

Biofertilización en *Stevia rebaudiana* Bertoni, Var. Morita II

SÁNCHEZ-CARRILLO, Román, GUERRA-RAMÍREZ, Priscila y RESÉNDIZ S., Isidro

R. Sánchez, P. Guerra e I. Reséndiz

Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México

Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México
sacr76@hotmail.com

F. Pérez, E. Figueroa, L. Godínez, R. Pérez (eds.) Ciencias de la Biología, Agronomía y Economía. Handbook T-II.- ©ECORFAN, Texcoco de Mora, México, 2017.

Abstract

The irrational use of chemical fertilization carries a negative environmental impact; an option to stop such environmental degradation is the use of biofertilizer prepared with microorganisms, which may partially or totally replace chemical fertilizers (Armenta-Bojorquez, et al., 2010). These microorganisms may be present in the soil but are not always adequate or are very scarce, so you can use specific preparations to promote plant growth. In this work we evaluated 5 different types of microorganisms, *Azotobacter spp.*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Glomus intrarradices* and *Azospirillum brasilense* on the growth of *Stevia rebaudiana*, finding that co-inoculation of *Azospirillum brasilense* and *Glomus intrarradices* contributes to increase vegetative growth and root.

4 Introducción

Actualmente México importa el 67.5% de los fertilizantes utilizados en la producción agrícola, buena parte de estos fertilizantes no son aprovechados por las plantas, lo cual acarrea un impacto ambiental negativo, tal como contaminación de mantos acuíferos, eutrofización, lluvia ácida, entre otros. Una alternativa para frenar tal deterioro ambiental es el uso de biofertilizantes preparados con microorganismos específicos, los cuales se pueden aplicar al suelo y/o planta, con la finalidad de disminuir o sustituir totalmente la fertilización química (Armenta-Bojorquez, et al, 2010). Se conocen diferentes tipos de microorganismos benéficos, entre los que destacan *Trichoderma spp.*, *Azotobacter spp.*, *Glomus spp.*, *Bacillus spp.* Los cuales, además de facilitar diferentes tipos de nutrientes, también pueden antagonizar con fitopatógenos, para el caso del hongo del género *Trichoderma*, un habitante común en la rizosfera, tiene varios mecanismos a través de los cuales influye el desarrollo de las plantas tales como la producción de reguladores de crecimiento, la solubilización y absorción de P, Cu, Fe, Zn, y Mn, y capacidad antagónica contra ciertos hongos fitopatógenos de plantas de interés agrícola (Gravel et al., 2007; Osman et al., 2010), en el caso de Las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV) representan una amplia variedad de bacterias del suelo, las cuales cuando crecen en asociación con las plantas estimulan su crecimiento.

Los medios por los cuales las BPCV pueden mejorar el estado nutricional de las plantas son: 1) fijación biológica de N₂, 2) producción de reguladores del crecimiento, vitaminas y otras sustancias, 3) disponibilidad de nutrimentos en la rizosfera, 4) incremento en el área superficial de la raíz y 5) control de microorganismos patogénicos (Lugtenberg y Kamilova, 2009).

La capacidad de producir reguladores de crecimiento está ampliamente distribuida entre las bacterias que viven asociadas a las plantas y aproximadamente el 80% son productoras de auxinas (Bowen y Rovira, 1999). La auxina más importante en términos cuantitativos es el ácido-3-indol-acético (AIA), la producción de este regulador incrementa el sistema radical y se relaciona con la mayor absorción de nutrimentos (Okon y Kapulnik, 1986). Estos microorganismos de encuentran de forma natural en el suelo, sin embargo, su población se ve afectada por el manejo del suelo y uso excesivo de agroquímicos (Caballero-Mellado et al., 1992).

