

EFFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN Y LA COINOCULACIÓN CON BACTERIAS PGPR S (*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense*) EN EL CULTIVO DE SOJA (*Glycine Max*)

FERLINI MICHELI, HUGO A.¹ - DÍAZ, SHIRLEY DEL C²

¹Ingeniero Agrónomo Extensionista, Santa Clara de Sagüer, Sta. Fe, e-mail : hferlini@hotmail.com

²Profesora de Matemática, Física y Cosmografía, Santa Clara de Sagüer, Sta. Fe

ANTECEDENTES

El cultivo de la soja (*Glycine max*) es uno de los cultivos en el que se realizan una gran número de estudios e investigaciones, para lograr mejores rendimientos y disminuir el efecto negativo que el mismo ejerce sobre el sistema. La incorporación de fertilizantes, sobre todo aquellos que contienen fósforo y la inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico son prácticas habituales en este cultivo. Esta última, permite fijar nitrógeno del aire, posibilitando que la planta lo utilice para producir, consumiendo menores cantidades de nitrógeno edáfico. Últimamente se incorporó a todas ellas, la inoculación con bacterias del género *Azospirillum brasilense*, dando nacimiento a la coinoculación (*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense*) en el cultivo de soja.

Dada la escasa información que existe sobre la **coinoculación y sobre la interacción de ésta con la aplicación de fertilizante fosforados**, surge la necesidad investigar sobre el tema, en busca de conclusiones que puedan ser adoptadas por el productor como prácticas agronómicas habituales, a partir de la siguiente hipótesis: **La manipulación de los microorganismos y fertilizantes en asociaciones óptimas puede mejorar la productividad y salud de las cosechas.**

