



## **Genifix® un bioestimulante microbiano que mejora la calidad de plántulas y frutos de jitomate**

### **Genifix® a microbial biostimulant that improves the quality of tomato seedlings and fruits**

Félix David Murillo-Cuevas<sup>1</sup>, Jacel Adame-García<sup>1\*</sup>, José Antonio Fernández-Viveros<sup>1</sup>, Héctor Cabrera-Mireles<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México Campus Úrsulo Galván, km. 4.5 Carretera Cardel-Chachalacas, CP. 91667, Úrsulo Galván, Veracruz.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias, CIRGOC, Campo Experimental Cotaxtla, km. 34.5 Carretera Veracruz -Córdoba, Medellín de Bravo. CP. 94992, Veracruz, México.

\*Autor de correspondencia: [jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx](mailto:jacel.ag@ugalvan.tecnm.mx)

Recibido 25 de julio 2023; recibido en forma revisada 12 de agosto 2023; aceptado 30 de octubre 2023

#### **RESUMEN**

El uso excesivo de fertilizantes sintéticos contamina cuerpos de agua y suelo. Los bioestimulantes microbianos son una alternativa eficiente en la producción de hortalizas con un manejo de bajos insumos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del bioestimulante microbiano Genifix® sobre plántulas y frutos de jitomates en condiciones protegidas de macrotúnel. El trabajo se realizó en el Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván. Los tratamientos fueron: 1) Genifix®, 2) Trichoderma, 3) Bio-Terra® y 4) testigo. Para plántulas la variable fue: peso seco de plántula. Para frutos las variables fueron: peso y diámetro de 20 frutos. También se

consideraron los parámetros bromatológicos de frutos: K, Mg, °Brix, pH, C.E., % humedad, % Materia seca y % Ceniza. El bioestimulante Genifix® generó en promedio plántulas más pesadas (0.21g) en comparación a las plántulas testigo. Además, desarrolló en promedio frutos más largos (77.70mm) y anchos (52.15mm). Por otro lado, Genifix® produjo en promedio frutos más pesados (120.0g), incrementando el peso en un 30.2%. Los frutos de las plantas inoculadas con Genifix® tuvieron en promedio los valores más altos de K (311.54 mg/100 g), Mg (33.64 mg/100 g) y cenizas (12.96%). El uso del bioestimulante microbiano Genifix® mejoró la calidad de las plántulas y frutos de jitomate al incrementar el peso seco de las plántulas (Biomasa) y tamaño (peso y dimensiones) de los frutos, así como de algunos valores bromatológicos (K, Mg y cenizas) nutricionales de estos.

**Palabras Clave:** Agricultura sustentable, hortalizas, bacterias, Bacillus, Trichoderma

## **ABSTRACT**

The excessive use of synthetic fertilizers contaminates bodies of water and soil. Microbial biostimulants are an efficient alternative in the production of vegetables with low input management. The objective of this work was to evaluate the effect of the microbial biostimulant Genifix<sup>®</sup> on tomato seedlings and fruits under protected macrotunnel conditions. The work was carried out at the National Technology of Mexico, Campus Úrsulo Galván. The treatments were: 1) Genifix<sup>®</sup>, 2) Trichoderma, 3) Bio-Terra<sup>®</sup> and 4) control. For seedlings the variable was: dry weight of seedling. For fruits the variables were: weight and diameter of 20 fruits. The bromatological parameters of fruits were also considered: K, Mg, °Brix, pH, C.E., % humidity, % Dry matter and % Ash. The Genifix<sup>®</sup> biostimulant generated on average heavier seedlings (0.21g) compared to the control seedlings. In addition, it developed on average longer (77.70mm) and wider (52.15mm) fruits. On the other hand, Genifix<sup>®</sup> produced heavier fruits on average (120.0g), increasing the weight by 30.2%. The fruits of the plants inoculated with Genifix<sup>®</sup> had on average the highest values of K (311.54 mg/100 g), Mg (33.64 mg/100 g) and ash (12.96%). The use of the microbial biostimulant Genifix<sup>®</sup> improved the quality of tomato seedlings and fruits by increasing the dry weight of the seedlings (Biomass) and size (weight and dimensions) of the fruits, as well as some bromatological values (K, Mg and ashes) nutritional of these.

