.*, 2002) en aplicaciones al cultivo del maní (*Arachis hipogaea* L.) reportaron aumentos tanto en la germinación como en la actividad de la enzima lipasa y los niveles de ácidos giberélico (AG) e indolacético (AIA). El tratamiento de semillas de girasol (*Helianthus annuus* L.) causó a su vez mayor germinación y un aumento en la masa total de brotes (Cho *et al.*, 2008).

Tanto la imbibición de semillas como la aplicación foliar de diferentes dosis del producto favorecieron el incremento del crecimiento en diferentes cultivos entre ellos el maíz (*Zea mays* L.) (Sharathchandra *et al.*, 2004), papa (*Solanum tuberosum* L) (Kowalski *et al.*, 2006, Torres, 2011), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.), (Falcón, 2009, Batista, 2013); en cultivos como arroz (*Oryza sativa* L.) (Boonlertnirun *et al.*, 2008) y algodón (*Gossypium* L.), (Dzung, 2004) favoreció además el incremento de la altura y el rendimiento de las plantas.

Aplicaciones exógenas de la quitosana permiten acortar el período de floración y mejorar la floración y fructificación (Utsunomiya *et al.*, 1998; Ohta *et al.*, 2004); incluso se han

demostrado incrementos de los rendimientos y en la calidad de varios cultivos (Hadwiger, 1989; Freepons, 1990).

Se ha logrado en plantas de lechuga tratadas un incremento del 50% en la superficie foliar (Chibu y Shibayama, 2001; Batista, 2013). Aplicaciones foliares en el cultivo de fresas (*Fragaria L.*) aumentó la cantidad de hojas así como el peso fresco y seco de las mismas, y el rendimiento en número y masa de los frutos (Mawgoud *et al.*, 2010).

La literatura científica plantea que la quitosana es capaz de aumentar el peso seco de las hojas y el crecimiento total en plantas de soya (*Glycine max L.*) (Prapagdee *et al.*, 2007).

Efectos favorables en el crecimiento expresado en el incremento de la longitud de los tallos y raíces, sus masas frescas y secas, la superficie foliar y los contenidos de clorofila en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) fueron informados por Sheikha (2011) destacando en sus resultados que las mejores respuestas fueron encontradas con las menores dosis utilizadas.

Algunos autores plantean que la influencia benéfica sobre el crecimiento está relacionado con un efecto antitranspirante en la planta inducido por el cierre de los estomas (Lee *et al.*, 1999). De acuerdo a un estudio realizado en plantas de pimiento aplicadas con quitosana se logró una reducción en el consumo del agua por las plantas entre un 26 y 46%, por disminución de las pérdidas de agua a través de los estomas debido a un cierre estomático provocado por la quitosana (Iriti *et al.*, 2009). También en plantas de soya y maíz se encontraron variaciones en la actividad fotosintética, la conductancia estomática, la transpiración y el CO₂ intercelular (Khan *et al.*, 2010).

En general, en dependencia del órgano de la planta que se trate se han obtenido los resultados benéficos antes mencionados cuando se hacen tratamientos a las semillas, a las raíces de las plantas o por aspersión foliar en los momentos adecuados para cada cultivo (Freepons, 1990; Walker *et al.*, 2004; Cho *et al.*, 2008).

Resultados de las aplicaciones de Quitomax®.

El ajo es un cultivo que es muy sensible a las condiciones del medio y su época de desarrollo es muy limitada en el año, fuera de estas condiciones su rendimiento puede ser afectado significativamente.

Diferentes autores se han referido a la importancia de conocer las particularidades de la fisiología y ecología de esta especie para lograr altos rendimientos (Muñoz, 2010; Marrero *et al.*, 2010). Según estos propios autores, durante su desarrollo, ocurren varios estadios o etapas como la brotación, el crecimiento, la inducción del bulbo y el desarrollo de éste hasta la cosecha y post-maduración, que son exigentes a condiciones del medio, manejo del cultivo y atenciones culturales.

La época de plantación es un factor determinante sobre los rendimientos. Su desarrollo depende, en gran medida, de la interacción con la temperatura y el fotoperíodo. El periodo de mayor crecimiento del cultivo se beneficia con la combinación de bajas temperaturas con días más cortos, mientras que el desarrollo del bulbo se favorece cuando los días se hacen más largos y las temperaturas aumentan. En las condiciones de Cuba se enmarca desde el 15 de octubre hasta el 15 de diciembre, aunque puede extenderse hasta el 30 de este mes (Muñoz, 2010; Marrero *et al.*, 2010). Se plantea que en las plantaciones tardías, las condiciones de temperatura son más favorables para el crecimiento, pero el fotoperíodo le acorta el ciclo, por lo que puede afectar el rendimiento.

