

***Azospirillum brasilense* Y NITRÓGENO EN MAÍZ (*Zea mays* L. var. *amylacea*) EN SUELO ARENOSO**

Enciso Santacruz, Derlis⁽¹⁾; Duarte Monzón, Alder Delosantos⁽¹⁾; González Cáceres, Eugenio⁽¹⁾; Galeano Samaniego, María del Pilar⁽²⁾; Leguizamón Rojas, Carlos Andrés⁽²⁾; Rasche Álvarez, Jimmy Walter⁽²⁾; Quiñonez Vera, Laura Raquel⁽¹⁾;

⁽¹⁾ Estudiantes de Maestría en Ciencias del Suelo y Ordenamiento Territorial; Facultad de Ciencias Agrarias/UNA; Ruta Mcal. Estigarribia, Km 10,5, San Lorenzo, Paraguay; *E-mail: d-erlisenciso@hotmail.com;

⁽²⁾ Profesores, Facultad de Ciencias Agrarias/UNA.

RESUMEN

Las fuentes de contaminación por nitratos en suelos y aguas (superficiales y subterráneas), se asocian mayoritariamente a actividades agrícolas como la utilización de fertilizantes nitrogenados. Una forma de contrarrestar el efecto negativo que produce el uso excesivo de fertilizantes químicos en dichas actividades podría ser la utilización de microorganismos con capacidad de fijar nitrógeno, reduciendo de esta manera la aplicación de fertilizante. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* con diferentes dosis de nitrógeno en maíz en un suelo arenoso. El ensayo fue instalado en el Departamento de Canindeyú, Distrito de Yvyrarovaná, donde se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial en parcelas divididas, siendo los factores estudiados la aplicación de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* (con y sin) y seis dosis de nitrógeno (0, 30, 60, 90, 120, 150 kg ha⁻¹ de N), totalizando doce tratamientos con cuatro repeticiones. El inoculante fue aplicado a dosis de 3 mL kg⁻¹ de semilla. Se evaluó el rendimiento del grano de maíz (RG) y la rentabilidad del cultivo. Se obtuvo diferencias significativa en el rendimiento granos tanto con la aplicación del inoculante y entre las dosis de nitrógeno, el mayor rendimiento fue de 4.102 kg ha⁻¹ que se obtuvo con el T12 (*Azospirillum brasilense* + 150 kg ha⁻¹). El promedio de los tratamientos con aplicación de inoculante aumentó la rentabilidad en un 16% en relación a los tratamientos sin el inoculante.

Palabras clave: Fertilizantes nitrogenados, nitratos, inoculante, microorganismo.

***Azospirillum brasilense* Y NITRÓGENO EN MAÍZ (*Zea mays* L. var. *amylacea*) EN SUELO ARENOSO**

Enciso Santacruz, Derlis⁽¹⁾; Duarte Monzón, Alder Delosantos⁽¹⁾; González Cáceres, Eugenio⁽¹⁾; Galeano Samaniego, María del Pilar⁽²⁾; Leguizamón Rojas, Carlos Andrés⁽²⁾; Rasche Álvarez, Jimmy Walter⁽²⁾; Quiñonez Vera, Laura Raquel⁽¹⁾;

⁽¹⁾ Estudiantes de Maestría en Ciencias del Suelo y Ordenamiento Territorial; Facultad de Ciencias Agrarias/UNA; Ruta Mcal. Estigarribia, Km 10,5, San Lorenzo, Paraguay; *E-mail: d-erlisenciso@hotmail.com;

⁽²⁾ Profesores, Facultad de Ciencias Agrarias/UNA.

