



Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a diferentes estrategias de aplicación de biofertilizantes

Response of corn (*Zea mays*) crops to different biofertilizer application strategies

Julio César Karajallo Figueredo

Facultad de Ingeniería Agronómica-Universidad Nacional del Este

0009-0001-5099-8652 | krajallojc@hotmail.com

Laura Vicenta González Cantero

Facultad de Ingeniería Agronómica-Universidad Nacional del Este

0009-0007-1942-1162 | lauv_gz@hotmail.com

Daisy Leticia Ramírez Monzón

Facultad de Ingeniería Agronómica-Universidad Nacional del Este

0000-0003-1161-1408 | daisyrami@gmail.com

Patricia Rojas Nerhot

Facultad de Ingeniería Agronómica-Universidad Nacional del Este

0000-0001-5168-8237 | patyrojas83@hotmail.com

Evelyn Paola Paster

Facultad de Ingeniería Agronómica-Universidad Nacional del Este

0009-0008-4606-7055 | evepaster@gmail.com

Resumen

La agricultura moderna de hoy en día busca alternativa de producción sostenible y la utilización de biofertilizante es una buena opción. El objetivo de esta investigación fue evaluar la implementación de diversos biofertilizantes comerciales, a través de la semilla, el follaje y el surco, en el cultivo de maíz. El experimento se llevó a cabo en una parcela situada en Minga Guazú, en el departamento de Alto Paraná, Paraguay. Se evaluaron la altura de las plantas, peso fresco radicular, nitrógeno y fosforo foliar. El diseño fue de bloques totalmente al azar, con arreglo bifactorial, 4x3, factor uno (cuatro biofertilizantes, *Azospirillum brasilienses* (Ab), *Bacillus subtilis* (Bs), *Pseudomonas flourences* (Pf) y micorriza (M)) y factor dos (tres métodos de aplicación, semillas (S), surco, (s) y foliar (f)), siendo doce tratamientos y tres bloques, totalizando 36 unidades experimentales. Los datos fueron sometidos al ANDEVA y comparados por la prueba de Tukey. Los resultados indican que hubo interacción únicamente para la variable peso seco radicular con p-valor 0.0001. La altura de planta fue influenciada por los tratamientos que recibieron biofertilizantes como la *Pseudomonas flourences*, micorriza, *Basillus subtilis* y *Azospirillum brasilienses*, en comparación al testigo siendo las medias de 1.89, 1.89, 1.88, y 1.87 y 1.81 metros, respectivamente y los mejores en cuanto a los métodos de aplicación fueron la de semilla y foliar con 1.92 y 1.88 metros. No hubo incidencia de los tratamientos sobre la concentración de nitrógeno y fosforo foliar del maíz.

Palabras clave: semilla, foliar, surco, micorriza.

Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a diferentes estrategias de aplicación de biofertilizantes

Abstract

Today's modern agriculture is seeking sustainable production alternatives, and the use of biofertilizers is one such option. The objective of this research was to evaluate the implementation of various commercial biofertilizers, delivered through the seed, foliage, and furrow, in corn cultivation. The experiment was carried out in a plot located in Minga Guazú, in the department of Alto Paraná, Paraguay. Plant height, root fresh weight, foliar nitrogen and phosphorus were evaluated. The design was a completely randomized block, with a bifactorial arrangement, 4x3, factor one (four biofertilizers, *Azospirillum brasilienses* (Ab), *Bacillus subtilis* (Bs), *Pseudomonas flourences* (Pf) and mycorrhiza (M)) and factor two (three application methods, seeds (S), furrow (s) and foliar (f)), being twelve treatments and three blocks, totaling 36 experimental units. The data were submitted to ANOVA and compared using the Tukey test. The results indicate an interaction only for the root dry weight variable, with a p-value of 0.0001. Plant height was influenced by treatments that received biofertilizers such as *Pseudomonas flourences*, mycorrhiza, *Basillus subtilis* and *Azospirillum brasilienses*, compared to the control, with averages of 1.89, 1.89, 1.88, and 1.87 and 1.81 meters, respectively, and the best in terms of application methods were seed and foliar with 1.92 and 1.88 meters. There was no incidence of the treatments on the concentration of nitrogen and phosphorus in the corn leaves.

