

# Microorganismos promotores del crecimiento vegetal\*

Inés E. García de Salamone<sup>1</sup>

## Introducción

Existen numerosas evidencias en la literatura que indican que la utilización de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB, por sus siglas en inglés) puede tener un rol significativo en la sustentabilidad de los agroecosistemas (Reed y Glick, 2004; Antoun y Prevost, 2006). La inoculación con PGPB, contribuye a la implantación, desarrollo y producción de cultivos tales como arroz, trigo y maíz (García de Salamone et al., 2007; Baldani et al., 2008). La fijación biológica de nitrógeno (FBN) adquiere relevancia y puede ser incorporada a través de ciertas asociaciones cereal-PGPB para aportar nitrógeno (N) al agroecosistema (García de Salamone et al., 1996; Urquiaga et al., 2004).

Trabajos realizados en condiciones de laboratorio han mostrado interacciones entre variedades de trigo e híbridos de maíz y cepas de *Azospirillum* aisladas localmente (García de Salamone et al., 1989, 1990, 1992). En el marco de un proyecto de investigación binacional financiado por CONICET de Argentina y CNPq de Brasil (1989-1991) se llevaron a cabo trabajos de selección de cepas a partir de plantas de estos cereales cultivadas en condiciones de campo. Las mismas fueron aisladas de endorrizosferas de raíces de trigo y maíz muestreadas en floración y tratadas con Cloramina T, y luego maceradas para proceder a obtener los aislamientos.

El objetivo de selección fue, en todos los casos, obtener cepas que tuvieran elevada capacidad de fijar N, estimada a través de cromatografía gaseosa por el método de reducción de acetileno. La obtención de numerosas cepas de *Azospirillum* asociadas a la rizósfera de trigo con posibilidades de fijar N ya había desencadenado un interés fundamental en el progreso de investigaciones que relacionadas a los resultados obtenidos por diversos grupos de trabajo del mundo (García de Salamone y Monzón de Asconegui, 2008). Esas investigaciones ya habían aportado datos sobre la práctica de inoculación de semillas de gramíneas y su cultivo como posibles tecnologías de bajo costo para la incorporación de N<sub>2</sub> vía fijación biológica, con beneficios colaterales, como son una mayor efectividad en la producción agrícola-ganadera y un ahorro sustancial en el uso de la fuente no renovable de energía de los combustibles fósiles (Baldani et al., 2008; Boddey et al., 1986).

La historia de la aplicación de PGPB en nuestra región se remonta al Taller sobre *Azospirillum* realizado en el Laboratorio de Microbiología y Producción de Inoculantes, Montevideo, Uruguay, en agosto de 1993. Las conclusiones del mismo fueron compiladas por Okón y Labandera (1994), y conllevaron a un interés incipiente por algunas empresas productoras de inoculantes existentes en el mercado que empezaron a presupuestar y establecer programas de investigación y desarrollo de inoculantes de otras PGPB distintas a *Rhizobium*. En este contexto se realizaron numerosos trabajos para evaluar, en condiciones de campo, el comportamiento de cepas de *Azospirillum* aisladas de raíces de trigo y maíz, ya sea localmente en la región pampeana argentina, como así también algunas suministradas por el CNPAB de EMBRAPA, Brasil. En aquellos momentos se pensó en las posibilidades de combinar los efectos aún no perfectamente establecidos de esta bacteria rizosférica, intentando lograr bases experimentales para que la práctica de inoculación pudiera extenderse al productor agropecuario.

Los ensayos fueron programados con diseños factoriales en bloques completos aleatorizados (DBCA) con tres o más repeticiones. En la mayoría de los casos se consideraron combinaciones con dosis de N aplicadas en la práctica de campo. Las condiciones de manejo de los cultivos experimentales fueron similares a aquellas aplicadas por el dueño del establecimiento donde se instalaba cada ensayo o por el productor en general.

## Experiencias en trigo

García de Salamone et al. (1990) pudieron demostrar que la inoculación con dos cepas de *Azospirillum brasilense* mejoró la implantación del cultivo. Esto resulta en un beneficio para el desarrollo de las futuras etapas de crecimiento. Un cultivo más rápidamente implantado comenzará más rápidamente a producir materia seca que le permitirá generar las estructuras de rendimiento por períodos más prolongados posibilitando de esta manera el logro de una mayor producción.