**Keywords:** Sustainable agriculture, vegetables, bacteria, Bacillus, Trichoderma

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción de alimentos presenta grandes desafíos al tener que lograr altos niveles de productividad con prácticas de manejo que protejan al medio ambiente, utilizando enfoques cada vez más sustentables. El jitomate con una producción de 12,565.18 toneladas en una superficie sembrada de 15,883.03 hectáreas es uno de los principales cultivos en nuestro país (SIAP, 2022). En el estado de Veracruz se tienen 1,234.25 hectáreas sembradas con jitomate con una producción de 32,036.57 toneladas (SIAP, 2022). En Veracruz, como en gran parte del territorio nacional, el cultivo de jitomate a cielo abierto y en condiciones protegidas depende de la fertilización química.

La fertilización química contamina cuerpos de agua y suelo, ya que los fertilizantes se lavan del suelo por la escorrentía. Una alternativa que pretende reducir el uso de los fertilizantes químicos en la agricultura es la utilización de bioestimulantes formulados con hongos y/o bacterias (Adame-García et al., 2021; Murillo-Cuevas et al., 2021).

Una de las estrategias más recientes que avalan la eficiencia del uso de nutrientes en la producción de vegetales con tasas reducidas de fertilizantes sintéticos es el uso de bioestimulantes microbianos (Wozniak et al., 2020). El uso de bioestimulantes microbianos en la agricultura está siendo cada vez más frecuente en los últimos años como un enfoque sustentable para promover el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas (Ganugi et al., 2021).

Genifix® es un bioestimulante microbiano formulado a base de cepas de bacterias del género *Bacillus* obtenidas de suelos agrícolas de caña de azúcar, pasto y silvopastoril en Úrsulo Galván, Veracruz (Adame-García et al., 2021).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del bioestimulante microbiano Genifix® sobre plántulas y frutos de jitomates en condiciones protegidas de macrotúnel.

## METODOLOGÍA

### Localización del sitio de estudio.

El trabajo se realizó en el Tecnológico Nacional de México, Campus Úrsulo Galván, ubicado en el municipio de Úrsulo Galván, Veracruz.

### **Material vegetal y tratamientos.**

Se utilizaron semillas de jitomate variedad “Atrevido F1” de Harris Moran<sup>®</sup>. Se evaluó el efecto del bioestimulante Genifix<sup>®</sup> en comparación a dos estimulantes comerciales y un testigo. Los tratamientos fueron: 1) Genifix<sup>®</sup> (cepas de *Bacillus* spp.) a una dosis del 20% v/v, 2) Trichoderma (*Trichoderma harzianum*) a una dosis de 1 Kg en 200 L agua, 3) Bio-Terra<sup>®</sup> (*Rhizobium* sp., *Bacillus* spp., *T. harzianum* a dosis de 0.5 Kg en 200 L agua y 4) testigo (agua).

### **Evaluación en plántulas.**

Se pusieron a germinar 40 semillas por tratamiento en charolas con sustrato peat moss. Posteriormente a las 24 h después de la siembra, se inocularon con 1 mL de solución de cada bioestimulante. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 40 repeticiones, considerando cada plántula como una repetición.

La variable de respuesta fue el peso seco de plántula, colocadas en horno de secado a 65°C durante 72 horas. Para comparar el efecto de los bioestimulantes en el peso de plántulas se realizó un ANOVA y una

comparación de medias de Tukey  $\alpha=0.05$ . Los análisis estadísticos se realizaron con el software Infostat versión 2020.

### **Evaluación en frutos.**

Se utilizó un cultivo en condiciones protegidas de macrotúnel. El macrotúnel fue de 3 m de ancho por 30 m de largo (90 m<sup>2</sup>). El marco de plantación fue de una planta cada 25 cm a tres bolillos, lo cual dio un total de 120 plantas por cama y 240 por macrotúnel. Se utilizaron frutos de un corte, a los 92 días después del trasplante. En todos los tratamientos por igual se realizó una fertilización mínima tradicional del cultivo, fosfato/nitrato cada 30 días, micronutrientes cada 20 días y Boro/Calcio al inicio de floración y posteriormente cada 20 días.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones (bloques) distribuidas en dos camas, en cada bloque se consideraron seis plantas de jitomate. En cada tratamiento los bioestimulantes se aplicaron mensualmente al suelo, dirigidos al cuello de la planta (drench). Las variables de respuesta fueron peso, diámetro ecuatorial y polar de 20 frutos tomados al azar de las seis plantas, por

bloque. Para los análisis bromatológicos de los frutos por tratamiento, se obtuvo una muestra compuesta de 100g a partir de 10 frutos tomados al azar de cada tratamiento a las cuales se le realizaron las mediciones de % humedad, % cenizas, % materia seca, K, Mg, °Brix y pH de acuerdo a la Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2002).