Key words: seed, foliar, furrow, mycorrhiza.

Introducción

La necesidad de buscar tecnología de producción sustentables y económicamente viable, para el cultivo de maíz, es muy necesarios hoy en día, en este caso en particular los fertilizantes biológicos son alternativas para lograr dichos propósitos, por poseer series de ventajas.

En referencia a la producción del maíz en Paraguay en el periodo 2024/2025, tuvo un rendimiento promedio de 3034 kg ha⁻¹, con un área de siembra de 3.650.000 ha, (CAPECO, 2025).

Según Ortigoza et al., (2019), el rendimiento promedio nacional del maíz está muy por debajo de los rendimientos deseados, en comparación con otros países y existen series de factores desde la variedad, clima, manejo y la fertilidad de suelos que pueden afectar el comportamiento productivo del cultivo, desde el punto de vista de manejo del cultivo y del suelo se puede aplicar tecnología que mejoren la producción, como el uso de fertilizantes biológicos (*azospirillum*, *pseudomonas*, *bacillus*, micorriza) asociados a la forma de aplicación (inoculado en la semillas, aplicado en el suelo o vía foliar), para así incentivar a los productores a practicar la agricultura sostenible.

Existen antecedentes sobre la utilización de fertilizantes biológicos como *azospirillum*, *pseudomonas*, *bacillus* y micorrizas, en donde demuestran que existe efecto significativo sobre los rendimientos del maíz, como las de Ayvar et al. (2020) y Zermeños et al. (2015).

Con relación a la forma de aplicación hoy en día se está buscando alternativas más eficientes como aplicación directa en surco, la más utilizadas es la de inoculación en la semillas y vía foliar. Costa y Tozoni (2017), realizaron la aplicaron de un fertilizante biológico en la semilla y en la etapa V3 del maíz. Concluyendo que, sin importar la forma de aplicación, se observaron efectos positivos en el rendimiento del grano, con un incremento del 34% en comparación al testigo.

Las citas de párrafos anteriores en donde los autores encuentra efecto positivos y negativos sobre el rendimiento del maíz, es importantes realizar trabajo sobre los tipos y formas de aplicación de biofertilizantes y así obtener datos locales y regionales, para minimizar de algunas maneras la falta de informaciones científicas local y que esto le sirva a los técnicos productores e interesado en general. El objetivo del trabajo es evaluar los efectos de la aplicación de los diferentes tipos de biofertilizantes comerciales (*azospirillum*, *pseudomonas*, *bacillus*, micorriza) aplicado en el surco, vía foliar e inoculado en la semilla.

Materiales y métodos

El experimento se realizó, en una parcela ubicada en el Distrito de Minga Guazú del departamento del Alto Paraná, republica del Paraguay, la misma se instaló en un suelo clasificado como *Rhodic Kandiudox* del orden oxisol; de textura arcillosa fina y de origen basáltica. La topografía del suelo presenta relieve suave a moderadamente ondulado entre la clase II – II (López et al. 1995). El clima es subtropical con una temperatura media anual de

Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a diferentes estrategias de aplicación de biofertilizantes

23,3 °C y precipitaciones de 1.795 mm en el año, siendo la estación más lluviosa en verano y más seca en el invierno (DINAC, 2025). El experimento se realizó entre los meses de enero a abril del 2024.

El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completo aleatorio con arreglo bifactorial 4x3, más un testigo siendo trece tratamientos y tres bloques, totalizando 39 unidades experimentales. Los tratamientos consistieron en cuatro tipos de biofertilizantes (*Azospirillum brasiliensis*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas flourences* y *micorriza*); formas de aplicación (en la semilla, en el surco y vía foliar). Los tratamientos de la investigación se definen en la Tabla 1.

