Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

# APLICACIÓN DE QUITOSAN EN LA PRODUCCIÓN DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.)

Gustavo F. Ibarra Calero[1], Eduardo E. Camargo Gonzalez[1], Rodrigo Ramírez Rodríguez[2§], Paulino Vega Rodríguez[2], Juan C. González Morales[2], Luis P. Guevara Acevedo[2]

[1]Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-campus Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato.[2]TecNM-campus Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [§]Autor de correspondencia: rodrigo.rr@roque.tecnm.mx.

## RESUMEN

El objetivo del experimento fue evaluar el efecto de la aplicación de biofertilizantes sobre parámetros de producción en el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Se manejo un diseño experimental de bloque al azar, con aplicaciones foliares de: 670 µg $mL^{-1}$ de quitosan, 5 mL $L^{-1}$ de extracto de algas Alga, la mezcla de ambos productos y un testigo comercial con aplicación de 3 mL $L^{-1}$ de PRO90®. Se realizaron 3 aplicaciones en 3 surcos con repeticiones de 3.5 m con separación de 1 m entre unidad experimental, 15 d después de la última aplicación se hizo el conteo de flores y 30 d posteriores se contó el cuajado de frutos definido. El análisis de varianza mostros resultados significativos (P≤0.05), entre los tratamientos para el factor de numero de flores y altamente significativos (P≤0.01) para las variables de fructificación y prendimiento, mostrando que la combinación de quitosan + extracto de algas tuvo el mayor efecto en las tres variables mostrando porcentajes de floración (99.70%), fructificación (88.18%) y prendimiento (88.40%). A esto se concluye que la combinación con quitosan + extracto de algas mostro efectos importantes en el número de flores e incremento la fructificación y el prendimiento en el cultivo de garbanzo.

**Palabras clave**: *algas marinas, quitosan, microorganismos, biomoléculas, análisis, prendimiento.*

## ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the effect of biofertilizer application on production parameters in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivation. A randomized block design was used, with foliar applications of: 33.5 mL $L^{-1}$ of chitosan, 5 mL $L^{-1}$ of Alga seaweed extract, a mixture of both products, and a commercial control with an application of 3 mL $L^{-1}$ of PRO90®. Three applications were made in three rows with replicates of 3.5 m, separated by 1 m between experimental units. Flower counts were performed 15 days after the last application, and fruit set was recorded 30 days later. The analysis of variance showed significant results (P≤0.05) among treatments for the number of flowers and highly significant results (P≤0.01) for the fruiting and rooting variables. The combination of chitosan and seaweed extract had the greatest effect on all three variables, showing the highest percentages of flowering (99.70%), fruiting (88.18%), and rooting (88.40%). Therefore, it is concluded

that the combination of chitosan and seaweed extract showed significant effects on the number of flowers and increased fruiting and rooting in chickpea cultivation.

*Keywords: Seaweed, Chitosan, Microorganisms, Biomolecules, Analysis, Rooting.*

## INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum L.*), se considera como una de las leguminosas de importancia por su consumo, ya que contiene el 20% de proteína y 67% de carbohidratos (Retes, 2023). A nivel global de este grano se sitúa principalmente en India, Pakistán, Turquía y Australia, donde en conjunto proporcionan el 90% del total de producción. En México se cultivan anualmente alrededor de 100 000 ha de garbanzo, de las cuales el 80% proviene de grano blanco o "kabuli" y el 20% restante de tipo desi (Padro-García *et al*, 2020).

Este cultivo ofrece condiciones donde puede crecer con una baja disponibilidad de agua, ya que es tolerante a las sequias y mitiga el efecto del cambio climático (Toledo, 2020), la temperatura óptima para el crecimiento, floración y el desarrollo de vainas, varía entre los 20 a 28°C (Jara, 2020), así mismo su fenología comprende la adaptación, respuesta y los factores ambientales, así mismo predice cambios el cual lo puede llevar a mejorar la productividad (Molinet, 2025). Sin embargo, el garbanzo se puede ver afectado por factores bióticos y abióticos que limitan su crecimiento y los procesos fisiológicos de la planta (Echevarría *et al,* 2019), dadas las circunstancias el uso de bioestimulante tiene el propósito de estimular la eficiencia en la nutrición y la tolerancia a estreses abióticos, esto como un método sugerido para afrontar esta problemática (Martínez-Gonzáles *et al,* 2021), entre ellos se encuentra el quitosan el cual actúa como activador del crecimiento y mejoradores de los rendimientos en cultivos agrícolas (Jiménez, 2015), así mismo los efectos biológicos resultantes se encuentran la inhibición del crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos que incluyen hongos y bacterias (Costales, 2017).