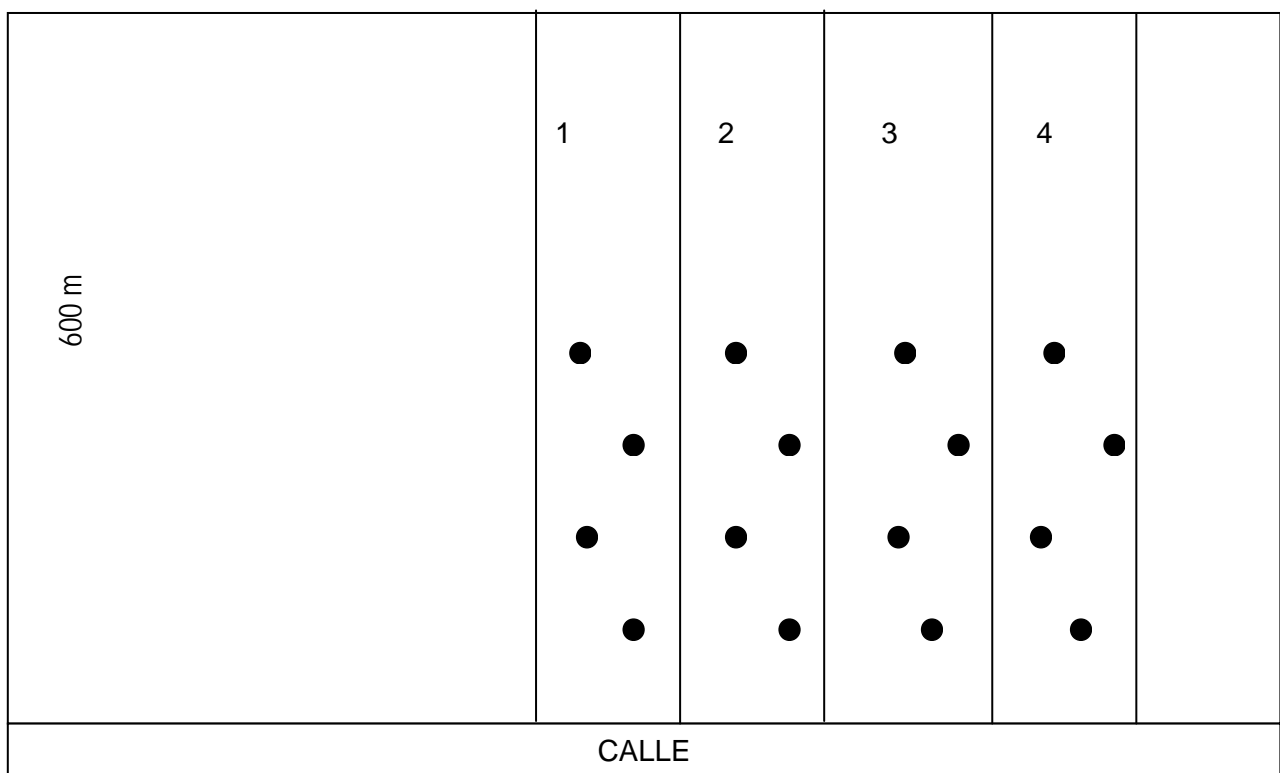
MATERIALES Y METODOS

La presente evaluación se realizó en el Establecimiento de la firma Temperini Hnos, en la localidad de Isla Verde, ubicada a los 33.23° de Lat. S y a los 62.40° de Long. O, departamento Marco Juárez, de la provincia de Córdoba en la República Argentina. **Consistió en evaluar comparativamente a través de un ensayo a campo la interacción entre fertilizante, inoculante y coinoculante.**

- **Suelo:** perteneciente al tipo de los Argiudoles típicos, textura franca gruesa, serie Bélgica con capacidad de uso Clase II C. El relieve es de lomas casi plano.
- **Régimen pluviométrico:** la media anual oscila entre los 800 a 850 mm, siendo habituales y periódicas en verano y otoño.
- **Fecha de siembra:** setiembre de 2005.
- **Variedad :** Asgrow A 4613, que pertenece al grupo de maduración IV y medio, indeterminado.
- **Cultivo antecesor :** maíz (sistema siembra directa)

- **Densidad** : 20 semillas por metro lineal de surco ; distancia entre surcos de 0.52 m
- **Sistema de siembra:** directa.
- **Fertilizante** : se aplicaron 85 kg ha⁻¹ de superfosfato simple en la línea de siembra.
- **Inoculante** : *Bradyrhizobium japonicum* - Producto comercial, con 1x10⁹ UF /ml de la cepa E109 (INTA)
- **Coinoculante** : *Azospirillum brasilense* - Producto comercial, conteniendo 1x10⁹ UFC/ml de la cepa AZ39 (INTA)
- **Diseño** :

Se distribuyó el lote en franjas tal como lo indica el croquis.



REFERENCIAS

- Extracción de muestra a la fecha de cosecha.
- Línea divisoria de tratamientos.

TRATAMIENTOS

T1 --TESTIGO

T2 – SOJA + FERTILIZANTE (85 kgha⁻¹ de superfosfato simple)

T3 - SOJA + FERTILIZANTE + INOCULANTE (*Bradyrhizobium japonicum*) Producto comercial, con 1x10⁹ UFC / ml de la cepa E109 (INTA)

T4 – SOJA + FERTILIZANTE + INOCULANTE (*Bradyrhizobium japonicum* + *Azospirillum brasilense*) Producto comercial, conteniendo 1x10⁹ UFC/ml de la cepa AZ39 (INTA)

Las evaluaciones se diseñaron en franjas compuestas por 24 surcos, para cada tratamiento, de los cuales se cosecharon para la evaluación 22, dejando los dos restantes para evitar el probable efecto borde. Cada franja de 600 mt de largo por 12.60 mts de ancho (24 surcos a 0.525m) correspondió a un tratamiento diferente.

- **Variables a observar**

- Nº de plantas / metro lineal
- Kilogramos / ha

- **Fecha de Cosecha:** 31/03/2006.