RESUMEN

Las fuentes de contaminación por nitratos en suelos y aguas (superficiales y subterráneas), se asocian mayoritariamente a actividades agrícolas como la utilización de fertilizantes nitrogenados. Una forma de contrarrestar el efecto negativo que produce el uso excesivo de fertilizantes químicos en dichas actividades podría ser la utilización de microorganismos con capacidad de fijar nitrógeno, reduciendo de esta manera la aplicación de fertilizante. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicación de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* con diferentes dosis de nitrógeno en maíz en un suelo arenoso. El ensayo fue instalado en el Departamento de Canindeyú, Distrito de Yvyrarovaná, donde se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial en parcelas divididas, siendo los factores estudiados la aplicación de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* (con y sin) y seis dosis de nitrógeno (0, 30, 60, 90, 120, 150 kg ha⁻¹ de N), totalizando doce tratamientos con cuatro repeticiones. El inoculante fue aplicado a dosis de 3 mL kg⁻¹ de semilla. Se evaluó el rendimiento del grano de maíz (RG) y la rentabilidad del cultivo. Se obtuvo diferencias significativa en el rendimiento granos tanto con la aplicación del inoculante y entre las dosis de nitrógeno, el mayor rendimiento fue de 4.102 kg ha⁻¹ que se obtuvo con el T12 (*Azospirillum brasilense* + 150 kg ha⁻¹). El promedio de los tratamientos con aplicación de inoculante aumentó la rentabilidad en un 16% en relación a los tratamientos sin el inoculante.

Palabras clave: Fertilizantes nitrogenados, nitratos, inoculante, microorganismo

INTRODUCCIÓN

El maíz tiene una elevada importancia económica y social, y es cultivada tanto en la agricultura familiar y mecanizada (MAG, 2010). De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario (CAN, 2008), durante el período 2004/2008, la producción nacional de maíz alcanzó un promedio de 1.905.136 toneladas anuales. En el 2008 alcanzó su nivel máximo con 3.071.033 toneladas, y en 2004 el mínimo con 830.000 toneladas (Fretes y Martínez 2011)

El nitrógeno es uno de los elementos esenciales en la nutrición del maíz, siendo uno de los factores limitantes más comunes en la producción del cultivo (Paredes 2013). Este elemento es considerado como el motor de crecimiento de la planta. Una vez que la planta absorbe este nutriente lo acumula como nitrato en los tejidos de la hoja, y es el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal del crecimiento (Gaspar y Tejerina 2007).

En las últimas décadas, la producción agrícola ha aumentado, trayendo consigo consecuencias para el medio ambiente y en este sentido, las fuentes de contaminación por nitratos en suelos y aguas (superficiales y subterráneas), se asocian mayoritariamente a actividades agrícolas con la utilización de fertilizantes inorgánicos (García et al. 2011, García-Olivares et al. 2011).

Una solución alternativa para reducir estos problemas ambientales y aumentar la rentabilidad del cultivo es la asociación de plantas con bacterias promotoras de crecimiento (PGPR) que existen en el suelo (García et al. 2011).

Melgar y Torres (2007) sostienen que existen otras asociaciones importantes que han demostrado un potencial económico alto, como el caso de la asociación maíz con *Azospirillum*, pudiendo suplir hasta el 20% a 30% de nitrógeno que la planta necesita. Aunque en el caso particular de *Azospirillum*, está demostrado que el efecto beneficioso de la asociación es debido mayoritariamente a la capacidad que posee la bacteria de producir fitohormonas que determinan un mayor desarrollo del sistema radicular y, por tanto la posibilidad de explorar un volumen más amplio del suelo.

El objetivo general de este trabajo consistió en evaluar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno con y sin inoculante a base de *Azospirillum brasilense* en maíz (*Zea mays* L. var. *amylacea*), en un suelo arenoso; los objetivos específicos fueron determinar el rendimiento del grano de maíz (RG) y la rentabilidad del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el Distrito de Ybyrarobana (a 330 kilómetros de Asunción), del Departamento de Canindeyú.

Las condiciones climáticas durante la conducción del experimento (setiembre 2015 hasta febrero 2016), fueron favorables para el desarrollo del cultivo, principalmente en la distribución de la lluvia, donde se registró una precipitación total registrada durante el ciclo del experimento fue de 1.136 mm (Figura 1).