Otro compuesto lo constituyen las algas, que es un recurso natural que está siendo utilizado como biofertilizante para el desarrollo del cultivo (Hues-López., 2019), ya que son considerados insumos ecológicos, biodegradables, no tóxicos y seguros para la salud animal y humana (Espinosa-Antón *et al,* 2020). Actualmente, estos extractos han ganado aceptación, ya que conlleva a respuestas fisiológicas en las plantas, como el crecimiento vegetal, el mejoramiento de la floración y rendimiento, estimulación de la calidad y contenido nutricional del producto comestible (Martínez-González *et al,* 2020). Es por ello que el objetivo es evaluar el efecto de la aplicación de biofertilizantes foliares sobre los parámetros de floración, fructificación y prendimiento en el cultivo de garbanzo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio tuvo lugar en las parcelas didácticas del Tecnológico Nacional de México campus Roque en una superficie de 162 $m^2$, donde previamente el suelo fue preparado con un rastreo y posterior se trazaron surcos a una distancia de 75 cm entre surco. Se manejo un diseño experimental de bloques al azar considerando aplicaciones foliares de: 670 µg $mL^{-1}$ de quitosan (ALDAICH), 5 mL $L^{-1}$ de extracto de algas Alga (Growth®), la mezcla de ambos productos y un testigo comercial con aplicación de 3 mL $L^{-1}$ de PRO90® (Los Pro del Campo). A cada tratamiento se le suministro 1 mL $L^{-1}$ adherente AgregaSuper®. Las aplicaciones se realizaron cada 15 días. Las unidades experimentales conforman 3 surcos con repeticiones de 3.5 m con separación de 1 m entre unidades.

Las aplicaciones foliares se iniciaron a los 30 d después la emergencia de la semilla, esto tomando en cuenta la estandarización del cultivo. Se hicieron en total 3 aplicaciones foliares. A los 15 d después de la última aplicación se realizó el conteo de flores por unidad experimental y posterior a esto a los 30 d se hizo conteo teniendo un cuajado de frutos definido. Con los resultados de las variables de estudio se realizó un análisis de varianza con un diseño experimental de bloques al azar con 4 bloques, 3 tratamientos y un testigo y cuando este presento diferencias se realizó una prueba de medias Tukey (95%), todo mediante el sistema SAS® 9.4 For Windows x6 Based Systems (2023)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, el análisis de varianza mostros resultados significativos ($P \leq 0.05$), entre los tratamientos para el factor de numero de flores y altamente significativos ($P \leq 0.01$) para las variables de fructificación y prendimiento lo cual nos establece que los productos aplicados de manera foliar impactaron positivamente en la reproducción del cultivo; así mismo no se detectaron diferencias significativas en bloque (B) y bloque x tratamiento teniendo una similitud con respuestas similares entre tratamientos.

El coeficiente de variación y fructificación registrados reflejo un porcentaje del 29.88% considerándose moderada, por el contrario, el prendimiento registro el 6.83% teniendo un impacto aceptable experimentalmente. Los valores obtenidos de $R^2$ determinan un análisis estadístico bueno, ya que explica el comportamiento de las variables estudiadas.

Cuadro 1. Cuadrado medio de las variables número de flores, fructificación y prendimiento por efecto de la aplicación de biomoléculas en el cultivo de garbanzo.

| | | Cuadrado Medio | | |
|---|---|---|---|---|
| FV | gl | No. Flores | Fructificación | Prendimiento |
| Trat (T) | 3 | 2439* | 2501.45** | 304.3** |
| Bloq (B) | 1 | $35.37^{ns}$ | $0.2761^{ns}$ | $82.9^{ns}$ |
| B x T | 3 | $438.86^{ns}$ | $348.83^{ns}$ | $80.31^{ns}$ |
| EE | 8 | 385.33 | 1887.3 | 245.61 |
| TOTAL | 15 | - | - | - |
| CV | | 29.8 | 29.8 | 6.8 |
| $R^2$ | | 0.737 | 0.819 | 0.834 |

FV = Fuente de variación, gl = grados de libertad, ** = Diferencia altamente significativa (P ≤ 0.01), ** = Diferencia estadística significativa (P ≤ 0.05), ns = No existe diferencia significativa estadística (P ≥ 0.05).

Los resultados del análisis estadístico indicaron que los tratamientos foliares presentaron diferencias significativas para los factores de floración, fructificación y prendimiento, contemplando que la combinación de quitosan + extracto de algas tuvo el mayor efecto en las tres variables con porcentaje de floración del 99.70%, en fructificación del 88.18% y en prendimiento del 88.40% superando al quitosan, extracto de algas y al testigo comercial PRO90® (Los pros del campo) (Cuadro 2). Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Robledo-Torres, (2026) el cual menciona que el quitosano y el uso de titanato de hidrogeno tienen un impacto positivo mejorando el número de botones y vainas en el cultivo de frijol; Lambert, (2019) obtuvo resultados similares mostrando que el quitosano + microorganismos eficientes conllevan potencializar el crecimiento de la planta así mis a tener mayores rendimientos tanto en maní como en frijol.