De los resultados de ensayos de campo se pudo concluir que la inoculación con esta bacteria rizosférica produjo ventajas fisiológicas y económicas para su aplicación al nivel de productor agropecuario (Tabla 1).

<sup>1</sup> Cátedra de Microbiología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: igarcia@agro.uba.ar

\* Adaptado de la conferencia presentada en el XII Congreso de Suelos de Ecuador organizado por la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo en Octubre de 2010.

**Tabla 1. Niveles de respuesta promedio a la inoculación con PGPB en distintos ensayos de trigo conducidos en condiciones de campo en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Compilado de García de Salamone y Monzón de Asconegui (2008) y Naiman et al. (2009).**

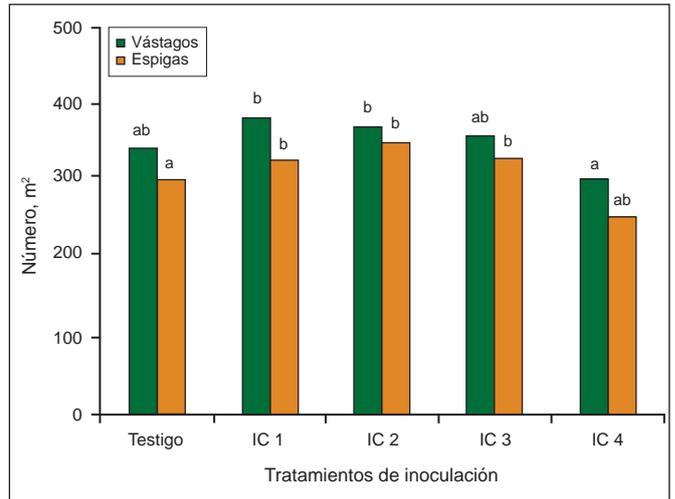
Tipo de suelo	Rango promedio de respuesta %
Hapludol húmico	2 - 34
Argiudol típico	0 - 30
Hapludol éntico	2 - 32
Argiudol ácuico	0 - 10

Con estos y algunos otros objetivos complementarios, como el analizar el efecto de la inoculación sobre las comunidades microbianas rizosféricas, se realizaron, en el periodo 2004-2006, experimentos de trigo en condiciones de campo con la tecnología aplicada por el productor. Las características generales de dichos ensayos fueron detalladas por García de Salamone y Monzón de Asconegui (2008).

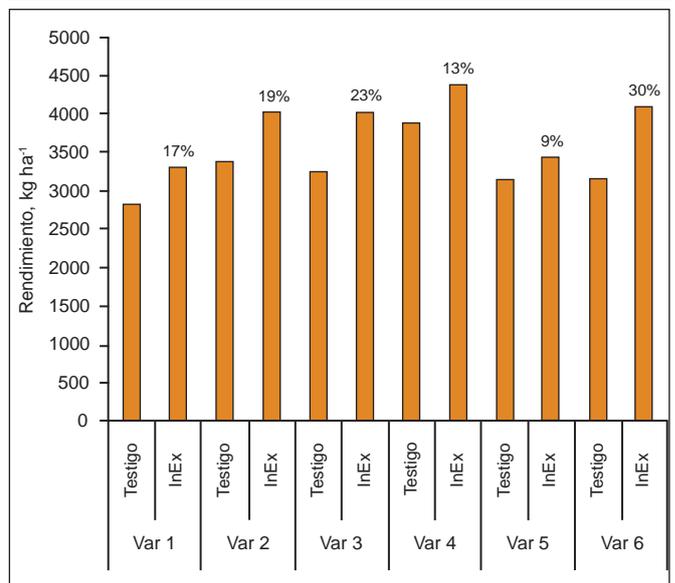
El análisis conjunto de los experimentos descritos por estos autores muestra que la inoculación con *Azospirillum* incrementa el rendimiento en grano. La partición a espigas y la producción de biomasa aérea total se pueden incrementar mediante la práctica de inoculación con esta PGPB (Figura 1). Esto representa una ventaja para la producción de granos que favorece la sustentabilidad del agroecosistema pues significa mayor aporte de residuos al suelo. Sin embargo, la interacción "genotipo x ambiente x inoculante" observada refleja la necesidad de profundizar estos estudios. Como complemento a lo anterior, Naiman et al. (2009) observaron que prácticas tradicionales como la fertilización, modifican las comunidades microbianas rizosféricas en mayor medida que la práctica de inoculación con PGPB de los géneros *Pseudomonas* y *Azospirillum*, brindando similares incrementos de rendimiento y producción de biomasa aérea. Esto se complementa con la mayor producción de biomasa que se puede obtener con la inoculación con PGPB que en promedio para cuatro experimentos, incrementó un 21% la producción de biomasa aérea mientras la fertilización nitrogenada aumentó esta sólo en un 5%. Esto permite inferir que la inoculación con ciertas cepas de esta PGPB favorecería la producción en forma más sustentable, permitiendo la reducción de los niveles de aporte de nutrientes sin resentir el rendimiento esperado de trigo. Por otra parte, cuando se evaluaron varios cultivares de trigo se pudo observar diferencias significativas entre ellos en la respuesta a la inoculación con una combinación de cepas en una formulación experimental (Figura 2).