Para comparar el efecto de las bioestimulantes en el peso, dimensiones y parámetros bromatológicos de los frutos de chile jalapeño, se realizó un ANOVA y una comparación de medias de Tukey  $\alpha=0.05$ . Los porcentajes de algunos parámetros bromatológicos se transformaron al arcoseno de la raíz cuadrada. Los análisis estadísticos se realizaron con el software Infostat versión 2020.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Plántulas.

El producto Genifix® tuvo un efecto significativo en el peso seco de plántulas de jitomate ( $F_{3,156}=18.71$ ,  $p=0.0001$ ) con un incremento promedio del 28.6% (0.21g) de peso con respecto a plántulas testigo (0.15g). El peso promedio de plántulas inoculadas con Bio-Terra® (0.17g) y Trichoderma (0.16g) no

registraron diferencias significativas en relación al peso de plántulas testigo.

Genifix® formulado con cepas de bacterias del género *Bacillus* estimuló el desarrollo de plántulas de jitomate a diferencia de los productos formulados con hongos *T. harzianum*. Estos resultados son similares a los obtenidos en chile habanero, en el cual Genifix® incrementó el peso de plántulas a diferencia de bioestimulantes a base de *Trichoderma* que no registraron diferencias significativas con el testigo (Murillo-Cuevas et al., 2021).

El nulo efecto de los productos Trichoderma y Bio-Terra® sobre el desarrollo de plántulas de jitomate puede ser debido a que las cepas de los hongos y bacterias de estos bioestimulantes son menos compatibles con las plantas de jitomate en la interacción microorganismo-planta (Cano, 2011; Vázquez et al., 2000).

### Frutos.

El diámetro polar ( $F_{3,178}=10.19$ ,  $p=0.0001$ ), y ecuatorial ( $F_{3,178}=5.05$ ,  $p=0.0022$ ) de los frutos de plantas tratadas con el bioestimulante Genifix® fueron significativamente superiores a los diámetros

de los frutos de las plantas sin aplicaciones de bioestimulantes y con aplicaciones del estimulante Trichoderma (Cuadro 1). Los Frutos de plantas con Genifix® incrementaron en promedio 14.9% el diámetro polar y 9.2% el ecuatorial. Las plantas con Genifix® incrementaron significativamente el peso ( $F_{3,178}=11.68, p=0.0001$ ) de los frutos en relación a los frutos de las plantas sin aplicaciones de bioestimulantes (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Efecto de bioestimulantes en el diámetro y peso promedio de fruto de jitomate en condiciones protegidas de macrotúnel.

Bioestimulantes	Diámetro (mm)		Peso (g)
	Polar	Ecuatorial	
Genifix	77.70 <sup>a</sup>	52.15 <sup>a</sup>	120.00 <sup>a</sup>
Bio-Terra	72.36 <sup>ab</sup>	49.56 <sup>ab</sup>	101.07 <sup>b</sup>
Trichoderma	68.15 <sup>bc</sup>	47.93 <sup>b</sup>	87.07 <sup>bc</sup>
Testigo	66.09 <sup>c</sup>	47.36 <sup>b</sup>	83.72 <sup>c</sup>
C.V.	14.12	11.91	30.59

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). C.V.=Coeficiente de variación.*

El bioestimulante Genifix® aplicado a las plantas de jitomate incremento en promedio 30.2% el peso de los frutos. El bioestimulante Bio-Terra® también

mejoró el peso y dimensiones de los frutos a comparación del bioestimulante Trichoderma, que no registró efectos en los frutos.

Genifix® aumento la concentración de K ( $F_{3,12}=6.59, p=0.0070$ ), Mg ( $F_{3,12}=4.76, p=0.0207$ ) y cenizas ( $F_{3,12}=4.16, p=0.0310$ ) en los frutos en comparación a los frutos testigos (Cuadro 2). El % humedad, % materia seca, °Brix y pH no registraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre los frutos de las plantas sin y con aplicaciones de bioestimulantes.

**Cuadro 2.** Efecto de bioestimulantes en valores promedios de K, Mg y cenizas obtenidos de frutos de jitomate en condiciones de macrotúnel.

