

## EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE INOCULANTES PARA SOJA EN SUELOS CHAQUEÑOS

[Evaluation of the efficiency of soybean inoculants in Chaco soils]

JAVIER MICHAJLUK, HUGO VILLANI, ANTONIO FIGUEREDO,  
TERESA ROVIRA, LU SHI CHEN.

Dirección de Investigaciones, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de  
Asunción, Paraguay

E-mail: javiermich@hotmail.com

\*Este artículo fue publicado en la “Revista de Ciencia y Tecnología de la Dirección de Investigaciones de la Universidad Nacional de Asunción. Vol.: 1; N°3; 2001, por la relevancia del tema se consideró su re-publicación.

**RESUMEN:** Fue efectuado un estudio de evaluación de la eficiencia de inoculantes líquidos para soja (*Glycine max* L. Merr) elaborados en nuestro laboratorio en suelos del chaco provenientes de Loma Plata y Neuland. El objetivo fue determinar el desempeño simbiótico de los inoculantes formulados con diferentes cepas de rizobios previamente seleccionados en experimentos anteriores. (Villani *et al*, 1999). La evaluación de diferentes inoculantes en cuanto a su infectividad y eficiencia con soja en suelos del Chaco es de gran interés debido a la posibilidad de realizar en los mismos, futuros cultivos, que contribuirían a aumentar el número de hectáreas cultivadas y en beneficios económicos para el país. Experimentos en casa de vegetación permitieron la selección de dos cepas jml 24 y lul 57, las cuales presentaron buena capacidad de fijación de nitrógeno en los suelos de las Colonias Loma Plata y Neuland basado esto en el peso seco de la parte aérea de las plantas cosechadas.

**Palabras claves:** Rizobios, *Glycine max*, inoculante.

**SUMMARY:** We performed an evaluation study of the efficiency of liquid inoculants for soybean (*Glycine max* L., Merr) developed in our laboratory with Chaco soils in the area of Loma Plata and Neuland. The objective was the determination of symbiotic performance of inoculants formulated with different strains of rhizobia selected in previous experiments (Villani *et al*, 1999). The evaluation of different inoculants in terms of its infectivity and efficiency with soybean in Chaco soils is of great interest because of the possibility of future crops in this area, which would help to increase the number of hectares cultivated and economic benefits for the country. Experiments in greenhouse allowed the selection of two strains jml 24 and lul 57, which presented a good capability of nitrogen fixation in Loma Plata and Neuland soils based on the dry weight of harvested plants.

**Keywords:** Rhizobia, *Glycine max*, inoculants.

*Manuscrito recibido: 23 de abril de 2013.  
Manuscrito aceptado: 26 de junio de 2013.*

## INTRODUCCIÓN

La globalización de la economía trae como consecuencia un inevitable aumento en la competitividad de los sectores productivos. En el sector primario, una mayor eficiencia en la producción se da a través del aumento en la productividad o en la reducción de los costos de producción, ambas son condiciones que necesariamente los agricultores deben enfrentar como desafíos por ser competentes.

El tenor elevado de proteínas en los granos de soja requiere de una alta demanda de nitrógeno, 65 Kg para una producción de 1.000 Kg de granos, además, deben ser adicionados, cerca de 15 Kg de nitrógeno para la producción de hojas, tallos y raíces, resultando en un total de 80 Kg de nitrógeno, en consecuencia, rendimientos de 3.000 Kg/ha implican necesariamente la necesidad de utilizar aproximadamente 240 kg de nitrógeno. Los fertilizantes químicos son de costo elevado, pero, el proceso biológico con bacterias pertenecientes al género *Bradyrhizobium*, pueden suplir toda esta demanda de nitrógeno que la planta requiere. (Hungria, *et al.*, 2001).