Debido a que la interacción planta microorganismo benéfico es un proceso muy complejo es importante evaluar la interacción de las especies vegetales de interés con los diferentes microorganismos benéficos, con la finalidad de conocer que tipo de especies se relacionan mejor y de esta forma se puedan plantear interacciones específicas con el propósito de lograr un mejor crecimiento vegetal y mayor productividad. En el presente trabajo se evaluaron 5 diferentes tipos de microorganismos, *Azotobacter spp.*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Glomus intrarradices* y *Azospirillum brasilense* sobre el crecimiento de plantas de *Stevia rebaudiana*.

4.1 Metodología

El establecimiento de los tratamientos se realizó en un invernadero ubicado en la comunidad de Boyeros, Texcoco Edo. de México, a 2350 msnm, donde prevalece un clima templado.

El trasplante del material vegetal se realizó después de 30 días en vivero de enraizamiento con una altura promedio de 6 cm. en bolsas de plástico con capacidad de 1 litro, utilizando como sustrato una mezcla de tezontle, tepojal, composta y tierra, en proporciones iguales, y al cual se le realizó el respectivo análisis de suelo, arrojando valores óptimos para materia orgánica, B, Ca, Mg, S, K, Cu, Fe, Mn y Zn, 0.19 % de N total y 90 mg/Kg de P.

Los tratamientos consistieron en inoculación con: 1) *Azotobacter spp.* 5×10^8 bacterias por mL preparado en medio acuoso al 1.25%, 2) *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* 1.8×10^8 conidios/mL preparados al 5%, 3) *Glomus intrarradices* 5×10^6 esporas/mL preparado al 1%, 4) una mezcla de *Glomus intrarradices* 40.000 esporas/mL y *Azospirillum brasilense* 1.75×10^{11} UFC/mL preparados al 1.8% y 5) una mezcla de todos los tratamientos antes descritos. A las soluciones de microorganismos se les ajustó el pH a 6.5-7 y en ellas se incubó la raíz de las plántulas durante 15 minutos y posteriormente se trasplantaron.

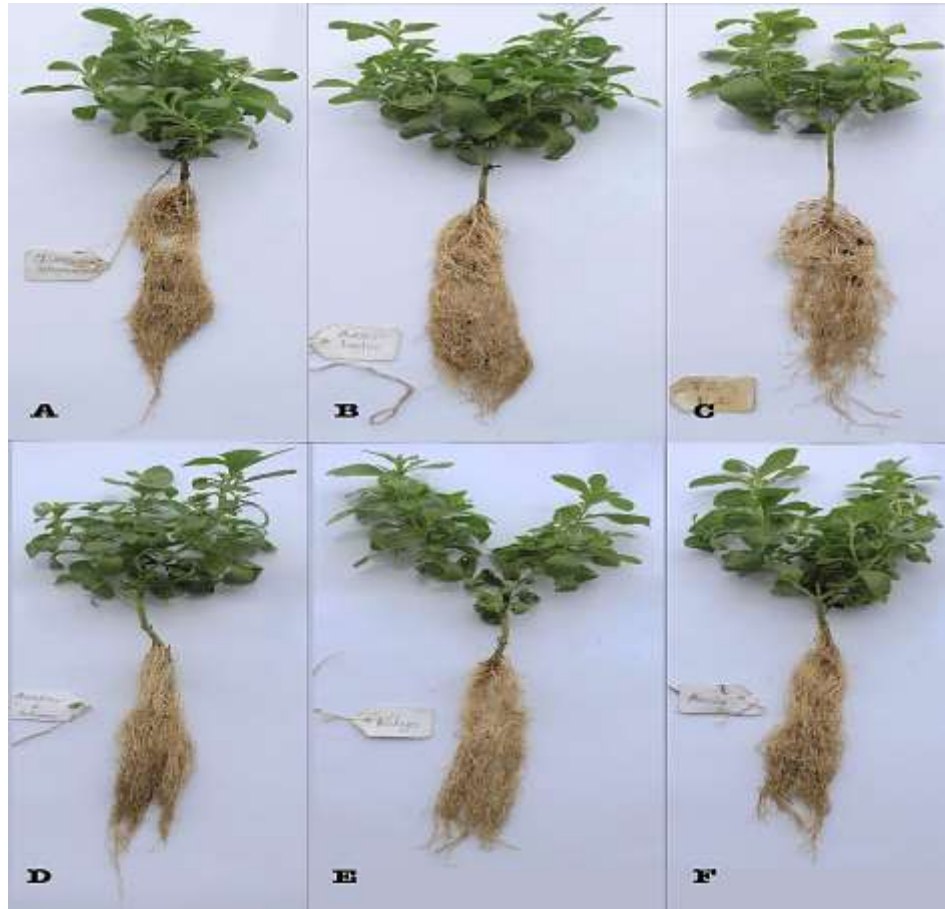
Las plantas se regaron cada tercer día con agua, durante un periodo de 60 días, tras el cual se evaluaron la altura de la planta, peso fresco de la parte aérea, peso fresco de raíz, peso seco de raíz, peso seco de la parte aérea y longitud de la raíz. La unidad experimental estuvo constituida por una maceta que contenía una planta con siete repeticiones por tratamiento. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias de Tukey, considerándose diferencias significativas cuando $P \leq 0.05$.