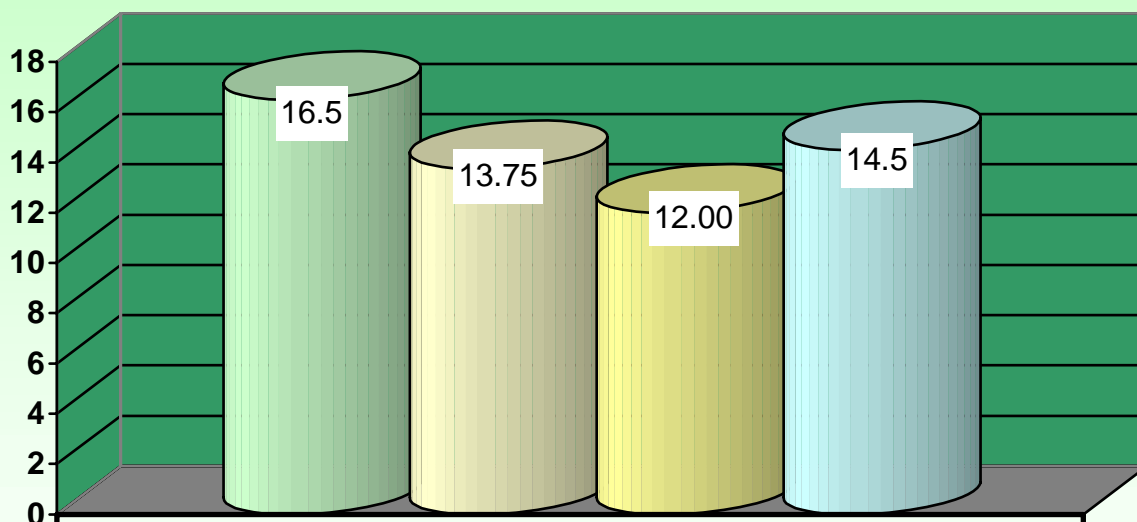
- **Recolección de datos:** la cosecha se realizó por franjas (6864 m² cada una), se pesó el producto de cada franja en tolva con balanza y el resultado se proyectó a hectárea (ha). Para evaluar los parámetros de producción que incidieron sobre los rendimientos, se extrajeron muestras cada 50 pasos, con 4 repeticiones por tratamiento, (como lo indica croquis precedente) se procedió a efectuar el conteo de las plantas contenidas en un metro lineal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

DATOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON EL NÚMERO DE PLANTAS / METRO LINEA:

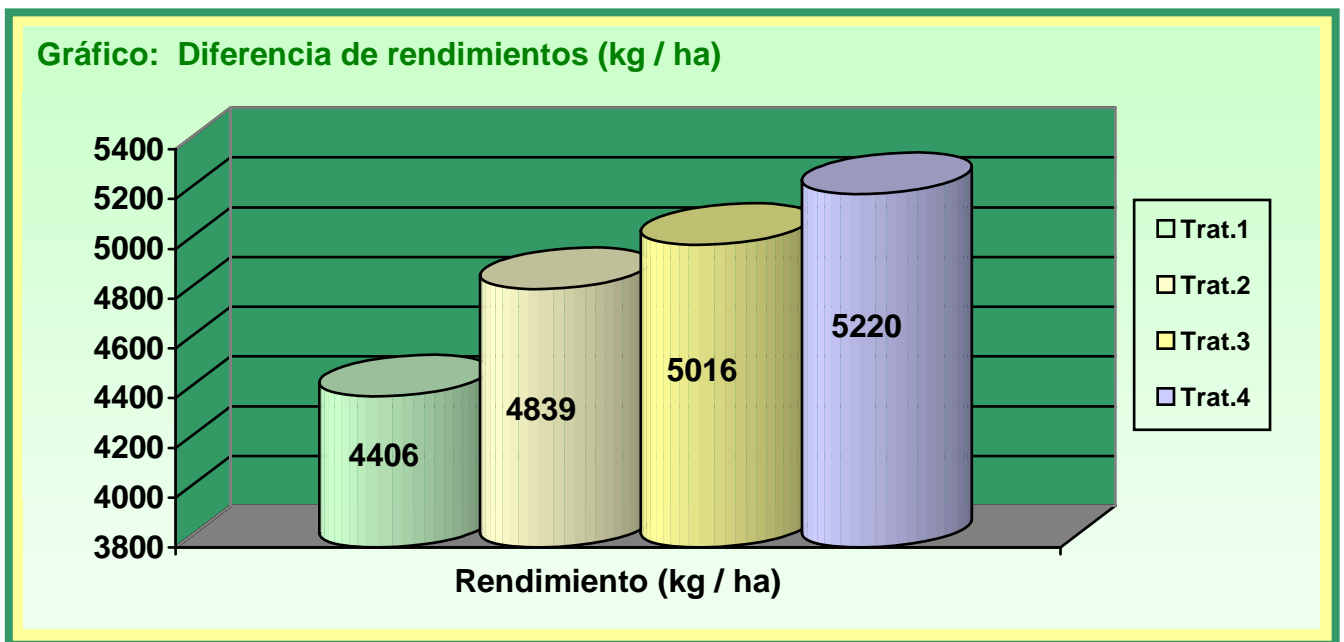
- T1 (12+19+15+20) = 66 – Promedio: 16.50 plantas /m
- T2 (15+13+10+17) = 55 – Promedio: 13.75 plantas/m
- T3 (11+14+12+11) = 48 – Promedio: 12.00 plantas/m
- T4 (15+13+14+16) = 58 – Promedio: 14.50 plantas /m