Tabla 1. *Diferentes fertilizantes biológicos y métodos de aplicación en el cultivo de maíz.*

Biofertilizantes (F1)	Métodos de aplicación (F2)	Combinación de factores (F1 X F2)
Testigo	Sin aplicación de biofertilizantes	
<i>Azospirillum brasilienses</i> (Ab)	Semilla (S)	Ab x S
<i>Azospirillum brasilienses</i> (Ab)	Foliar (f)	Ab x f
<i>Azospirillum brasilienses</i> (Ab)	Surco (s)	Ab x s
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)	Semilla (S)	Bs x S
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)	Foliar(f)	Bs x f
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)	Surco(s)	Bs x s
<i>Pseudomonas flourences</i> (Pf)	Semilla (S)	Pf x S
<i>Pseudomonas flourences</i> (Pf)	Foliar (f)	Pf x f
<i>Pseudomonas flourences</i> (Pf)	Surco (s)	Pf x s
<i>Micorriza</i> (M)	Semilla (S)	M x S
<i>Micorriza</i> (M)	Foliar (f)	M x f
<i>Micorriza</i> (M)	Surco (s)	M x s

La preparación de suelo se realizó con la aplicación de glifosato para el control de malezas ocho días antes de la siembra posterior a esto se realizó la marcación de las unidades experimentales. Se utilizo el hibrido DKB265PRO3 1850 VT Triple PRO (DEKALB), que se destaca por su alto potencial productivo y precocidad (Bayer-Paraguay, 2023).

La siembra se realizó con matraca, con un espaciamiento de 50 cm entre hileras y una densidad de 3,25 semillas por metro lineal (población de 65.000 plantas por hectárea). Las dosis de los fertilizantes biológicos en las semillas fue de 5 ml kg⁻¹. En surco y foliar fue a razón de 1,5 L ha⁻¹, la aplicación se realizó en el momento de la siembra y en el estadio vegetativo 4 (V4) respectivamente. Las malezas fueron controladas de manera manual. Para el control de plagas se aplicó insecticidas como tiametoxam al 25 % y bifentrina al 10 % con

una dosis de 240 mL ha⁻¹, también se utilizó tebuconazol para las enfermedades fúngicas a una dosis de 500 mL ha⁻¹.

Altura de planta (AP): La medición de esta variable se realizó antes de la cosecha aproximadamente 85 días después de la emergencia de la se seleccionaron 10 plantas al azar por cada unidad experimental una vez que las mismas alcanzarán la maduración, se midieron con cinta métrica y los resultados se expresa en metro.

Peso de la masa radicular seca (PMRS): El análisis de estas variables se realizó antes de la cosecha colectando tres plantas de la parcela, posteriormente se separaron la parte aérea y radicular y se pesaron en una balanza de precisión y los resultados se expresaron en t ha⁻¹. La misma se realizaron 97 días después de la emergencia.

Nitrógeno y Fósforo foliar: La recolección y el análisis foliar se realizaron según la norma de Embrapa (2.009), dicho análisis tuvo lugar en el Laboratorio de la FIA.UNE, utilizando digestores húmeda ácido sulfúrico (H₂SO₄) + espectrofotometría, las unidades de medida es en g kg⁻¹.

Para el análisis estadístico se utilizó el Análisis de varianza utilizando un diseño bloques completo aleatorio con arreglo factorial, y la comparación de media se realizó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los datos fueron acondicionados en programa Excel y procesado en software estadístico Infostat versión 2022.

