

**Evaluación de tres distancias de siembra y QuitoMax en el cultivo del maíz (Original)****Evaluation of three seedling distances and QuitoMax in the crop of the corn (Original)**

Luís Gustavo González Gómez. Ingeniero Agrónomo. Master en Ciencias. Profesor Auxiliar.

Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. [ggonzalez@udg.co.cu](mailto:ggonzalez@udg.co.cu) 

María Caridad Jiménez Arteaga. Ingeniera Agrónoma. Master en Ciencias. Profesora Auxiliar.

Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. [cjimeneza@udg.co.cu](mailto:cjimeneza@udg.co.cu) 

Exequiel Olivet Acosta. Ingeniero Agrónomo. Master en Ciencias. Profesor Asistente.

Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. [eoliveta@udg.co.cu](mailto:eoliveta@udg.co.cu) 

Recibido: 03-12-2021/ Aceptado: 28-02-2022

**Resumen**

El trabajo se realizó en la Cooperativa de Créditos y Servicios Gerardo Zamora Álvarez, de Jiguaní, Granma, con el objetivo de evaluar tres distancias de siembra, con la aplicación de QuitoMax (quitosano), en el cultivo del maíz variedad Tusón. Se aplicó una dosis de 300 mg ha<sup>-1</sup>, a inicio de floración. Los tratamientos fueron, T1:Marco de siembra de 0,60 por 0,30 m, con aplicación de QuitoMax, T2: Marco de siembra de 0,60 por 0,30 m, sin aplicación de QuitoMax, T3: Marco de siembra a doble hilera 0,90 por 0,30 por 0,20 m con aplicación de QuitoMax, T4: Marco de siembra a doble hilera 0,90 por 0,30 por 0,20 m sin aplicación de QuitoMax, T5: Marco de siembra de 0,90 por 0,60 m, con aplicación de QuitoMax T6: Marco de siembra de 0,90 por 0,60 m, sin aplicación de QuitoMax. El tamaño de las parcelas de 0,5 ha divididas en dos partes iguales, se evaluó la altura de las plantas, masa de la mazorca por tratamientos, número de hileras por mazorcas, número de granos por hilera, peso de 1000 granos y rendimiento agrícola, sobre un diseño completamente aleatorizado. Los datos se procesaron con el Paquete Estadístico Statistica V. 10.0, empleando un análisis de varianza de clasificación

simple ANOVA y se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias por Tukey para un nivel de significación del 5 %. Los mejores resultados se obtienen al sembrar con distancia de 0,60 por 0,30 m con la aplicación de QuitoMax con rendimiento de 4,22 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** quitosano; rendimiento; variedad Tusón; maíz

### **Abstract**

The work was carried in the Cooperative of Credits and Services Gerardo Zamora Álvarez, of Jiguaní, Granma, with the objective of evaluating three seedling distances, with the application of QuitoMax (chitosan), in the cultivation of the corn variety Tusón. A dose of 300 mg was applied ha<sup>-1</sup>, to flowering beginning. The treatments were, T1: Marco of seedling of 0,60 for 0,30 m, with application of QuitoMax, T2: Marco of seedling of 0,60 for 0,30 m, without application of QuitoMax, T3: Marco of seedling to double array 0,90x 0,30 x 0,20 m with application of QuitoMax, T4: Marco of seedling to double array 0,90x 0,30 x 0,20 m without application of QuitoMax, T5: Marco of seedling of 0,90 for 0,60 m, with application of QuitoMax T6: Marco of seedling of 0,90 for 0,60 m, without application of QuitoMax. The size of the parcels of 0,5 has divided in two same parts, the height of the plants, mass of the ear for treatments, number of arrays for ears, number of grains for array, weight of 1000 grains was evaluated and agricultural yield, on a totally randomized design. The data were processed with the Statistical Package Statistica V. 10.0, using an analysis of variance of simple classification ANOVA and the test of multiple comparison of stockings was used by Tukey for a level of significance of 5%. The best results are obtained when sowing with distance of 0,60 for 0,30 m with the application of QuitoMax with yield of 4,22 t ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** chitosan; variety Tusón; yield; corn

## **Introducción**

La producción de granos juega un importante papel para suplir parte de los alimentos requeridos por el hombre por su reconocida influencia en el balance nutricional de las dietas. Entre estos se encuentra el maíz (*Zea mays, L*), el que se considera como la segunda fuente nutricional en el mundo por su alto valor nutritivo (Paliwal, 2001).