Aquino *et al.* (2018) afirma que en las condiciones del experimento (plantación tardía, ocho de enero) el cultivo inició su periodo de mayor crecimiento en condiciones favorables de temperatura y luz (fotoperíodo), lo que permitió un desarrollo uniforme del cultivo, posteriormente, después de la aplicación del QuitoMax®, bajo condiciones todavía favorable del clima para el cultivo, pudo manifestarse efectos del producto sobre la actividad metabólica de las células estimulando la misma, induciendo un mayor desarrollo de las plantas, que se reflejaron en algunas de las variables morfológicas evaluadas, sin embargo como consecuencia de la aparición de temperaturas más elevadas y mayor duración del periodo de luz en el día (días más largos), se interrumpe la fase de mayor crecimiento y desarrollo del cultivo, y se inicia más temprano el proceso de bulbificación, en el que puede verse afectado la calidad de este. En las condiciones del experimento, el ciclo del cultivo se acortó en 14 días. Pudiendo ser esta la causa de que no se produjera diferencias significativas en la mayoría de las variables del rendimiento medidas, ni en el rendimiento del cultivo por cantero.

Aquino *et al.* (2018) plantea que los tratamientos con la aplicación de QuitoMax® fueron superiores al control, refiere que los mayores contenidos fueron obtenidos con la dosis de 200 mg.ha⁻¹. Estos resultados pudieran interpretarse a partir de los efectos fisiológicos del producto, en relación al efecto antitranspirante en la planta inducido por el cierre de los estomas (Lee *et al.*, 1999; Falcón *et al.*, 2015). Ello permite una mayor acumulación de estos compuestos en los bulbos durante el periodo de crecimiento, los cuales pueden ser utilizados durante la etapa de floración y desarrollo de los frutos.

Conclusiones:

El empleo del QuitoMax® en el cultivo del ajo puede favorecer su desarrollo e incrementar los rendimientos a partir de su efecto fisiológico en las plantas, sin embargo son poco los autores que han estudiado este comportamiento en el ajo. Aquino (2018) no encontró respuesta positiva en indicadores morfológicos, bioquímicos y de calidad del bulbo, por lo que no define de manera significativa un efecto estimulador del producto en las dosis evaluadas, sobre el rendimiento biológico del cultivo respecto al tratamiento control, en las condiciones del estudio establecidas.

BIBLIOGRAFÍA:

AGUILAR, R. A.; CASTRO, J. C.; GALINDO, I. y GARZA, O. A. Estudio para la complementación y manejo de ajo por parte de la Comercializadora Gonzales S.A. Trabajo de Licenciatura de negocios internacionales. Escuela superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás, 2007.

Ajo directo. 2006. Ajos [en línea]. [Fecha de consulta abril: 21 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.ajodirecto.com>

ALJARO, U. A. Ajos conceptos básicos de semillas y su plantación. Instituto de investigaciones, Centro Regional de Investigación La Platina, Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile, Chile, 2001.

Altieri, M. A. y Toledo, V. M. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants”. The Journal of Peasant Studies. 38(3): 587-612, 2011.

ÁLVAREZ, I. y REYNALDO, I.. Efecto del Pectimorf® en el índice estomático de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cultivos Tropicales. 36(3): 82-87, 2016.

BARAK, M.; ETTEHAD, G. H.; ARAB, R., DERAKHSHANI, F.; HABIBZADEH, S. H.; MAHOMMADNIA, H.; DAILAMI, P.; DARYANI, A. and ZAREI, M. Evaluation of garlic extracts (*Allium sativum* L) effect on common pathogenic gram-positive and gram-negative bacteria isolated from children with septicemia hospitalized at Imam Khomeini Hospital. Research Journal of Biological Sciences. 2: 236-238, 2007.

BAUTISTA, S.; HERNÁNDEZ, A. N.; VELÁZQUEZ, M. G.; HERNÁNDEZ, M.; AITBARKA, E., BOSQUEZ-MOLINA, E. y WILSON, C. L. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection*. 25: 108-118, 2006.

BATISTA, L. Evaluación de tres dosis de quitosana en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Lital en condiciones de organopónico semitapado en el Municipio de Matanzas. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas (Cuba).2013.

BOONLERTNIRUN, S.; BOONRAUNG, C. y SUVANASARA, R. Application of chitosan in rice production. J. Metals Mat. Min. vol.18, 2008, pp. 47-52.

CABRERA, M. M.; BORRERO, R. y.; RODRÍGUEZ, F. A.; ANGARICA, B. E. M. y ROJAS, M. O. Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*Capsicum annun, L*) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido”. Ciencia en su PC. 2011, p. 32–42.

CHIBU, H. y SHIBAYAMA, H. Effects of chitosan application on the grow thof several crops. In *Chitin Chitosan in Life Science*, Uragami, T., Kirita, K., Fukamiso, T. (eds.) Tokyo, Japan: Kodansha Scientific LTD. 2001, p. 235-239.