Resultados

Para la variable altura de planta no se obtuvo interacción entre los biofertilizantes y el método de aplicación con un p-valor de 0.2072. Según el ANDEVA, existió diferencia significativa para la variable altura de la planta, en relación a la aplicación de diferentes biofertilizantes. En la Tabla 2, se observan que los tratamientos que tuvieron mejores desempeños fueron *Pseudomonas flourences*, *Bacillus subtilis* y las micorrizas, en comparación al testigo.

Tabla 2. Altura de planta de maíz aplicando diferentes biofertilizantes

Biofertilizantes	Altura de planta (m)
<i>Pseudomonas flourences</i>	1.89* a
<i>Micorriza</i>	1.89 a
<i>Bacillus subtilis</i>	1.88 a
<i>Azospirillum brasilienses</i>	1.87 ab
Testigo	1.81 b
CV (%)	1.79
p-valor	0.0214

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$).

Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a diferentes estrategias de aplicación de biofertilizantes

En la Tabla 3, los métodos de aplicación vía foliar y semillas mejoraron la altura de planta en comparación al testigo.

Tabla 3. *Altura de planta de maíz aplicando utilizando diferentes métodos de aplicación*

Métodos de aplicación	Altura de planta (m)
Foliar	1.92* a
Semilla	1.88 ab
Surco	1.85 bc
Testigo	1.81 c
CV (%)	1.79
p-valor	0.0001

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($p > 0,05$)

Según el análisis de varianza, existió interacción entre los factores, para la variable PSMR. En la Tabla 4, se observa que el mayor peso radicular correspondes a los tratamientos con (*Pf*) aplicados en surco y semillas, seguido por el (*Bs*) aplicado en surco y foliar, seguido por la aplicación de micorriza en semillas y foliar, también el (*Ab*) aplicado en semillas y surco mejoro el PMSR.

Tabla 4. *Interacción entre diferentes biofertilizantes y métodos de aplicación para el peso de la masa radicular del maíz.*

Peso seco radicular (t ha ⁻¹)			
Biofertilizantes	Métodos de aplicación		
	Semilla	Surco	Foliar
<i>Azospirillum brasilienses (Ab)</i>	1.87 abc	1.83 abc	1.51 bc
<i>Bacillus subtilis (Bs)</i>	1.30 bc	1.98 abc	1.93 abc
<i>Pseudomonas flourences (Pf)</i>	1.89 abc	2.55 a	1.15 c
<i>Micorriza</i>	2.02 ab	1.58 bc	2.12 ab
CV (%): 15.43			
p-valor de la interacción: 0.0001			

*Medias con una letra común en la columna y en la fila no son significativamente diferentes, según Tukey ($p > 0,05$)

En la Tabla 5, se demuestra que no existió diferencia significativa para las variables nitrógeno foliar y fósforo foliar utilizando diferentes biofertilizantes.

Tabla 5. Valores de nitrógeno foliar aplicando diferentes biofertilizantes en maíz.

Biofertilizantes	Nitrógeno Foliar (g kg ⁻¹)	Fósforo Foliar (g kg ⁻¹)
Testigo	18.05 ^{ns}	1.24 ^{ns}
<i>Azospirillum brasilienses</i> (Ab)	17.95	1.24
<i>Bacillus subtilis</i> (Bs)	17.52	1.38
<i>Pseudomonas flourences</i>	15.66	1.41
Micorriza	17.45	1.28
p-valor:	0.5840	0.3059
CV (%)	18.80	14.23

ns: no significativo al 5% de probabilidad del error

De acuerdo a la Tabla 6 se observa que no existió diferencia significativa, en cuantos a los métodos de aplicación de biofertilizantes para la variable nitrógeno foliar y fósforo foliar.

Tabla 6. Concentración de nitrógeno foliar, con diferentes métodos de aplicación de biofertilizantes en maíz.