4.2 Resultados y Discusión

La inoculación de microorganismos benéficos, de vida libre y de asociación simbiótica, a la raíz de las plantas incremento tanto el crecimiento vegetativo como el de la raíz para el caso de los tratamientos 4 y 5 (Tabla 4 y Figura 4), esto se debe a que el metabolismo de los microorganismos produce fitoreguladores o compuestos orgánicos que solubilizan nutrientes (Bashan, *et al.*, 1996; Shukla, *et al.*, 2012, Leszek, S. 2003, Plich, *et al.*, 1975), haciéndolos más accesibles a la planta, observándose un efecto directo sobre el desarrollo vegetal, así mismo, al inocular con el consorcio microbiano (tratamiento 5) observamos que hay diferencia significativa con respecto a la co-inoculación de microorganismos del tratamiento 4, en las variables peso seco de raíz y peso seco de planta se observa el efecto sinérgico esperado, esto puede explicarse debido a que el metabolismo conjunto de los diferentes microorganismos estimula la absorción de nutrientes por parte de la planta.

El efecto positivo de *A. brasilense* en diversos cultivos se atribuye principalmente al mejoramiento en el desarrollo de la raíz y al incremento subsecuente en el hospedante en la asimilación de minerales en el suelo, lo cual favorece la acumulación de biomasa (Summer, 1990; Okon y Labandera-González, 1994).

Figura 4 Plantas tratadas con A)tratamiento 3; *G. Intrarradices*, B)tratamiento 1; *Azotobacter spp.* C)tratamiento 2; *Trichoderma spp.* D)tratamiento 4; *G. Intrarradices* + *A. brasilense*, E)testigo; sin inoculación de microorganismos, F)tratamiento 5; mezcla de los tratamientos 1 al 4



Fuente: Elaboración propia

En el caso de la inoculación individual de hongos, tratamientos 2 y 3 (figura 1 y tabla 1) se sabe que la principal dificultad para que se produzca una adecuada colonización radica en que los hongos poseen baja especificidad por la planta hospedera, para nuestro caso observamos que la planta hospedera cuando es expuesta solamente a *Trichoderma* o *Glomus* no presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto al testigo, por lo que en apariencia no hay una buena relación simbiótica con estos dos hongos cuando son inoculados de forma individual.

Tabla 4 Efecto de diferentes microorganismos benéficos en el crecimiento de *Stevia rebaudiana*

Trat.	AP (cm)	LR (cm)	PFR (g)	PFP (g)	PSR (g)	PSP (g)
T1	13.08 b*	17.40 a	2.59 c	4.84 c	0.38 c	0.83 d
T2	13.84 b	19.20 a	3.00 bc	6.20 ac	0.42 c	0.96 cd
T3	12.42 b	19.48 a	2.93 bc	c	c	1.03 cd
T4	16.36 a	20.46 a	4.66 a	7.21 ab	0.57 b	1.29 b
T5=T1+T2+T3+T4	16.14 a	18.90 a	4.15 ab	8.46 abc	0.73 a	1.61 a
Testigo	15.72 a	20.58 a	2.73 c	5.29 bc	0.42 c	1.10 bc
DMSH	1.72	3.73	1.36	2.34	0.14	0.58