La densidad poblacional para el cultivo del maíz es considerada como el factor controlable más importante para obtener mayores rendimientos en este cultivo, debido a que es una herramienta efectiva para la captura de luz. Es por esto que para el maíz la elección de la densidad de población constituye uno de los aspectos de manejo que incide en el rendimiento final; diferenciándose de otros cultivos, como trigo, soja, o girasol que tienen una mayor capacidad de ajuste ante variaciones en la densidad (Fondo Nacional Cerealista, 2011).

Respecto de los bioestimulantes biodegradables de amplio espectro, el quitosano (principio activo del QuitoMax), es un polisacárido lineal compuesto por unidades de glucosamina ligada a  $\beta$ -(1,4) (2-amino-2-desoxi- $\beta$ -D-glucopiranososa) con algunas proporciones de (N-acetilglucosamina). Se caracteriza además, por su biocompatibilidad, biodegradabilidad y baja toxicidad (Rodríguez-Guzmán et al., 2019).

El objetivo de este trabajo es evaluar tres distancias de siembra, combinadas con la aplicación de QuitoMax (quitosano), en el cultivo del maíz raza Tusón en la provincia Granma.

## **Materiales y métodos**

Este trabajo se realizó en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “Gerardo Zamora Álvarez”, ubicada en Cautillo Merendero, Jiguaní, Granma.

Se evaluó la variedad de maíz criolla Tusón, sembrada de forma manual. Se le aplicó una dosis de 300 mg ha<sup>-1</sup> de QuitoMax a los tratamientos 1,3 y 5 al inicio del periodo de floración de manera foliar.

Los tratamientos evaluados fueron:

T1: Marco de siembra de 0,60 m por 0,30 m, con aplicación de QuitoMax.

T2: Marco de siembra de 0,60 m por 0,30 m, sin aplicación de QuitoMax.

T3: Marco de siembra a doble hilera 0,90 m por 0,30 m por 0,20 m con aplicación de QuitoMax.

T4: Marco de siembra a doble hilera 0,90 m por 0,30 m por 0,20 m sin aplicación de QuitoMax.

T5: Marco de siembra de 0,90 m por 0,60 m, con aplicación de QuitoMax.

T6: Marco de siembra de 0,90 m por 0,60 m, sin aplicación de QuitoMax (control) este es el marco de siembra más empleado en la provincia Granma.

El suelo donde se realizó la siembra es del tipo Fluvisol (Hernández et al., 2015). El mismo se preparó con un sistema de Laboreo Mínimo, las atenciones culturales se realizaron según el Minag (2017), la temperatura (25 a 30 °C), humedad relativa (74-78 %) y las precipitaciones tuvieron un comportamiento favorable para el desarrollo del cultivo de acuerdo a lo planteado por Guacho (2014) y fue necesario regar solo en la fase de floración. El tamaño de las parcelas para todos los tratamientos fue de 0,5 ha divididas en dos partes iguales, una con QuitoMax y la otra no se le aplicó el polímero.

Se seleccionaron 60 plantas aleatorizadamente por tratamientos, evaluándose:

- Altura de las plantas (m): Se midieron las plantas desde el cuello de la raíz hasta la inflorescencia masculina, en tres momentos, inicio de floración, inicio de fructificación y fructificación masiva.

Para los indicadores productivos después de la cosecha, en estado seco y con un nivel de humedad entre 14-18 % de los granos se seleccionaron 60 mazorcas de cada tratamiento (20 mazorcas en tres puntos dentro del área) y se evaluaron las siguientes variables:

- Masa de la mazorca por tratamientos (g), Número de hileras por mazorcas, Número de granos por hilera, Peso de 1000 granos (g), Rendimiento agrícola (t ha<sup>-1</sup>).

El diseño experimental empleado fue completamente aleatorizado donde los tratamientos se distribuyeron al azar.