Métodos de aplicación	Nitrógeno Foliar (g kg ⁻¹)	Fósforo foliar (g kg ⁻¹)
Testigo	18.05 ^{ns}	1.24 ^{ns}
Semilla	16.61	1.26
Surco	16.78	1.46
Foliar	18.05	1.27
CV (%)	20.94	15.03

ns: no significativo al 5% de probabilidad del error

Discusión

Los resultados de la presente investigación en relación a la altura de planta coinciden con los datos de Roveda, et al., (2008), que un biofertilizante al ser inoculado en el suelo o semilla, favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas, de la misma manera Tognetti et al., (2005), mencionan que la utilización de los biofertilizantes es para conservar el equilibrio ecológico en los suelos y para mejorar el desarrollo de los cultivos y fortalecer la producción agrícola sostenible.

Zermeño et al., (2015), mencionan que la biofertilización, incrementar el rendimiento de los cultivos, además las plantas que recibieron fertilización biológica incrementaron la

Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a diferentes estrategias de aplicación de biofertilizantes

altura de planta (17.3%), coincidiendo con el resultado del trabajo y peso seco de planta (14.8%) respecto a las plantas sin aplicación de fertilizantes biológicos.

Pulido (2016) encontró que la inoculación del microorganismo como *B. subtilis*, incrementa el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz por producir metabolitos secundarios, el *B. subtilis* es una especie bacteriana muy diversa, capaz de crecer dentro de muchos entornos (Earl et al., 2008). Se destaca por su capacidad para producir una amplia gama compuestos estructuralmente diversos con fuertes propiedades antifúngicas, baja toxicidad y alta biodegradabilidad (Chen et al., 2008; Stein, 2005).

Las plantas pueden liberar compuestos orgánicos como, carbohidratos, aminoácidos, nucleótidos, flavonoides, enzimas, hormonas, lípidos y vitaminas a través de sus raíces los cuales crean un entorno dinámico estimulando el desarrollo de un gran número de microorganismos y la actividad de los mismos en el suelo (Denef et al., 2009; Habibi et al., 2014; Lugtenberg et al., 1999; Siddiqui et al., 2006).

Estos microorganismos también pueden tener efecto negativo, retrasa el crecimiento aéreo y radicular de las plantas debido a la secreción de fitotóxicas, fitohormonas o a la competencia de nutriente con otros microorganismos nativos (Siddiqui et al., 2006).

Se ha demostrado que estas bacterias poseen características que les permiten su utilización como promotores del crecimiento vegetal (Grobelak et al., 2015). Estas bacterias poseen varias estrategias para potenciar el crecimiento de la planta como la solubilización y reciclaje de nutrientes, la producción de hormonas estimuladoras del crecimiento, la fijación de nitrógeno, la inducción de defensa de las plantas, la producción de antibióticos y otras sustancias antimicrobianas, y la desintoxicación del suelo, entre otras ([Rai et al., 2017](#)).

El trabajo de Maidana et al., (2020), coincide con el presente trabajo en donde la utilización *A. brasiliense* en semillas de maíz produjeron diferencias significativas en la variable peso radicular, incrementando en un 27%.

Roveda, et al (2008), mencionan que el uso de biofertilizantes incrementa la disponibilidad de nutrientes, mejora la eficiencia de toma, transporte y absorción de nutriente. La relación simbiótica entre hongos micorrícicos y raíces de la mayoría de las plantas es benéfica ya que el hongo coloniza la corteza de la raíz para obtener carbono a partir de la planta hospedera, mientras le ayuda a la planta a tomar fósforo y otros nutrientes minerales del suelo (Harrison y Van Buuren, 1995).

Así también Moreira y Siqueira, (2006); Brahmaaprakash y Sahu, (2012) indican que el aumento de la capacidad de absorción de nutrientes es promovido por la interacción de los hongos micorrícicos con las especies vegetales.