Teniendo en cuenta que el cultivo del maíz para completar su ciclo vegetativo y expresar su potencial productivo tiene una necesidad hídrica entre 600-800 mm (MAG, año), la precipitación fue superior a la necesaria.

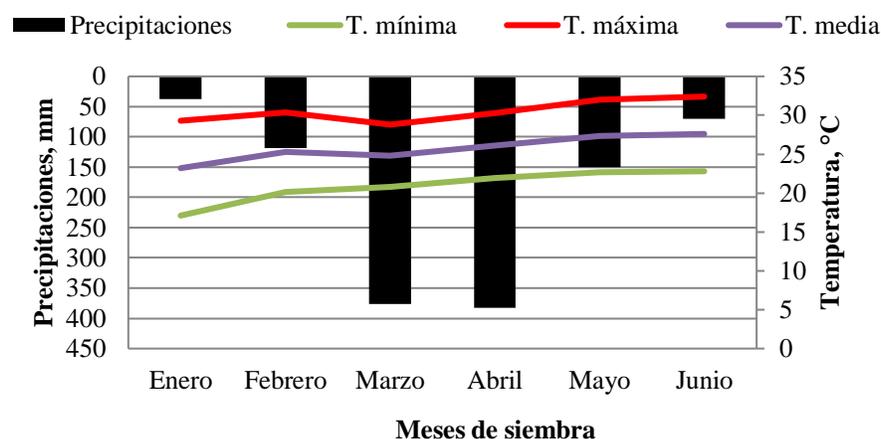


Figura 1. Precipitación total (medida con un pluviómetro instalado en la parcela experimental) y medias de temperatura (máxima y mínima) registradas durante el periodo de la ejecución del experimento (setiembre 2015 hasta febrero 2016).

Fuente: IPTA (Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria). Datos climáticos del campo experimental Yjhovy.

La temperatura que se presentó durante el ciclo del experimento ha sido muy variada (Figura 1), registrando temperaturas máximas de hasta 32,4 °C y mínimas de 17 °C, sin embargo, estas temperaturas son favorables para el buen desarrollo del cultivo.

Para la determinación de las características físico-químicas de la parcela experimental fue extraída una muestra de suelo antes del inicio del experimento, la muestra fue enviada al laboratorio, donde se realizó su análisis, se determinó pH en agua; fósforo disponible (P),

potasio (K) y sodio (Na), que fueron determinados por el método de Mehlich 1; la materia orgánica (MO) por el método de Walkley & Black. El aluminio (Al); calcio (Ca) y magnesio (Mg) fue extraído en Cloruro de Potasio (KCl), y los resultados se aprecian en la Tabla 1.

El suelo predominante en el área donde se implantó el experimento está clasificado como un Arenic Rhodic Paleudult, la parcela experimental estaba situada sobre un terreno con topografía plana, el suelo presenta una textura arenosa, con una fertilidad media y con bajo contenido en materia orgánica (López et al. 1995)

Tabla 1. Características físicas y químicas del suelo de la parcela experimental. Ybyrarobana, Canindeyú, 2016

Prof	pH	M.O.	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺ + H ⁺	P	Textura
cm.	Agua	%cmolc.dm ⁻³					mg kg ⁻¹	
0-20	5,08	0,9	0,02	1,0	0,29	0,11	0,63	9,0	A

Extractores: pH= Agua; P y K+= Mehlich-1; Ca²⁺ + Mg²⁺ y Al³⁺ = KCl 1Mol L-1; A= arenoso

Los tratamientos consistieron en la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno, con y sin inoculación de *Azospirillum brasilense* (Az). En cuanto a los demás fertilizantes se hizo una aplicación base según el resultado de los análisis de suelo y necesidad del cultivo. El nitrógeno se aplicó en forma fraccionada en dos oportunidades (siembra y 45 días después de la siembra), la fuente de nitrógeno utilizado fue la urea. Se empleó semillas sin tratamiento químico y la inoculación se realizó en el momento de la siembra empleando un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial en parcelas divididas, siendo el factor 1 la aplicación o no de Az y el factor 2, seis dosis de nitrógeno, en el campo el diseño estuvo dispuesto en forma de bloques completos al azar, totalizando doce tratamientos con cuatro repeticiones (Tabla 2).