Los datos se procesaron a través del Paquete Estadístico Statistica V. 10.0 para Windows empleando un análisis de varianza de clasificación doble ANOVA, donde se evaluó el factor bioproducto y distancia de siembra (Bifactorial). En los casos en que los indicadores mostraron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias por Tukey para un nivel de significación del 5 %.

### **Análisis y discusión de los resultados**

Al evaluar la altura de las plantas en la tabla 1, se refleja que en la primera evaluación no existió diferencias significativas entre los tratamientos y en los dos momentos, los mejores resultados corresponden a la distancia de siembra del tratamiento uno (0,60 m por 0,30 m), que favorece a esta variable al existir mayor número de plantas por área. Desde el punto de vista estadístico difiere significativamente al inicio de floración y fructificación masiva del resto de los tratamientos. Entre los dos tratamientos donde se empleó esta distancia de siembra, la parcela donde se aplicó QuitoMax obtuvo el mejor resultado durante todo el experimento, excepto al inicio de fructificación.

Según Pérez et al. (2015) al quitosano se le atribuye que favorece la producción de enzimas relacionadas con el crecimiento y desarrollo de las plantas tales como la celulosa, lo que

promueve una mayor altura de las plantas, cuestión que se confirma al evaluar esta variable.

Además quedó demostrado que la densidad de siembra influye también en esta variable.

**Tabla 1. Altura de las plantas por tratamientos (m)**

Tratamientos	Inicio de floración	Inicio de fructificación	Fructificación Masiva
T1:0,60 m por 0,30 m con QuitoMax	0,83	1,97 a	2,33 a
T2:0,60 m por 0,30 m sin QuitoMax	0,77	1,82 b	2,32 a
T3: Doble hilera con QuitoMax	0,77	1,73 b	1,97b
T4: Doble hilera sin QuitoMax	0,74	1,68 b	1,93 b
T5:0,90 m por 0,60 m con QuitoMax	0,82	1,04 c	1,70 c
T6:0,90 m por 0,60 m sin QuitoMax	0,78	0,82 d	1,68 c
EE	0,440	0,440	0,307

**Nota: Letras iguales no existen diferencias significativas dentro de la misma columna según Tuckey para  $p \leq 5\%$ .**

Con relación a la masa de la mazorca, en la tabla 2 se observa que para los tratamientos uno, dos y tres no existen diferencias significativas, sin embargo, los dos primeros difieren de los tratamientos cuatro, cinco y seis.

**Tabla 2. Masa de la mazorca por tratamientos (g)**

Tratamientos	Media
T1:0,60 m por 0,30 m con QuitoMax	183 a
T2:0,60 m por 0,30 m sin QuitoMax	182 a
T3: Doble hilera con QuitoMax	157 ab
T4: Doble hilera sin QuitoMax	143 b
T5:0,90 m por 0,60 m con QuitoMax	142 b
T6:0,90 m por 0,60 m sin QuitoMax	141 b
EE	0,29

**Nota: Letras iguales no existe diferencias significativas según Tuckey para  $p \leq 5\%$ .**

Según el Minag (2017), en su Manual para la Producción Sostenible de maíz en Cuba, la masa ideal de las mazorcas de las variedades de maíz cubano es de 150-180 g en su estado seco. Los tratamientos cuatro, cinco y seis están por debajo de estos valores y los tratamientos uno, dos y tres superan el rango mínimo estos valores.

Al evaluar el número de granos por hileras en la tabla 3 se observa que los mejores resultados se obtienen en el tratamiento uno con la aplicación de QuitoMax y la distancia de siembra de 0,30 por 0,60 m, este no difiere del tratamiento de igual distancia de siembra sin QuitoMax y si difiere del resto de los tratamientos.

Quevedo et al. (2015) al evaluar dos distancias entre surcos reportan que los mejores resultados se obtienen en la distancia de 80 cm entre surcos al compararlo con la distancia de 70 cm entre surcos, con valores de 26,92 por 22,41 granos por hileras, estos valores son inferiores a los obtenidos en los tratamientos uno y dos así como en el cinco y seis. Pero los resultados obtenidos por estos autores para la distancia entre surcos de 70 cm son inferiores a todos los tratamientos de esta experiencia.