Gráfico: Número de Plantas por Metro Lineal



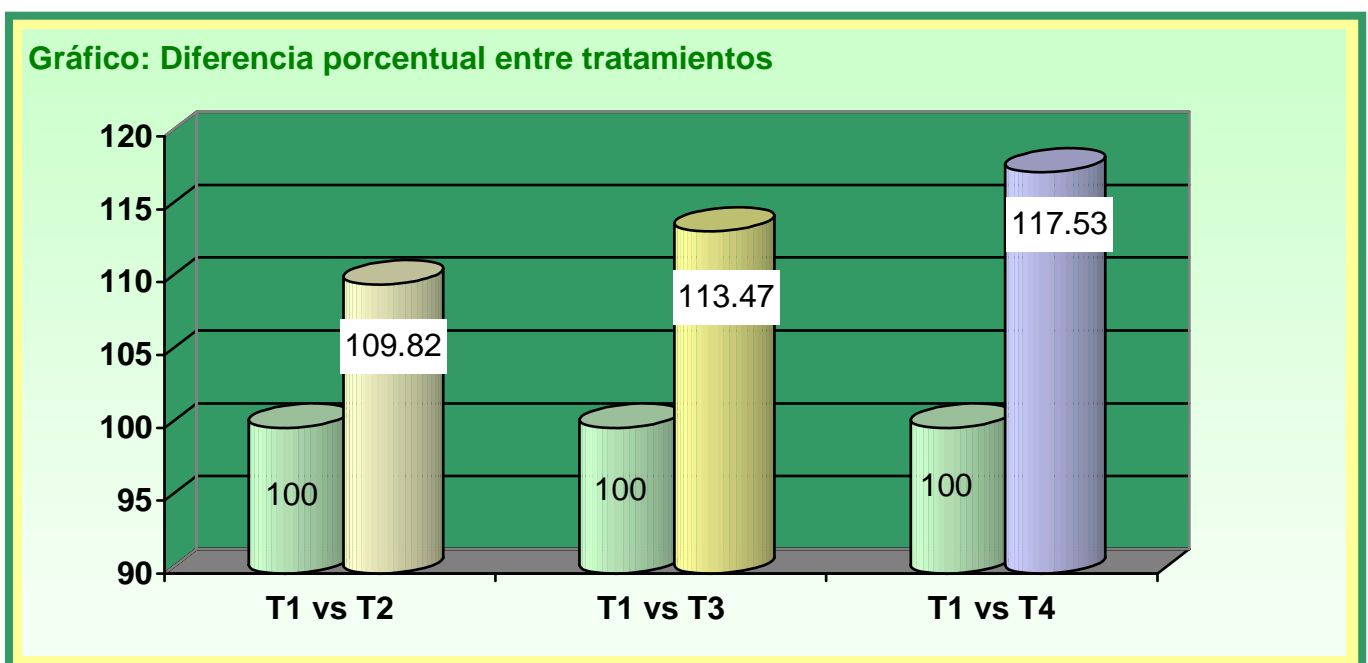
DATOS OBTENIDOS EN RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO:

RENDIMIENTO	T1	T2	T3	T4
Kg ha ⁻¹	4406	4839	5016	5220



DIFERENCIA PORCENTUAL ENTRE TRATAMIENTOS

- Tratamiento 1 vs Tratamiento 2: + 9.82%
- Tratamiento 2 vs Tratamiento 3: + 3.65%
- Tratamiento 3 vs Tratamiento 4: + 4.06%
- Tratamiento 1 vs Tratamiento 2: + 9.82%
- Tratamiento 1 vs Tratamiento 3: + 13.84%
- Tratamiento 1 vs Tratamiento 4: + 18.47%



CONCLUSIONES

Un resultado llamativo es que el mayor número de plantas logradas se da en el tratamiento testigo, esto de acuerdo a la bibliografía consultada y a las apreciaciones realizadas, es probable que se deba al efecto fitotóxico que produce el agregado de fertilizantes junto a la semilla. Pareciera que el efecto fitotóxico se potencia cuando interactúan fertilizante e inoculante pero los resultados indican que el uso de coinoculación con *Azospirillum* minimiza ese efecto logrando una disminución del número de plantas de menor importancia.