### Experiencias en maíz

A comienzos de los años 90, la asociación entre la



**Figura 1. Número de vástagos y de espigas por m² en canopeos de trigo inoculado con distintos inoculantes comerciales (IC) aplicados sobre la semilla al momento de la siembra en comparación con el tratamiento testigo sin inocular. Las barras con letras iguales no difieren entre sí según la Prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).**



**Figura 2. Incrementos de rendimiento en grano debidos a la inoculación con una formulación experimental de dos cepas de *Azospirillum brasilense* (InEx) de seis variedades comerciales de trigo (Var 1 a Var 6) cultivadas en condiciones de campo.**

bacteria diazotrófica *Azospirillum* y plantas de cultivo ya era considerada un fenómeno de considerable valor científico y económico. También se sabía que un número elevado de factores condicionaban la respuesta a la inoculación en condiciones de campo. Con relación a esto, García de Salamone (1993), propuso que para usar estas asociaciones bacteria-planta, a escala agronómica, debería considerarse el criterio de ideotipo propuesto por Donald (1968) y utilizado en mejoramiento vegetal, donde la combinación exacta de ambos socios debería estar referida a un ambiente en particular.

Basándose en los resultados de varios ensayos se puede inferir que los programas de mejoramiento

**Tabla 2. Niveles de respuesta promedio a la inoculación con PGPB en distintos ensayos de maíz conducidos en condiciones de campo en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Compilado de García de Salamone y Döbereiner, 1993; García de Salamone y Monzón de Asconegui (2008).**

Tipo de suelo	Rango promedio de respuesta %
Argiudol típico	0 - 7
Argiudol aérico	2 - 94
Hapludol húmico	6 - 77
Argiudol vertico	5
Hapludol éntico	3 - 13

deberían incluir el estudio de las interacciones “*Azospirillum*-planta” con el fin de seleccionar genotipos de maíz que utilicen mejor las interacciones “suelo-planta-atmósfera” en la conformación de sistemas de cultivos que obtengan mayor rendimiento y estabilidad ecológica (Tabla 2).

La información disponible de la respuesta a la inoculación en la asociación *Azospirillum*-maíz en distintas condiciones ambientales indica que el análisis de varianza de “ensayo x año” muestra diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a favor de la inoculación con *Azospirillum* respecto a los testigos, independientemente del ensayo que se trate (García de Salamone y Döbereiner, 1993; García de Salamone y Monzón de Asconegui, 2008).

### Experiencias en arroz

El arroz es un alimento básico para una gran proporción de la población mundial que debe enmarcarse también en programas de agricultura sustentable. Dos experimentos sembrados en las campañas 2006/2007 y 2008/2009 en la zona arrocería de la Provincia de Entre Ríos, del NE de Argentina, permitieron evaluar la respuesta de dos tratamientos de inoculación con *Azospirillum brasilense*, sobre la producción de biomasa y rendimiento del cultivo de arroz (García de Salamone et al., 2007; 2010; Gatica et al., 2009). Los inoculantes contenían dos cepas de *Azospirillum brasilense* y se realizó el análisis de la microflora rizosférica con potencialidad de fijar N. La dosis para 50 Kg de semilla fue 300 ml de producto con  $10^9$  ufc  $\text{ml}^{-1}$ . El número más probable (NMP) de diazotrofos rizosféricos disminuyó entre macollaje y llenado de granos. La capacidad de utilizar fuentes carbonadas por las comunidades microbianas presentes en la rizosfera fue distinta entre tratamientos.