Las unidades experimentales (UE) consistieron en parcelas de 5 m x 3,5 m, con una superficie de 17,5 m² y el área experimental (AE) de 840 m². La siembra se realizó con un espaciamiento de 0,70 m entre hileras y 0,25 m entre plantas, totalizando una población de 4.800 plantas en 840 m² (Figura 2).

El terreno fue preparado en forma convencional, con arada y rastreada. Se empleó semillas sin tratamiento químico y la inoculación se realizó en el momento de la siembra y la dosis 100 % de Az de acuerdo la recomendación del fabricante.

La variedad utilizada fue Avati moroti, es una variedad rústica, posee alta estabilidad y la misma puede ser sembrada en todas las zonas productoras de la región Oriental del Paraguay, se

adapta a suelos de baja fertilidad y es tolerante a la sequía (MAG 2010). La siembra fue realizada en la segunda quincena de setiembre, utilizando semillas sin tratamientos químicos.

Tabla 2. Tratamientos que fue utilizado en el experimento, Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Tratamientos	Descripción	
	Az	Dosis de N (kg ha ⁻¹)
T1	Sin	0
T2	Sin	30
T3	Sin	60
T4	Sin	90
T5	Sin	120
T6	Sin	150
T7	Con	0
T8	Con	30
T9	Con	60
T10	Con	90
T11	Con	120
T12	Con	150

*Dosis recomendada del inoculante: 3 mL kg⁻¹ de semilla de maíz

La cosecha fue realizada durante la primera quincena de febrero, una vez que el cultivo haya completado su ciclo (150 días), de forma manual, cosechando las hileras centrales de cada unidad experimental.

Después de cada levantamiento de datos de la fuente primaria, según el cronograma establecido previamente, se verificó la consistencia y la calidad de los mismos por medio de análisis y técnicas comúnmente aplicadas con ese propósito. Algunas de las unidades de observación o parcelas de datos que registraron valores de ciertas variables que no responden al estándar y fueron dudosas, porque se distancian de los límites reales esperados, se verificó y se volvió a medir.

Para evaluar RG, las espigas fueron cosechas de forma manual de las hileras centrales (un total 2,1 m² de área) y las mismas fueron desgranadas a mano una vez que estuvieron bien secas, luego se pesó los granos en una balanza electrónica de dos decimales determinando el peso por unidad experimental extrapolándose los resultados en kg ha⁻¹.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ganancia}}{\text{Costo total}} \times 100$$

Los valores obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y las medias de cada tratamiento, para cada una de las variables, cuando detectado diferencias significativas entre los tratamientos comparados y posteriormente se realizó las comparaciones de medias con el Test de Tukey al 5 % de probabilidad para categorizar a los tratamientos. Los resultados obtenidos fueron presentados e interpretados mediante tablas y figuras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados correspondientes al rendimiento de granos (RG), de acuerdo al análisis de varianza, se verifica que la aplicación de inoculante presentó diferencias significativas (Tabla 3), además los factores estudiados en este ensayo no presentaron interacción, lo que indica que los factores actuaron de forma independiente para el RG.

Tabla 3. Medias de la variable correspondiente a rendimiento de granos de maíz (RG) (kg ha^{-1}), sometidas a diferentes dosis de Nitrógeno con y sin aplicación de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* (Az). Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Inoculante (Factor A)	Niveles (%)	RG (kg ha^{-1}).
Sin <i>Azospirillum brasilense</i>	0	3.070 b
Con <i>Azospirillum brasilense</i>	100	3.437 a
Media		3.253,5
Coeficiente de variación (%)		15,5

En las columnas, medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí estadísticamente por el Test de Tuckey al 5% de probabilidad de error

Los tratamientos con inoculante a base de Az presentaron en promedio un RG mayor (3.437 kg ha^{-1}), con respecto a los tratamientos que no recibieron la aplicación del inoculante a base de Az (3.070 kg ha^{-1}), esto representa en promedio 367 kg ha^{-1} menos en relación a los resultados obtenidos en los tratamientos con inoculante.