CHIBU, H.; SHIBAYAMA, H. y ARIMA, S. Effects of chitosan application on the shoot growth of rise and soybean. *Japanese J. of Crop Sci.* vol. 71, 2002, pp. 206-211.

CHO, M. H.; NO, H. K. y PRINYAWIWATKUL, W. Chitosan treatments affect growth and selected quality of sunflower sprouts. *J. Food Sci.* vol.73, 2008, pp. 70-77.

DÍAZ, M. Efecto de diferentes dosis de aplicación del producto QuitoMax en la respuesta productiva del cultivo de la cebolla (*Allium cepa L.*). Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas (Cuba). 2013.

DUBOIS, M. K.; GILLES, A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A. and SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substance. *Anal Chem*, vol. 28, 1956, pp. 350-356.

DZUNG, N. A. Study on effect of chitosan oligomer on the growth and development of some short term crops in DakNong province. Final report of projet of Science & Technology Department of DakNong (Vietnamese), 2004.

EL HADRAMI, A. Chitosan in Plant Protection. *Marine Drugs*, no 8 vol. 4, 2010, pp. 968-987.

FALCÓN, A. B. Evaluación de oligosacarinas nacionales de Quitosana en la estimulación del crecimiento, la nodulación y la protección de cultivos de interés económico. Informe Final del PNCT 00300277, 2009.

FALCÓN, A. B. Compuestos de quitosana como activadores del metabolismo, el crecimiento y la resistencia contra el estrés biótico en cultivos de interés económico. Informe Final de PNCT 00300330, 2012.

FALCÓN, A. B.; GORDON, A.; COSTALES, DAIMY y MARTÍNEZ, M. A. Respuesta enzimática y de crecimiento en una variedad comercial de tabaco

(*Nicotiana tabacum*, L.) tratada por aspersión foliar de un polímero de quitosana. Cultivos Tropicales, no.33 vol.1, 2012, pp. 65-70.

FALCÓN, A. B.; COSTALES, M.; GONZALES, G. Ministerio de Educación Superior. Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 2015, p.112-117.

FONSECA, F.; MOLINET, D.; ARIAS, R.; AGÜERO, F. and TORRES, M. Efecto de los hongos micorrizógenos arbusculares (cepa *Glomus fasciculatum*) y la materia orgánica en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Granma Ciencia. no.2 vol. 17, 2013, pp. 29-35.

FREEPONS, D. Plant growth regulators derived from chitin. United State Patent 4964894, 1990.

KHAN, W.; PRITHIVIRAJ, B. y SMITH, D. L. Effect of foliar application of chitin and chitosan oligosaccharides on photosynthesis of maize and soybean. Photosynthetica, vol. 40, 2010, pp. 621-624.

KOWALSKI, B.; JIMÉNEZ, F.; HERRERA, L. y AGRAMONTE, D. Application of soluble chitosan in vitro and in greenhouse to increase yield and seed quality of potato minitubers. Potato Res, vol. 49, 2006, 167-176.

LEE, S.; CHOI, H.; SUH, S.; DOO, I. S.; OH, K. y .; JEONG, E.; SCHROE, A. T.; LOW, S. Y LEE. Oligogalacturonic acid and chitosan reduce stomatal aperture by inducing of reactive oxygen species from guard cells of tomato and *Commelina com*. Plant Physiology, vol. 121, 1999, pp. 147-152.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L. AND RANDALL, R. Protein measurement the Folinphenol reagent. J Biol Chem, vol. 193,1951, pp. 265-275.

MAROTO, B, J. Ajo. Universidad politécnica de Valencia. Serie Agricultura. s/f.

MARRERO, A.; HERNÁNDEZ, A.; CABALLERO, R.; CASANOVA, A.; JIMÉNEZ, S.; IGLESIAS, I.; LEÓN, M., SALGADO. Guía Técnica para la producción de ajo. Ministerio de la Agricultura Instituto de Investigación Hortícolas "Liliana Dimitrova". Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. La Habana Cuba. p. 5-14, 2009.

MARTÍNEZ, L. Cultivos: Ajo y Cebolla. En: Manejo integrado de plagas, Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal, La Habana, Cuba. p. 24-36.

MAWGOUD, A. M. R. A.; TANTAWY, A. S.; EL-NEMR, M.A. y SASSINE, y. N. Growth and yield responses of strawberry plants to chitosan application. Eur. J. of Scie. Research, vol. 39, 2007, pp. 161-168.

MAJETI, N. V. y KUMAR, R. A review of chitin and chitosan applications. *React and Funct. Polym*, vol. 46, 2000, pp. 1–27.

MILLER, G.. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem*, vol31, 1959, 426-428.

MINAGRI. *Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos*. INIFAT. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. ACTAF. p. 47- 53. 2000.