Guacho (2014) reportó valores de 21,1 a 23,1 granos por hileras, que están por debajo del rango obtenido en este trabajo el cual fue de 28,1 a 37,6 granos por hileras, siendo diferentes variedades y diferentes formas de las mazorcas.

Fernández et al. (2009) reportan valores para esta variedad de maíz en cuanto al número de granos por hileras de 31,12 siendo superior solo a los tratamientos tres y cuatro, e inferior al resto.

Terry (2017) en sus resultados con la aplicación de QuitoMax arriba a la conclusión de que este biopolímero aplicado por imbibición de las semillas, por aspersión foliar o en su combinación, estimula las variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento, además, favorece

al incremento en el rendimiento del cultivo en un 55 % con respecto al control de producción, lo que parece haberse manifestado en esta variable.

**Tabla 3. Número de granos por hileras por tratamientos evaluados**

Tratamientos	Media
T1:0,60 m por 0,30 m con QuitoMax	36 a
T2:0,60 m por 0,30 m sin QuitoMax	32 ab
T3: Doble hilera con QuitoMax	24 b
T4: Doble hilera sin QuitoMax	24 b
T5:0,90 m por 0,60 m con QuitoMax	29 b
T6:0,90 m por 0,60 m sin QuitoMax	29 b
EE	1,308

**Nota: Letras iguales no existe diferencias significativas según Tuckey para  $p \leq 5\%$ .**

Al evaluar el número de hileras por mazorcas observamos en la tabla 4 que no existen diferencias entre los tratamientos evaluados, ni donde se aplicaron las tres distancias de siembra, ni el QuitoMax, lo que demuestra que ambos factores no son capaces de provocar cambios cuantitativos sobre este indicador.

Quevedo et al. (2015) reportan valores entre 15,52 y 15,55 hileras por mazorcas, valores superiores a los obtenidos en este trabajo, lo que refleja teniendo en cuenta el número de granos por hileras y el número de hileras por mazorcas, que las mazorcas de maíz evaluadas por estos autores son más anchas y más cortas que la variedad de maíz criollo Tusón, siendo características genéticas propias de las variedades estudiadas.

Guacho (2014) reportó un rango entre 10,6 y 13, 5 número de hileras por mazorcas al evaluar 14 híbridos de maíz, los resultados de este trabajo se encuentran dentro de ese rango con tendencias a alcanzar el mayor valor sobre todo en aquellos tratamientos donde se aplicó QuitoMax (uno, tres y cinco).

Otros autores como Fernández et al. (2009) al evaluar la variedad Tusón reportan valores de 14,28 hileras por mazorcas, en este caso es superior a los resultados mostrados en la tabla 4.

**Tabla 4. Número de hileras por mazorcas en cada tratamiento**

Tratamientos	Medias
T1:0,60 m por 0,30 m con QuitoMax	13,40
T2:0,60 m por 0,30 m sin QuitoMax	12,60
T3: Doble hilera con QuitoMax	11,80
T4: Doble hilera sin QuitoMax	12,20
T5:0,90 m por 0,60 m con QuitoMax	13,00
T6:0,90 m por 0,60 m sin QuitoMax	12,00
EE	5,633

**Nota: Letras iguales no existen diferencias significativas según Tuckey para  $p \leq 5\%$ .**

Cuando se evalúa el peso de mil semillas (figura 1) se observa que el peso mayor de las semillas corresponde al tratamiento cuatro (doble hilera sin QuitoMax), el cual difiere significativamente del resto, seguido por el tratamiento tres (igual distancia con QuitoMax) y el tratamiento dos (0,30 por 0,60 m con QuitoMax) y el resultado más bajo se obtiene en el tratamiento seis (0,60 por 0,90 m sin QuitoMax).