Valencia-Vásquez *et al*., (2024) mencionan que las aplicaciones de nitrato de zinc más quitosan nos da una elevación en el rendimiento, contenido de zinc en el fruto y la producción de biomasa en frijol, esto también favoreciendo la actividad fotosintética, por el contrario de acuerdo con Reyes-Pérez *et al.,* (2021) la aplicación de quitosan a dosis de 2 g $L^{-1}$ en condiciones de invernadero da mejor desarrollo de planta y mayor fructificación teniendo mayores rendimientos en el cultivo de tomate.

Cuadro 2. Efecto de la aplicación de biomoléculas en parámetros de producción en el cultivo de garbanzo.

| No. | Tratamientos | Dosis | Floración | Fructificación | Prendimiento |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Quitosan | 670 µg $mL^{-1}$ | 61.48 ab | 51.25 b | 83.358 a |
| 2 | Extracto de algas | 5 mL $L^{-1}$ | 61.05 ab | 50.68 b | 83.933 a |
| 3 | Quitosan + Extracto de algas | 670 µg $mL^{-1}$ + 5 mL $L^{-1}$ | 99.70 a | 88.18 a | 88.408 a |
| 4 | TC | 3 mL $L^{-1}$ | 40.53 b | 27.73 b | 68.383 b |

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, TC=Testigo Comercial PRO90® (Los Pro del Campo).

## CONCLUSIONES

Para producción de garbanzo, se recomienda aplicaciones foliares de la combinación con Quitosan + Extracto de algas aplicado a una dosis de 670 µg $mL^{-1}$ + 5 mL $L^{-1}$ debido a que se aumenta en mas 29 % el número de flores, fructificación y el prendimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costales, D., Nápoles, M. C., Falcón, A. B., González Anta, G., Ferreira, A., & Rossi, A. (2017). *Influencia de quitosanas en la nodulación y el crecimiento vegetativo de soya (Glycine max L. Merrill). Cultivos Tropicales, 38*(1), 138-146.

Echevarría, A., Triana, A., Rivero, D., Rodríguez, A., & Martínez, B. (2019). *Generalidades del cultivo de garbanzo y alternativa biológica para el control de la marchitez*. *Cultivos Tropicales, 40*(4).

*Evaluación de la aplicación de quitosana sobre parámetros agronómicos del cultivo de tomate H-3108 (Solanum lycopersicum L.) en casas de cultivo protegido*. (2015). *Centro Agrícola*.

Jara Salazar, R. (2020). *Evaluación de variedades de garbanzos producidos bajo distintos tratamientos de fertilización y condición hídrica en la región de Valparaíso* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Chile].

Lambert T., Santiesteban R., Ceiro W., Fernández M., López G., Corrales W. (2019*). Efecto de bioproductos en la producción de Phaseolus vulgaris L. y Arachis hypogea L. Revista de Ciencias Agrícolas, 36*(1), 59-66.

López-Padrón, I., Martínez-González, L., Pérez-Domínguez, G., Reyes-Guerrero, Y., Núñez-Vázquez, M., & Cabrera-Rodríguez, J. A. (2021*). Uso de bioestimulantes en el cultivo del garbanzo*. *Cultivos Tropicales, 42*(4).

Molinet Salas, D., Maceo Ramos, Y. C., Matos Yero, R., & Lescay Batista, E. (2025). *Determinación de las fases reproductivas de cultivares de garbanzo (Cicer arietinum L.) en la provincia Granma*. *Agrotecnia de Cuba, 49*.

Prado-García, A. A., Valencia, H., Medina-Mendoza, J., & Acosta-Gallegos, J. A. (s.f.). (2022). *Rendimiento de garbanzo blanco con solo riego de presiembra en dos localidades de Guanajuato*.

Retes López, R., Moreno Medina, S., Ibarra Flores, F. A., Martín Rivera, M. H., & McCaughey Espinoza, D. M. (2023). *Análisis del cultivo de garbanzo en Sonora asociado a su rentabilidad, ciclos 2018-2019 al 2022-2023*. *Revista Mexicana de Agronegocios*.

Reyes-Pérez J., Rivero-Herrada M., García-Bustamante E., Beltran-Morales F., Ruiz-Espinoza F. (2020). *Aplicación de quitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en condiciones de invernadero. Biotecnia.*

Roblero-Torres E., Castro-Velázquez V., Rodríguez-González V., González-Moscoso M. (2007). Efecto bioestimulante de nanopartículas en titanatos de hidrogeno con quitosano en frijol Frailescano, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 16i30. 40-49.

Toledo, R. (s.f.). *Ecofisiología de garbanzo (Cicer arietinum L.)*. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

Valencia-Vázquez B., Palacio-Márquez A., Ramírez-Estrada C., Pérez-Álvarez S., Rivas-Lucero B.Sánchez E. (2024). Nitrato de zinc más quitosano favorece la asimilación de carbono y el rendimiento en frijol *(Phaseolus vulgaris L.),* Agronomía Mesoamericana, 35, Articulo 58742.