Bioestimulantes	K (mg/100 g)	Mg	Ceniza (%)
Genifix	311.54 <sup>a</sup>	33.64 <sup>a</sup>	12.96 <sup>a</sup>
Bio-Terra	247.50 <sup>ab</sup>	26.11 <sup>ab</sup>	11.66 <sup>ab</sup>
Trichoderma	225.05 <sup>b</sup>	22.93 <sup>b</sup>	10.84 <sup>ab</sup>
Testigo	198.88 <sup>b</sup>	21.57 <sup>b</sup>	9.84 <sup>b</sup>
C.V.	15.27	33.64	11.43

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ). C.V.= Coeficiente de variación.*

El bioestimulante Genifix® se ha evaluado en comparación con otros bioestimulantes comerciales formulados con hongos del género *Trichoderma*, por ejemplo, en el cultivo de chile habanero, donde los bioestimulantes incrementaron significativamente el peso y dimensiones del fruto sin registrar diferencias estadísticas entre los productos (Murillo-Cuevas et al., 2021). Sin embargo, en chile morrón, el producto Genifix® fue superior a los productos comerciales (Adame-García et al., 2023). En el cultivo de jitomates Genifix® se ha evaluado en relación a los productos comerciales T22® y Mix®, formulados con hongos *Trichoderma*, en donde los frutos de plantas con aplicaciones de Genifix® superaron en peso, diámetro y altura a los frutos de las plantas tratadas con los otros bioestimulantes y plantas testigo (Adame-García et al., 2023).

Las diferencias entre los bioestimulantes pueden deberse a los diferentes grados de compatibilidad de las cepas microbianas con la planta hospedera, ya que el efecto de estos depende de la compatibilidad entre ellos (Cano, 2011; Vázquez et al., 2000).

## CONCLUSIONES

El bioestimulante Genifix® representa una opción biológica para incrementar la calidad de los frutos de jitomate con un enfoque de agricultura sustentable y sostenible, al usar de manera racional o mínima tradicional los fertilizantes sintéticos.

## AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICYDET) por el financiamiento del proyecto con clave: CP1111 1621/2023.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Villegas-Narváez, J., Rivera-Meza, A. E., & Vázquez-Hernández, A. (2023). Efecto de bioestimulantes microbianos en frutos de chile morrón y jitomate producidos en macrotúnel. *Biotecnia*, 25. p. 81-87.
- Adame-García, J., Murillo-Cuevas, F. D., Flores-de la Rosa, F. R., Velázquez-Mendoza, V., López-Vázquez, M., Cabrera-Mireles, H. & Antonio-Vázquez, E. (2021). Identificación



- molecular y evaluación de bacterias en el desarrollo vegetativo y producción de chile habanero. *Biocencia*, 23. p. 151-157.
- AOAC. (Association of Official Analytical Chemistry). (2002). Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists. 17<sup>a</sup> Ed. Washington, D.C., USA.
- Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 14, 15-31.
- Ganugi, P., Martinelli, E., & Lucini, L. (2021). Microbial biostimulants as a sustainable approach to improve the functional quality in plant-based foods: A review. *Current Opinion in Food Science*, 41. p. 217-223.
- Murillo-Cuevas, F. D., Adame-García, J., Cabrera-Mireles, H., Villegas-Narváez, J., & Vásquez-Hernández, A. (2023). Bioestimulantes e insecticidas biorracionales en el cultivo de berenjena en condiciones protegidas de macrotúnel. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26. p. 1-12.
- Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Adame-García, J., Vásquez-Hernández, A., Martínez-García, A. de J. & Luria, M. R. (2021). Bioestimulantes en la calidad en la calidad de frutos de chile habanero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12. p. 1473-1481.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2022). Producción agrícola. Avance de Siembras y Cosechas. Accesado: 23 sep 2023. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/aumentan-volumen-y-valor-de-produccion-del-sector-agricola-nacional-en-2021>
- Vázquez, M. M., César, S., Azcón, R., & Barea, J. M. (2000). Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and other microbial inoculants (*Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Trichoderma*) and their effects on microbial population and enzyme activities in the rhizosphere of maize plants. *Applied Soil Ecology*, 15. p. 261-272.

Wozniak, E., Blaszczyk A., Wiatrak, P., & Canady,

M. (2020). Biostimulant Mode of Action:

Impact of Biostimulant on Whole-Plant Level.

In Geelen, D., & Xu, L. The Chemical Biology

of Plant Biostimulants. (pp. 205-227). Estados

Unidos. Ed. Wiley.