La biomasa aérea del control fue 7256 y 15 183  $\text{kg ha}^{-1}$  en macollaje y llenado, respectivamente. Los tratamientos con *Azospirillum brasilense* incrementaron significativamente esos valores en 15 y 35% para

macollaje y 28 y 50% para llenado de granos. El control rindió 8 370  $\text{kg ha}^{-1}$  y la inoculación incrementó ese valor en 7.5%. Los resultados de este trabajo están indicando el alto potencial que tiene la práctica de inoculación con *Azospirillum* para este cultivo.

### Estimaciones de FBN

Se ha demostrado que la inoculación con ciertas combinaciones bacteria-planta, tales como *Azospirillum*-maíz pueden aportar N proveniente de la FBN en niveles equivalentes a 100  $\text{kg N ha}^{-1}$  (García de Salamone et al., 1996). Este aporte de N podría colaborar con la sustentabilidad del agroecosistema pues puede mejorar la calidad de los residuos y posibilitar una reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados. Por otra parte, se pudo observar que la inoculación con *Azospirillum brasilense* modificó la relación delta ( $\delta$ )  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  tanto de plantas de arroz como de trigo en la etapa de llenado de grano (García de Salamone et al., 2009). Es por ello, que se puede concluir que las plantas de arroz aumentaron la cantidad de N derivado de la FBN cuando se aplicó la inoculación con *Azospirillum*.

Las malezas y las plantas de trigo mostraron diferencias significativas entre los genotipos en los valores de la relación  $\delta$   $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ . La gran variabilidad se manifestó en las relaciones  $\delta$   $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  de las plantas de trigo sin inocular y esto indica la posibilidad de utilizar estos valores para calcular el N derivado de la FBN para las plantas de trigo inoculadas. El valor medio de las relaciones  $\delta$   $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  de malezas en el experimento de trigo fue de 8.64. Las estimaciones de los porcentajes de FBN mostraron variabilidad entre los genotipos de la planta como se informó antes con genotipos de maíz (García de Salamone et al., 1996) en asociación con bacterias PGPB. La relación entre los valores de  $\delta$   $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  entre el tratamiento de control y las plantas inoculadas de trigo muestran que en promedio, el rango de porcentajes de N derivado de la FBN fue 13-55%. Esto significa que la inoculación con *Azospirillum* puede producir cambios en la fisiología de plantas que pueden estar relacionados con la FBN.

Con el fin de aumentar la precisión, es necesario obtener una mejor estimación del valor  $\delta$   $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  del suelo (Alves et al., 2008). Una síntesis de estos trabajos indica que los niveles de FBN deberían ser considerados como un aporte de este elemento que debe ser considerado y mejorado mediante el mejoramiento de los cultivos y de los inoculantes empleados (Tabla 3). Los recuentos del número más probable de microorganismos (NMP) oxidantes del amonio aumentaron cuando las semillas de ambos cultivos se inocularon con *Azospirillum brasilense*. Sin embargo, los NMP mostraron respuestas a la inoculación diferentes para estos dos cultivos. Los valores de NMP para las plantas

**Tabla 3. Valores promedio medidos de la relación  $\delta^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  y estimados de los porcentajes de ocurrencia de FBN en cultivos de trigo y arroz cultivados en condiciones de campo de productores.**

Cultivo	Promedios de valores de la relación $\delta^{15}\text{N}/^{14}\text{N}^{(1)}$		FBN %
	Malezas <sup>(2)</sup>	Plantas Prueba	
Trigo	8.64	6.14	29.90
Arroz	14.37	13.10	12.20