La aplicación del fertilizante elevó el rendimiento un 9%, la aplicación de fertilizante más inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*) lo incrementó un 13% y la implementación del fertilizante combinado con el mismo inoculante más el aporte de un coinoculante, en este caso *Azospirillum brasilense* elevó el rendimiento un 17% respecto del testigo.

Las evaluaciones realizadas y los resultados obtenidos, permiten concluir que, en las condiciones geofísicas, en las cuales se llevó a cabo el ensayo, aún con menor cantidad de plantas por metro lineal, la incorporación de las dos prácticas agrícolas: fertilización y coinoculación producen un incremento importante en el rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max*).

La incorporación de fertilizantes fosforados, la inoculación simple con *Bradyrhizobium japonicum* y la coinoculación, con *Azospirillum brasilense*, en forma conjunta producen un efecto sinérgico que potencia los resultados individuales de cada uno de los procedimientos.

La continuidad de esta línea de investigación, evaluando las mismas, en otros sistemas ambientales y durante otros años, contribuirá al conocimiento más certero de esta práctica agronómica.

BIBLIOGRAFIA

- Boddey R. M. and J. Döbereiner. (1988) Nitrogen fixation associated with grasses and cereals: Recent results and perspectives for future research. Kluwer Academic Publisher. Plant and Soil 108: 53-65.
- Burdman, S.; Y. Okon and E. Jurkevitch. (2000). Surface Characteristics of *Azospirillum brasilense* in Relation to Cell Aggregation and Attachment to Plant Roots. Critical Reviews in Microbiology 26 (2): 91-110.
- Burdman, S.; G. Dulguerova; Y. Okon and E. Jurkevitch. (2001) Purification of the Major Membrane Protein of *Azospirillum brasilense*, Its Affinity to Plant Roots, and Its Involvement in Cell Aggregation. The American Phytopathological Society. Vol 14, n° 4 pp: 555-561
- Fallik, E. and Y. Okon. (1996) Inoculants of *Azospirillum brasilense*: Biomass production, survival and growth promotion of *Setaria italica* and *Zea mays*. Soil Biol. Biochem pp. 123-126.
- Fallik, E.; Sarig, S. and Okon, Y. (1994) Morphology and physiology of plant roots associated with *Azospirillum*. In *Azospirillum/Plant Associations*. Edit. Ed. Okon, pp 77-86. CRC Press.

- Galal, Y.G.M.; I.A. El-Ghandour; S.S Aly; S. Soliman; A. Gadalla. (2000) Non-isotopic method for the quantification of biological nitrogen fixation and wheat production under field conditions. *Biol Fertil Soil* 32:47-51.
- Fornasero, L. V.; M.A.Toniutti; S.P. Gambaudo y H.A. Micheloud.(2001) *Azospirillum* y *Azorhizobium* : su efecto sobre el rendimiento del cultivo de maíz. III Reunión Nacional Científico - Técnica de Biología del Suelo y III Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Julio 2001.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Santa Fe. M.A.G., D. G. Ext. e Inv. Agropecuaria, 1982. Toma de muestras y determinaciones analíticas en suelos y aguas. 152pp.
- Newman, E. I. (1966) A method of estimating the total length of root in a sample. *J. appl. Ecol.* 3. Pp 139-145.
- Okon, Y. (1985) *Azospirillum* as a potential inoculant for agriculture. *Tends in Biotechnology.* p.p. 223-228.
- Okon, Y. and Labandera-Gonzales, C. A. (1994) Agronomic Applications of *Azospirillum*: and evaluation of 20 years worldwide field inoculation. *Soil Biology and Biochemistry* 26, 1591-1601.
- Ing. Agr Weir Edgardo, comunicación personal. Departamento de Suelos, INTA Marcos Juárez. 25/10/2006.