El conocimiento de las interacciones de hongos y las condiciones edáficas puede llevar al establecimiento de poblaciones mejor adaptadas y más efectivas que garanticen los beneficios de la asociación simbiótica, ya que, aunque la asociación micorrícica arbuscular ha sido definida generalmente como inespecífica, se ha determinado que el comportamiento de las poblaciones de micorriza es modulado por diversos factores ambientales pueden afectar su comportamiento (McGonigle y Fitter, 1990)

Se demuestra que los resultados del nitrógeno y fósforo foliar estuvieron por debajo del rango ideal que es de 27 a 35 g kg⁻¹ y 2 a 4 g kg⁻¹, respectivamente (Embrapa 2009).

Conclusión

Con la interpretación de los resultados se observaron que hubo diferencia significativa e interacción de los diferentes biofertilizantes y el método de aplicación para el peso seco de la raíz.

Las aplicaciones de micorriza en semillas y foliar, la *Pf* y *Ab* en surco y semillas y la *Bs* en surco y foliar mejoraron el PMSR del maíz

La altura de planta fue afectada por los diferentes biofertilizantes las que tuvieron mejores desempeños fueron *Pseudomonas flourences* (*Pf*) *Bacillus subtilis* (*Bs*) e micorriza y en relación al método de aplicación fue el foliar y semillas.

La utilización de los diferentes biofertilizantes no tuvo efecto sobre la concentración de nitrógeno y fosforo foliar.

Para futuros experimentos realizar mezcla de los biofertilizantes, verificar dosis y en diferentes condiciones ambientales.

Referencias

- Ayvar-Serna, S., J. F. Díaz-Nájera, M. Vargas-Hernández, A. Mena-Bahena, M. A. Tejeda-Reyes y Z. Cuevas-Apresa. (2020). Rentabilidad de sistemas de producción de grano y forraje de híbridos de maíz, con fertilización biológica y química en trópico seco. Terra Latinoamericana 38: 9-16. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.50>
- Bayer-Paraguay (15 de agosto de 2023). Dekalb DKB265PRO3 <https://www.cropscience.bayer.com/py/es-py/other-products/dekalb-detail-page-/details.html/dkb265pro3.html>
- Brahmaprakash, G.; Sahu, P. Biofertilizantes para la sostenibilidad. Revista del Instituto Indio de Ciencias. v. 92, núm. 1, pág. 37-62, 2012.
- Capeco (2025). Área de siembra, producción y rendimientos. <http://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>
- Costa, L. y Tozoni, M. (2017). Inoculação de estirpes de azospirillum brasilense associado à fertilização nitrogenada na cultura do milho Revista Científica Eletrônica de Agronomia ISSN: 1677-0293 (31). http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/KhyNCctt3_02h9Tk_201_8-1-25-14-44-31.pdf

Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays*) a diferentes estrategias de aplicación de biofertilizantes