(1) *Compilado de García de Salamone et al., (2009); D'Auria et al., (2011).*

(2) *Malezas: corresponde al promedio de 3 o más especies vegetales creciendo en el área de cada ensayo que fueron muestreadas simultáneamente con cada cultivo y que no pertenecen a las Familias Gramíneas y Leguminosas.*

de arroz fueron significativamente inferiores en el suelo asociado a las plantas inoculadas. Sin embargo, el valor de N potencialmente mineralizable del suelo, asociado a las plantas de trigo sin inocular, fue de 5.3 mg de  $\text{N-NH}_4 \text{ kg}^{-1}$  de suelo, que fue significativamente ( $p < 0.05$ ) menor a 10.3 mg de  $\text{N-NH}_4 \text{ kg}^{-1}$  de suelo observados para el caso asociado a las plantas inoculadas (García de Salamone et al., 2009; D'Auria et al., 2011).

### Síntesis y perspectivas

Los resultados obtenidos mostraron la capacidad de ciertas PGPB de modificar la ecofisiología de los cultivos tales como trigo, maíz y arroz en condiciones de campo. Sin embargo, la información disponible estaría indicando que la interacción cepa-planta-ambiente es relevante para los resultados de inoculación que se pueden obtener (García de Salamone y Cassan, 2010).

Se observó que la respuesta a la inoculación es variable y que los microorganismos presentes pueden colonizar y permanecer en la rizosfera. Incrementos en rendimiento y producción de biomasa deberían ser considerados de relevancia ecológica y ser estudiados desde el punto de vista de la ecología microbiana. Además se deberían estudiar estos aspectos utilizando cepas aisladas con capacidad de fijar N en asociación con la planta. Esto podría aumentar el nivel de respuesta y mejorar la eficiencia de uso de los recursos disponibles.

La introducción de rizobacterias, podría provocar modificaciones en la actividad microbiana en la rizosfera y, por ello, deberían ser estudiados (García de Salamone y Cassan, 2010). Es sabido que la diversidad microbiana puede utilizarse como índice de calidad de suelo y que las condiciones de manejo la pueden modificar (García de Salamone et al., 2006; 2007). En relación con esto, y sumado a que la práctica de inoculación con *Azospirillum* está siendo utilizada por un número creciente de productores agropecuarios en diversas áreas agrícolas del mundo, se debería aportar

conocimiento sobre la ecología microbiana de la rizosfera de los cultivos en condiciones de campo cuando se aplican rizobacterias.

Los resultados compilados en esta revisión están en concordancia y pueden ser ampliados con aquellos revisados por Reed y Glick (2004) y Bashan et al. (2004). Toda la información disponible indica que la inoculación con *Azospirillum* debe ser favorecida. Sin embargo, la variabilidad en las capacidades tanto de esta PGPB como aquella de las plantas a las que esta está dirigida deben ser ajustadas y potenciadas incluyendo mecanismos alternativos tales como FBN, producción de fitorreguladores, control biológico entre otros para mejorar así los niveles de respuesta a la inoculación a campo (Cassan y García de Salamone, 2008).

Los efectos directos de la utilización de PGPB en cultivos de cereales ejercen un rol significativo en procesos fundamentales del ecosistema como la recirculación de carbono y N. Además, se han abordado estos problemas con ensayos a campo que han entregado un conjunto de evidencias que nutre la propuesta aquí presentada. La suma de esta experiencia previa y la interacción con miembros del equipo de investigadores, redundará en un aporte significativo para conectar procesos que ocurren en la porción aérea del ecosistema con procesos que ocurren en la porción subterránea.

### Agradecimientos

Todos los trabajos experimentales, cuyos resultados se incluyeron en esta revisión fueron apoyados por la Universidad de Buenos Aires UBACyT, ANPCyT, FONCyT y recibieron aportes adicionales de los proyectos de colaboración, tales como Prosul/CNPq, CYTED, PROMAI y AUGM. El autor agradece profundamente la dedicación al trabajo dado por todos sus estudiantes de pregrado, postgrado y colaboradores de investigación que participan con gran entusiasmo en el campo y en el laboratorio. Merecen un reconocimiento especial los productores que abrieron las tranqueras de sus campos para la realización de los experimentos descritos así como las empresas de inoculantes que proporcionaron los inoculantes comerciales PGPB utilizados en los experimentos presentados en este artículo. La autora también agradece a los editores y revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias.