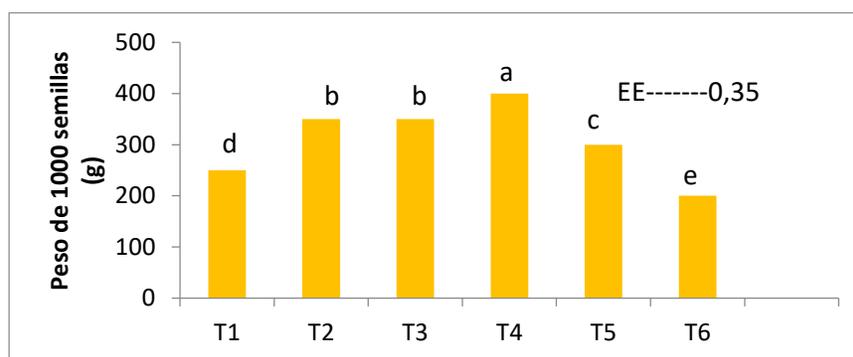
El mayor peso de 1 000 granos de maíz puede deberse a que las plantas producen mayor cantidad de fotoasimilados, debido a una menor competencia por luz y recursos del suelo, esto influye sobre los componentes del rendimiento y la estructura fotosintética según Vélez et al. (2007), aspecto que se corrobora en el tratamiento cuatro, donde hubo menor competencia al existir menos plantas por área y se obtiene el mayor valor del peso.

Fernández et al. (2009) al caracterizar seis variedades criollas del maíz reportan valores de 137,4 a 265,2 g para el peso de 1 000 semillas, entre las que se encontraba la variedad Tusón

evaluada en este trabajo con una media de 265,1 g, el cual es superior a los valores de los tratamientos uno y cinco, e inferior al resto de los tratamientos evaluados.

La respuesta favorable de los indicadores productivos hasta aquí evaluados puede deberse a que la aplicación de QuitoMax estimuló los procesos fisiológicos de las plantas, incrementando el tamaño de las células, lo cual hace más asimilables los nutrientes por las mismas, efecto reportado por Hadwiger (2013), excepto en la variable peso de 1000 granos donde los tratamientos con QuitoMax presentan menor valor.

**Figura 1. Peso de mil semillas por tratamientos (g)**



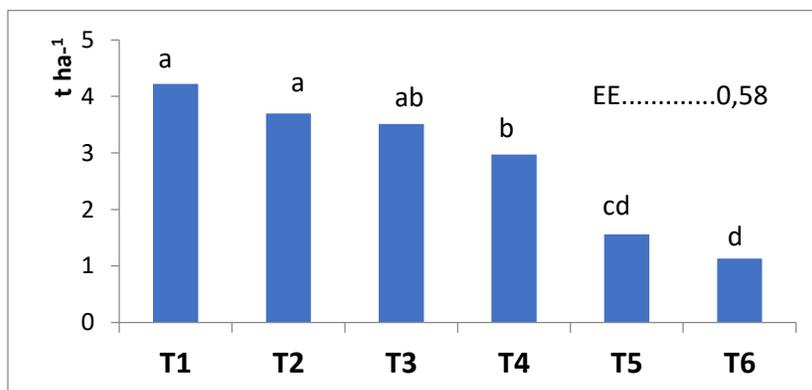
En la figura 2 se presenta el rendimiento obtenido por tratamientos, donde el tratamiento uno, dos y tres no presentan diferencias significativas entre ellos y a su vez el tratamiento tres y el cuatro no presentan diferencias significativas entre sí y estos cuatros difieren del tratamiento cinco y seis. Por los resultados se puede afirmar que las diferencias entre los tratamientos obedecen a la distancia de siembra empleada, lo que ofrece una densidad de plantas determinada y la incidencia del QuitoMax como bioestimulante fue ligeramente determinante, capaz de provocar cambios sobre las plantas, obsérvese que todos los tratamientos donde hay aplicación de QuitoMax, superan numéricamente a los tratamientos sin QuitoMax.

Prieto (2014) afirma que la densidad de siembra del maíz puede ser variada en cada zona, es por ello que en la zona de Jiguaní los campesinos por tradición utilizan una distancia de

siembra de 0,90 m por 0,60 m y este trabajo pretende demostrar que mientras mayor es el número de plantas por área, mayor va a ser el rendimiento agrícola, aspecto que quedó corroborado.