Este resultado concuerda con un experimento de larga duración que se realizó en el Brasil, donde se observó durante 20 años el efecto de *Azospirillum brasilense* y *Azospirillum lipoferum* en el cultivo de maíz. Y donde se pudo constatar que con la aplicación de estos inoculantes se logró un incremento en el RG entre 5% a 30% (Araujo citado por Fancelli 2010).

Otro resultado positivo con respecto a la utilización de Az y similar al resultado que se obtuvo en este experimento fue en el ensayo realizado en Argentina, con 273 experimentos consistente en la inoculación de Az en el cultivo de maíz, donde el 85% de los casos respondieron significativamente al inoculante, con un aumento promedio en la productividad de 472 kg ha^{-1} (Díaz-Zorita et al. 2008).

En la Figura 3 se representa el RG sometidos a diferentes dosis del nitrógeno, con y sin aplicación de inoculante a base de *Az*. De acuerdo al análisis estadístico, se puede observar que entre las dosis de nitrógeno hubo diferencia estadísticamente significativa, donde la dosis más alta (150 kg ha⁻¹ de N), presentó un mayor rendimiento promedio (3.980 kg ha⁻¹) de granos de maíz, superando al testigo en 1.117 kg ha⁻¹ de granos de maíz.

Los rendimientos para los tratamientos aplicados estuvieron entre 2.862 y 3.979 kg ha⁻¹, estos resultados superan a los RG promedios registrados para esta variedad, donde el promedio a nivel país es de 1.062 kg ha⁻¹ y departamental 1.140 kg ha⁻¹ (MAG 2010). Sin embargo, según ensayos realizados por el IPTA (2013), para esta variedad se registró un RG promedio de 4000 kg ha⁻¹, así mismo IICA (2013), reporta un RG promedio de 5.200 kg ha⁻¹

Los altos rendimientos de los granos podrían justificarse, en cierta manera a la utilización de inoculante.

Tanto en este ensayo, como en el de otros autores consultados, se verifica que el inoculante tiene un efecto positivo en el RG, en este sentido; en un artículo publicado por Oliveira et al. (2010), afirman que es posible sustituir en un 100% la utilización de fertilizantes nitrogenados en la agricultura familiar o de menor RG por la aplicación de inoculante a base de *Az* y para RG mayores se estima eliminar un 50 % la utilización de fertilizante nitrogenados.

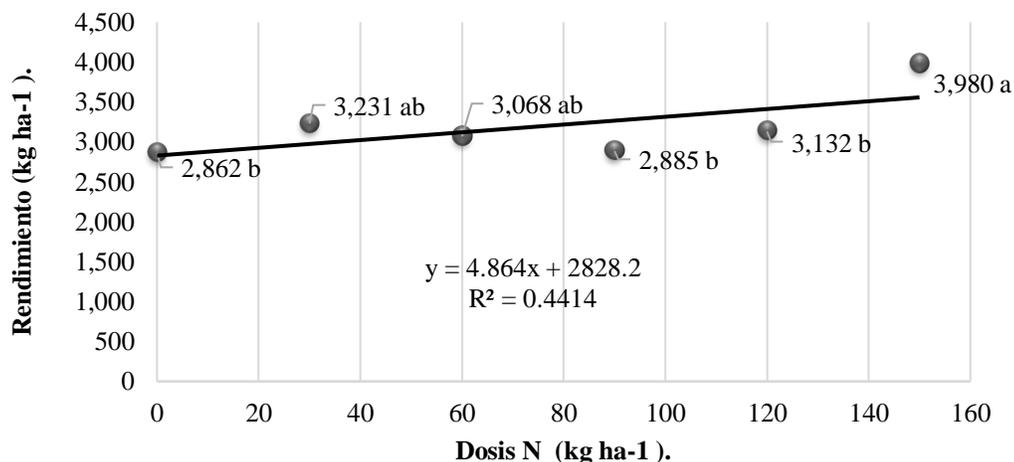


Figura 3. Medias de la variable correspondiente a rendimiento de granos de maíz (RG), sometidas a diferentes dosis de nitrógeno con y sin aplicación de inoculante a base de *Azospirillum brasilense* (*Az*). Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