### Bibliografía

- Alves, B.J.R., O.C. Oliveira, R.M. Boddey, y S. Urquiaga. 2008. Métodos isotópicos. En: Gabriel de A. Santos, Leandro S. da Silva, Luciano P. Canellas y Flavio A.O. Camargo. (Org.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2 ed. : Editora Metrópole, Porto Alegre. pp. 229-242.

- Andrén, O., A. Hansson, C. Végh, y K. Barley. 1993. Nutrient uptake, root growth and depth distribution in two soil types in a rhizotron with vertical and horizontal minirhizotrons. *Swed. J. Agric. Res.*, v. 23:115-126.
- Antoun, H., y D. Prevost. 2006. Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. En: Z.A. Siddiqui (Ed.). *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, Springer, Dordrecht, pp. 1-38.
- Baldani, D.V.L., J. Silva Ferreira, K.R. dos Santos Teixeira, J.I. Baldani, y V. Massena Reis. 2008. Inoculants base on nitrogen-fixing bacteria *Azospirillum* spp. and their application in tropical agriculture. En: Cassan, F.D., I.E. García de Salamone (Eds.). *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, B.A. pp. 227-237.
- Barea, J.M. 2004. Impacto de las micorrizas en la calidad del suelo y la productividad vegetal en sistemas agrícolas y espacios naturales. En: Monzón de Asconegui, M.A., I.E. García de Salamone, S.S. Miyazaki (Eds.). *Biología del suelo. Transformaciones de la materia orgánica, usos y biodiversidad de los organismos edáficos*. Editorial FAUBA. Universidad de Buenos Aires. pp. 7-11.
- Bashan, Y., G. Holguin, y L.E. de Bashan. 2004. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances (1997-2003). *Can. J. Microbiol.* 50: 521-577
- Boddey, R.M., V.L.D. Baldani, J.I. Baldani, y J. Dobereiner. 1986. Effect of inoculation of *Azospirillum* spp. on nitrogen accumulation by field grown wheat. *Plant Soil*, 90: 265-292.
- Cassan, F.D., y I.E. García de Salamone. 2008. *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología. Bs.As.
- D'Auria, F. J. Escobar Ortega, M. Lopez de Sabando, I.E. Garcia de Salamone, D. Giorgini, M.M. Zubillaga. 2011. Mineralización de nitrógeno y microorganismos asociados en un cultivo de trigo de Buenos Aires, Argentina. VIII Reunión nacional científico técnica de biología del suelo. Salta, Argentina. Nacional. 6,7 y 8 de julio. REBIOS.
- Donald, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica*, 17: 385-403.
- García de Salamone, I.E. 1993. Effects of the inoculation with *Azospirillum* on plant growth and grain production of wheat and corn plants growing in field conditions at several sites of Buenos Aires. Taller sobre *Azospirillum*. Lab. Microbiol. Produccion Inoculantes. Montevideo, Uruguay.
- García de Salamone, I.E., y J. Dobereiner. 1993. Asociación "*Azospirillum*-maíz": Analisis de consistencia en la respuesta sobre rendimiento y absorción de nitrógeno. XX Reunión Arg. Fisiol Veg. SC Bariloche. Rio Negro. SAFV-Universidad Nacional del Sur.
- García de Salamone, I.E., y J. Dobereiner. 1996. Maize genotype effects on the response to *Azospirillum* inoculation. *Biol. & Fertil. Soils* 21: 193-196.
- García de Salamone, I.E., y F.D. Cassan. 2010. Primer Taller Internacional sobre Rizosfera, Biodiversidad y Agricultura Sustentable. 21 y 22 de Octubre, SOMEVE, Buenos Aires, Argentina, DIMAYA-AAM.
- García de Salamone, I.E., y M.A. Monzón de Asconegui. 2008. Ecofisiología de la respuesta a la inoculación con *Azospirillum* en cultivos de cereales. En: Cassan, F., y I.E. García de Salamone (Eds.). *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. pp. 209-226.
- García de Salamone, I.E., M.A. Monzón de Asconegui, M. Zanchetti, J. Ducos, J. Sarandon, y B. Michelini. 1989. Efecto de la inoculación con *Azospirillum* sobre cultivos de maíz creciendo en la provincia de Buenos Aires. X Reunión Latinoamericana y XVIII Reunión Nac. Fisiol Veg. Puerto Iguazú, Misiones.