Prieto (2014) al evaluar diferentes densidades de siembra reporta que con una densidad de 100 000 pl/ha (plantas por hectáreas) tuvo una diferencia de 1 400 kg por hectárea mayor que cuando se empleó una densidad de 75 000 (pl ha<sup>-1</sup>). Este resultado coincide con otros trabajos realizados, donde se encontraron diferencias estadísticas significativas al aumentar la densidad de siembra y con la reducción de espacios entre hileras, reportados por Soltero-Díaz et al. (2010).

**Figura 2. Rendimiento obtenido por tratamientos (t ha<sup>-1</sup>)**



## Conclusiones

1. En cuanto a la altura de las plantas, así como los indicadores productivos más importantes del cultivo del maíz variedad Tusón sembrado en tres distancias de siembra, los mejores resultados se obtienen en los tratamientos donde se aplicó QuitoMax (quitosano).
2. Los mejores resultados se obtienen cuando se emplea una distancia de siembra de 0,60 m por 0,30 m y se aplica QuitoMax con un rendimiento de 4,22 t ha<sup>-1</sup>.

## Recomendaciones

Recomendamos emplear una distancia de siembra de 0,60 m por 0,30 m y aplicación de QuitoMax a inicio de floración en dosis de 300 mg ha<sup>-1</sup>, en el cultivo del maíz variedad Tusón.

## Referencias bibliográficas

- Fernández, L., Fundora, Z. M., Crossa, J., & Gálvez, G. (2009). Caracterización de razas cubanas de maíz (*Zea mays* L.) mediante marcadores agromorfológicos en la colección nacional del cultivo. *Cultivos tropicales*, 30(4), 62-70.
- Fondo Nacional Cerealista. (2011). Aspectos técnicos de la producción de maíz en Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/19418>
- Guacho, E. (2014). *Caracterización agro-morfológica del maíz (Zea mays, L). De la localidad San José de Chazo*. [Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo. Escuela Superior politécnica de Chimborazo]. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de ingeniería agronómica. Riobamba – Ecuador.
- Hadwiger, L. (2013). Multiple effects of chitosan on plant systems: Solid science or hype. *Plant Science*, 208, 42-49.
- Hernández, A., Pérez, J., Bosch, D., & Castro, N. (2015). *Clasificación Genética de los suelos de Cuba*. Ediciones INCA.
- Ministerio de la Agricultura. (2017). *Producción sostenible de Maíz en Cuba*. Dirección de agricultura. Ministerio de la agricultura. República de Cuba.
- Paliwal, R. L. (2001). *Mejoramiento del maíz con objetivos especiales* (No. 0275-19). FAO. <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s20.htm>
- Pérez, J. C., Ceballos, H., Ortega, E., & Lenis, J. (2015). Análisis de la interacción genotipo por ambiente en yuca usando el modelo AMMI. *Fitotecnia Colombiana*, 5(2), 11-19.
- Prieto, D. (2014). *Efecto de diferentes densidades de siembra en el cultivo de maíz (Zea mays, L.)*. Universidad Nacional del Este – (UNE) Escuela Superior de Educación Cruce Itakyry - (ESECI) / Alto Paraná. XXII Jornada de Jóvenes investigadores.

- Quevedo, Y., Barragán, E., & Beltrán, J. (2015). Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Impacto. *Revista Scientia Agroalimentaria*, 2.
- Rodríguez-Guzmán, C. A., González-Estrada, R. R., Bautista-Baños, S., & Gutiérrez-Martínez, P. (2019). Efecto del quitosano en el control de *Alternaria* sp. en plantas de jitomate en invernadero. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 22.  
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.161>
- Soltero-Díaz, L., Garay-López, C., & Ruiz-Corral, J. A. (2010). Respuesta en rendimiento de híbridos de maíz a diferentes distancias entre surcos y densidades de plantas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(2),147-156.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263120587003>
- Terry, E., Falcón, A., Ruiz, J., Carrillo, Y., Morales, H. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*, 38(1), 147-154.
- Vélez, L. D., Clavijo, J., & Ligarreto, G. A. (2007). Análisis ecofisiológico del cultivo asociado maíz (*Zea mays* L.) – frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, 60(2), 3965-3984.