La rentabilidad del cultivo de maíz va variando conforme a la variación a la cantidad de fertilizante nitrogenado (Urea) y al inoculante a base de Az utilizado en cada tratamiento, la utilización de estos insumos genera un aumento en el costo de producción. Sin embargo el aumento de la dosis de N, se traduce en un aumento de la rentabilidad del cultivo (Tabla 4).

En el caso del inoculante a base de Az, su aplicación genera un aumento superior en la rentabilidad en relación a los tratamientos sin inoculante. En promedio con la aplicación de inoculante aumenta la rentabilidad en un 16%.

La mejor rentabilidad se generó con la aplicación de inoculante con la mayor dosis de nitrógeno (150 kg ha^{-1}), generando un aumento del 55% de rentabilidad en relación al testigo.

De acuerdo a un experimento realizado en México, donde se evaluó el efecto de la aplicación de inoculante a base de Az en la rentabilidad del cultivo de maíz, se reportó un aumento promedio de 56 % en la rentabilidad (García et al 2011). Un incremento mucho mayor en relación a la que se obtuvo en este experimento.

Tabla 4. Rentabilidad del cultivo de maíz (%), sometidas a diferentes dosis de nitrógeno con y sin aplicación de inoculante a base de *Azospirillum brasilense*(Az). Ybyrarobana, Canindeyú, 2016.

Tratamientos	Rendimiento (kg ha^{-1}).	Precio del Maíz (Gs.)	Costo de Producción	Ingreso neto	Rentabilidad (%)
T1: Testigo	2.656	2.500	3.754.228	2.887.022	77
T2: 30 kg ha^{-1}	3.138	2.500	3.863.728	3.983.022	103
T3: 60 kg ha^{-1}	3.180	2.500	3.973.228	3.978.522	100
T4: 90 kg ha^{-1}	2.696	2.500	4.082.728	2.659.022	65
T5: 120 kg ha^{-1}	2.889	2.500	4.192.228	3.032.272	72
T6: 150 kg ha^{-1}	3.857	2.500	4.301.728	5.341.272	124
T7: Az.+ 0 kg ha^{-1}	3.067	2.500	3.881.228	3.788.272	98
T8: Az + 30 kg ha^{-1}	3.324	2.500	3.990.728	4.319.272	108
T9: Az + 60 kg ha^{-1}	3.581	2.500	4.100.228	4.852.772	118
T10: Az + 90 kg ha^{-1}	3.073	2.500	4.209.728	3.474.272	83
T11: Az + 120 kg ha^{-1}	3.373	2.500	4.319.228	4.115.022	95
T12: Az + 150 kg ha^{-1}	4.102	2.500	4.428.728	5.826.522	132

Az: *Azospirillum brasilense*

Precio de venta: 2.500 (Gs). MAG (2016).

CONCLUSIONES

En las condiciones del experimento se concluye que:

El rendimiento de los granos tuvo diferencias significativas tanto con la aplicación del inoculante como con las dosis de Nitrógeno.

Económicamente, los tratamientos que recibieron el inoculante a base de *Azospirillum brasilense*, reportaron mayor rentabilidad.

El uso de *Azospirillum brasilense* puede mejorar la producción, generando efectos positivos al rendimiento, mayor rentabilidad y además su uso podría contribuir a minimizar las contaminaciones generadas por los fertilizantes nitrogenados.