- García de Salamone, I.E., N. Laballos, y M.A. Monzón de Asconegui. 1990. Respuesta a la Inoculación con *Azospirillum brasilense* de *Triticum aestivum* L. cv. Buck Pucara en condiciones de campo. II Cong. Nac. Trigo I (111-117). Pergamino, BA, 17-19/10. AIANBA.
- García de Salamone, I.E., M.A. Monzón de Asconegui, M. Zawosnik, y M. Zanchetti. 1992. Respuesta de tres Híbridos Comerciales de Maíz a la Inoculación con *Azospirillum*. *Turrialba* 42:3, 359-364.
- García de Salamone, I.E., J. Dobereiner, S. Urquiaga, y R.M. Boddey. 1996. Biological Nitrogen Fixation in *Azospirillum* strain-maize genotype associations as evaluated by the 15N isotope dilution technique. *Biol. & Fertil. Soils* 23: 249-256.
- García de Salamone, I.E., M. Rorig, L. Di Salvo, y R. Michelena. 2006. Comunidades microbianas en capas superficiales de un suelo Haplustol éntico bajo siembra directa. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Salta, Argentina. 19-22 de Setiembre.
- García de Salamone, I.E., R. Michelena, A. Rodríguez, I. Montemitoli, S. Gatti, M. Rorig. 2006. Ocurrencia de micorrizas vesículo arbusculares en plantas de maíz, soja y trigo en sistemas de siembra directa. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires*. 26 (1):67-72.
- García de Salamone, I.E., L.P. Di Salvo, J.S. Escobar Ortega, y A.E. Tovagliari. 2007. Respuesta del cultivo de arroz a la inoculación con *Azospirillum* y fisiología de las comunidades bacterianas rizosféricas. VI Reunión Nacional Científico-Técnica de Biología de Suelos y VI Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 4-6 de Julio.
- García de Salamone, I.E., J.S. Escobar Ortega, M. Gatica, L.P. Di Salvo, M.V. Vilches, M.M. Zubillaga, y S. Urquiaga. 2009. Effect of *Azospirillum* inoculation on N-cycling microorganisms associated with rice and wheat crops. 16th Nitrogen Workshop, <http://www.nitrogenworkshop2009.org/>. Turin, Italy 28/6 al 1/7.
- García de Salamone, I.E., L.P. Di Salvo, J.S. Escobar Ortega, M.P. Boa Sorte, S. Urquiaga, K.R. Dos Santos Teixeira. 2010. Field response of rice paddy crop to inoculation with *Azospirillum*: physiology of rhizosphere bacterial communities and the genetic diversity of endophytic bacteria in different parts of the plants. *Plant and Soil* DOI: 10.1007/s11104-010-0487-y.
- Gatica, S.M., M.B. Anzovini, L.P. Di Salvo, J.S. Escobar Ortega e I.E. García de Salamone. 2009. Inoculación de arroz con *Azospirillum brasilense*: Incremento en rendimiento con impacto reversible sobre las comunidades microbianas nativas. VII Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del Suelo y Fijación Biológica del Nitrógeno. San Miguel de Tucumán, Tucumán, 1-3 de Julio. REBIOS.
- Naiman, A.D., A.E. Latronico, y I.E. García de Salamone. 2009. Inoculation of Wheat with *Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens*: impact on the production and rhizospheric microflora. *European Journal of Soil Biology* 45:44-51. doi:10.1016/j.ejsobi.2008.11.001.
- Okon Y., y C.A. Labandera. 1994. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biol. Biochem.* 26:1591-1601.
- Reed, M.L.E., y B.R. Glick. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 86:1-25.
- Urquiaga, S., C.P. Jantalia, B.J.R. Alves, y R.M. Boddey. 2004. Importancia de la FBN en el secuestro de carbono en el suelo y en la sustentabilidad agrícola. En: Monzón de Asconegui, M., I.E. García de Salamone, S. Miyazaki (Eds.). *Biología del suelo. Transformación de la materia orgánica. Usos y biodiversidad de los organismos edáficos*. Editorial FAUBA, Buenos Aires: pp. 1-6. □