*Valores con la misma letra por columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$, DMSH= diferencia mínima significativa honesta. Trat=Tratamiento T1= *Azotobacter spp.*, T2= *Trichoderma spp.*, T3= *Glomus spp.*, T4= *A. brasilense* + *Glomus spp.*, Testigo= plantas sin inoculo, AP=Altura de planta, LR=Largo de la raíz, PFR=Peso fresco de la raíz, PFP=Peso fresco de la parte aérea, PSR=Pesos seco de la raíz, PSP= Peso seco de la parte aérea

Fuente: Elaboración propia

4.3 Conclusiones

La inoculación conjunta de los microorganismos *Azospirillum brasilense* y *Glomus intrarradices* contribuye a incrementar el crecimiento vegetativo y de la raíz, de igual forma, se observa un efecto sinérgico positivo con la aplicación de todos los microorganismos evaluados (tratamiento 5), particularmente en las variables PFR, PSR y PSP, con respecto al testigo.

4.4 Referencias

Adolfo Dagoberto Armenta-Bojórquez, Cipriano García-Gutiérrez¹, J. Ricardo Camacho-Báez, Miguel Ángel Apodaca-Sánchez, Leobardo Gerardo-Montoya, y Eusebio Nava-Pérez, (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México, Ra Ximhai, Vol. 6, Número 1, enero-abril, pp 51-56.

Caballero-Mellado, J.; Carcaño-Montiel, M. G. and Mascarua-Esparza, M. A. (1992). Field Inoculation of Wheat (*Triticum aestivum*) with *Azospirillum brasilense* under temperate climate. *Symbiosis*. 13: 243-253.

Bashan, Y., Levanony, R., Ferrera-Cerrato, (1996). Interacción entre plantas y microorganismos benéficos: bacterias asociativas de la rizósfera, *Terra*, 14(1): 159-183.

Bowen, G. D. and Rovira, A. D. (1999). The rizhosphere and its management to improve plant growth. *Adv. Agron.* 66: 1-102.

Gravel, V., Antoun, H., and Tweddell, R.J. (2007). Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of índole acetic acid (IAA). *Soil Biol. Biochem.* 39:1968-1977.

Leszek S., (2003). Reguladores de crecimiento y desarrollo de plantas, Pags 248-249.

Lugtenberg, B. and Kamilova, F. (2009). Plant-Growth-Promoting rhizobacteria. *Ann. Rev. Microbiol.* 63: 541-556.

Okon, Y. and Kapulnik, Y. (1986). Development and function of *Azospirillum*-inoculated roots. *Plant Soil.* 90:3-16.

- Okon, Y. and Labandera-González, C. (1994). Agronomic applications of Azospirillum: an evaluation of 20 years' worldwide field inoculation. *Soil Biol. Biochem.* 6(12):1591-1601.
- Osman, M. B.; Abdulhamid, A.; Mohammad, N. and Wan, M. W. Y. (2010). Comparison of different delivery system of Trichoderma and Bacillus as biofertilizer. *Adv. Environ. Biol.* 4: 31-33.
- Plich H., Jankiewicz L., Borkowska B., Moraszczyk, A., (1975). Correlation among lateral shoots in Young Apple trees, *Acta agrobot.* 28: 131-149.
- Shukla, N., Awasthi, R. P., Rawat, L., Kumar, J., (2012). Biochemical and physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by *Trichoderma harzianum* under drought stress, *Plan Physiol. Biochem.* 54: 58-88.
- Sumner, M. E. (1990). Crop responses to Azospirillum inoculation. In: Stewart, B. A. (ed.). *Advances in Soil Sciences*. Springer. Berlin. p. 53-123.