- Chen, H., Wang, L., Su, C.X., Gong, G.H., Wang, P., Yu, Z.L., 2008. Isolation and characterization of lipopeptide antibiotics produced by *Bacillus subtilis*. *Letters in Applied Microbiology* 47, 180-186.
- Denef, K., Roobroeck, D., Wadu, M., Lootens, P., Boeckx, P., 2009. Microbial community composition and rhizodeposit-carbon assimilation in differently managed temperate grassland soils. *Soil Biology & Biochemistry* 41, 144-153.
- Dinac (2025) Boletín Agrometeorológico en https://www.meteorologia.gov.py/wp-content/uploads/2025/04/Boletin_Agro_actualizado_MARZO2025.pdf
- Embrapa (2009) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. – 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p. ISBN 978-85-7383-430-7 <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330496>
- Earl, A.M., Losick, R., Kolter, R., (2008). Ecology and genomics of *Bacillus subtilis*. *Trends in Microbiology* 16, 269-275.
- Grobelak, A., Napora, A. y Kacprzak, M. (2015). Using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) to improve plant growth. *Ecological Engineering*. 84: 22-8. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2015.07.019
- Habibi, S., Djedidi, S., Prongjunthuek, K., Mortuza, M.F., Ohkama-Ohtsu, N., Sekimoto, H., Yokoyama, T., 2014. Physiological and genetic characterization of rice nitrogen fixer PGPR isolated from rhizosphere soils of different crops. *Plant and Soil* 379, 51-66.
- Harrison, M. and Van Buuren, M. (1995). A phosphate transporter from the mycorrhizal fungus *Glomus versiforme*. *Nature* 378(7): 626-629.
- López O, González E, De Llamas P, Molinas A, Franco S, García S, Ríos E (1995) Estudio de Reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Proyecto de Racionalización del uso de la tierra. SSERNMA/MAG/Banco Mundial. Asunción, PY
- Lugtenberg, B.J.J., Kravchenko, L.V., Simons, M., 1999. Tomato seed and root exudate sugars: composition, utilization by *Pseudomonas* biocontrol strains and role in rhizosphere colonization. *Environmental Microbiology* 1, 439-446.
- Maidana, E. Melgarejo M., Amarilla, D., Ocampos V., Colman, P., Mendoza, M., Bogado, M., Franco, R., Silvero O. Características agronómicas del maíz inoculado con diferentes dosis de *Azospirillum brasilense*. (2020). *Revista De La Sociedad Científica Del Paraguay*, 25(1), 49-57. <https://doi.org/10.32480/rscp.2020-25-1.49-57>
- Mcgonigle T. and Fitter A. 1990. Ecological specificity of vesicular mycorrhizal associations. *Mycological Research* 94(1): 120-122
- Moreira, F; Siqueira, J. (2006) Microbiología y bioquímica del suelo. 2da ed. Lavras: Ed. UFLA.

- Pulido A. (2016). Evaluación del efecto de *Bacillus subtilis* EA-CB0575 en la promoción de crecimiento de *Zea mays* y *Solanum lycopersicum* a nivel de invernadero. Tesis de Grado Universidad EAFIT Escuela de Ingeniería Departamento de Ingeniería de Procesos Medellín, Colombia. 107 p. Disponible en <https://repository.eafit.edu.co/items/d4f10a50-1d05-4b21-afb0-90ce935bd8be>
- Ortigoza, J., López, C., González, J. (2019) Guía Técnica Cultivo de Maíz. San Lorenzo, Paraguay FCA, UNA. <https://www.jica.go.jp/Resource/paraguay/espanol/>
- Rai, A. y Nabti, E. (2017). Plant Growth-Promoting Bacteria: Importance in Vegetable Production. En: Zaidi A.; Khan, M.S. editors. Microbial Strategies for Vegetable Production. Chapter 2. Springer International Publishing AG. Switzerland, p. 23-48. ISBN 978-3-319-54400-7. DOI 10.1007/978-3-319-54401-4
- Roveda, G. Ramírez, M. Bonilla R. (2008) Fertilizantes biológicos <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36039/36039.pdf?sequence=1>
- Siddiqui, Z., Antoun, H., Prévost, D., (2006). Ecology of Plant Growth Promoting Rhizobacteria, PGPR: Biocontrol and Biofertilization. Springer Netherlands, pp. 1-38.
- Stein, T., 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. . Molecular Microbiology 56, 845-857.
- Tognetti, C., F. Laos, M. J. Mazzarino, and M. T. Hernández. 2005. Composting vs. Vermicomposting: A comparison of end product quality. Compost Sci.Utilizat. 13: 6-13. doi: [https:// doi.org/10.1080/1065657X.2005.10702212](https://doi.org/10.1080/1065657X.2005.10702212).
- Zermeño González, A., Cárdenas Palomo, J., Ramírez Rodríguez, H., Benavides Mendoza, A., Cadena Zapata, M., Campos Magaña, S. (2015). Fertilización biológica del cultivo de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(spe12), 2399-2408. Recuperado en 03 de diciembre de 2021, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-9342015001002399&lng=es&tlng=es.