REFERENCIAS

- Araujo Sampaio, A; Ferreira da Silva, A.; Da Costa de Aguiar, C.A.; Tuão Gava, C.A.; Nogueira, M.A.; Hungria, M.; Vieira Martins, L.M.; Fernandes Júnior, P.I. 2013. Desenvolvimento Vegetativo de Genótipos Superprecoces de Milho Inoculados com *Azospirillum brasilense* em Solos do Semiárido. Fertbio: A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola. Centro de Convencoes. Meceio. Alalagoas.
- CAN (Censo Nacional Agropecuario). 2008. Ministerio de Agricultura y ganaderia. Vol.4. Consultado 15 de nov 2016. Disponible en: <http://www.mag.gov.py/Censo/Book%20Vol4.pdf>.
- Díaz-Zorita, M.; Fernandez C., M. V. 2008. Análisis de la producción de cereales inoculados con *Azospirillum brasilense* en la república Argentina. Asociación Argentina de Microbiología (AAM). Cap.10, 155-164 (en línea). Consultado 20 mar. 2017. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Fabricio_Cassan/publication/215588669_Azospirillum_Cell_physiology_plant_response_agronomic_and_environmental_research_in_Argentina/links/00a9572dcf1fa0ebbc7e1990/Azospirillum-Cell-physiology-plant-response-agronomic-and-environmental-research-in-Argentina.pdf?origin=publication_detail.
- Fancelli, A. L. 2010. Boas prácticas para uso eficiente de Fertilizantes. Internacional Plant Nutrition Institute (IPNI). Piracicaba, BR. Vol.3. 467p.
- Fretes, F.; Martinez, M. 2011. Maíz análisis de la cadena de valor. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/Paraguay) (en línea). Consultado 16 de nov. 2016. Disponible en: <https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/maiz.pdf>.
- García, J; Herrera, A; Pérez, N. 2011. Efecto de *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del maíz en el norte de Tamaulipas, México. Tamaulipas, MX. vol.28 no1. (en línea). Consultado 21 de jul. 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792012000100008&script=sci_arttext&tlng=en.
- García-Olivares, J; Mendoza-Herrera, A; Mayek-Pérez, N. 2011. Efecto de *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del maíz en el Norte de tamaulipas, México. Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional. 28(1):79-84.

- Gaspar, L; Tejerina, W. 2007. Fertilización del cultivo de maíz. Agro Estrategias Consultores. Rosario, AR. (En línea). Consultado 15 de abr. 2016. Disponible en: <http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20-%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, PY) 2013. Evolución y situación del maíz (*Zea mays*). (En línea). Consultado 30 de mar. 2017. Disponible en: http://www.iica.org.py/observatorio/maiz_comp.htm.
- IPTA (Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, PY). 2015. Programa de investigación de maíz, sorgo y girasol. Avati morotí – avati chipá. Guaraní vs 254. IPTA. Capitán Miranda. PY.
- Lopez, O; Gonzalez, E; Molinas, A.; Franco, E.; Garcia, S.; Rios, E. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesto de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. Asunción, PY. v.1.p.83.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY) 2010. Análisis del comportamiento de rubros agrícolas: Censo Agropecuario 2008. Consultado 26-02-2017. Disponible en: www.mag.gov.py/dgp/Analisis%20comportamiento%20de%20Rubros%20Agricolas.pdf
- Oliveira, J.A.; Schemovski, C.; Sanches, R.E.; Gasparotto, F. 2014. Inoculação via foliar na cultura de milho com *Azospirillum brasilense* asociado a diferentes doses de nitrogênio em cobertura. Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. Maringá, Paraná.
- Oliveira Roberto, V.M.; Da Silva, C.D.; Notini Lobato, P. 2010. Resposta da Cultura do Milho a Aplicação de Diferentes Doses de Inoculante (*Azospirillum brasilense*) Via Semente. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Faculdade de Agronomia, UNIARAXÁ. 2429-2434p.
- Paredes, M. 2013. Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas. Buenos Aires, AR. 61-85p Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. (en línea). Consultado 21 de nov. 2015 Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/fijacion-biologica-nitrogeno-leguminosas.pdf>.

FINANCIAMIENTO

El trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), dentro del marco del Proyecto 14-INV-130 "Manejo sostenible de la fertilidad de suelos para la producción de alimentos".