La fijación biológica de nitrógeno, promovida por bacterias hace posible la reducción de los costos de producción en los cultivos de soja, lo cual posibilita el aumento de la competitividad de este rubro, y esto es posible, porque además de sustituir el agregado de nitrógeno mineral, la fijación biológica de nitrógeno posibilita el aporte de nitrógeno suficiente para la obtención de una alta productividad de granos (Hungria, *et al.*, 2005).

La soja, *Glycine max* L. Merr, es uno de los principales productos agrícolas de nuestro país y representa una importante fuente de ingreso para nuestra economía.

La producción se elevó de 2.771.000 Ton y 1.050.000 hectáreas sembradas en 1997 a 8.309.793 Ton en el año 2011 y un área sembrada de 2.805.539 hectáreas (CAPECO, 2012).

Este cultivo experimenta a través de los años un notable incremento en su producción, y esto se debe al aumento de las áreas de siembra.

Por otro lado, la mayor parte de la superficie sembrada está concentrada en la región Oriental de nuestro país, en los departamentos de Itapúa y Alto Paraná donde existe buen establecimiento de rizobios nativos o naturalizados (Figueredo, *et al.*, 2000) y en la región Occidental o Chaco, con un área de 236.407 Km<sup>2</sup> que representa el 59% del territorio nacional, es un área donde el cultivo de soja se efectúa aún en pequeña escala.

Evaluaciones en estos suelos podrían ayudar al establecimiento exitoso de este cultivo en esa región del país para un mejor aprovechamiento de nuestros recursos naturales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las cepas utilizadas para la elaboración de inoculantes fueron lul 57, aislada de Santa Rosa, lul 14a y lul 14b de Colonia Yguazú (Departamento de Alto Paraná); jml 24 y lul 38 de las ciudades de Pirapó y Bella Vista (Departamento de Itapúa).

Los inoculantes se elaboraron en soporte líquido con una concentración mínima de  $1(10)^9$  bacterias/mL.

La variedad de soja utilizada fue FT Abyara con un ciclo medio de 126 a 137 días de maduración.

El experimento se condujo en un delineamiento experimental al azar con tres repeticiones por tratamiento, utilizando botellas de Leonard (Vincent, 1970) esterilizadas a una presión de 2 atmósferas y 140°C conteniendo suelos del Chaco y carbón en proporción 4:1. (De Zouza & Hamakawa, 1994). Se utilizaron semillas desinfectadas superficialmente con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 5% por 5 minutos (Vincent, 1970), lavadas con agua estéril y pre germinadas por tres días en placas de petri con papel de filtro humedecido previamente esterilizado.

Las semillas se pusieron en contacto por 30 minutos con el inoculante líquido correspondiente y sembradas cuatro semillas por botella, luego de una semana se ralearon las plántulas quedando una por repetición.

Se mantuvo la humedad de las plantas con agua destilada estéril y la cosecha fue realizada a los 42 días de crecimiento.

Para la determinación de masa de parte aérea seca y masa de nódulos secos, estos se secaron a 60°C hasta obtención de peso constante.

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente con el test de Tukey (Pimentel, 1987) a un nivel de significancia de 5%.

## RESULTADOS

### Colonia Loma Plata

Inoculante	Número de nódulos	Masa de nódulos secos (mg)	Masa de parte aérea seca (g)
lul 14a	78 ab	282 ab	3,16 ab
lul 14b	66 ab	267 ab	3,15 ab
jml 24	76 ab	364 a	4,05 a
lul 38	49 b	187 b	2,23 b
lul 57	82 a	293 ab	2,86 ab
Blanco	-	-	2,25

### Colonia Neuland

Inoculante	Número de nódulos	Masa de nódulos secos (mg)	Masa de parte aérea seca (g)
lul 14a	54 a	340 a	4,57 a
lul 14b	54 a	310 a	5,02 a
jml 24	45 a	296 a	4,73 a
lul 38	60 a	245 a	3,29 a
lul 57	47 a	319 a	5,41 a
Blanco	-	-	1,67

Medias de tres repeticiones y cuando están seguidas por la misma letra, no difieren estadísticamente para cada parámetro analizado ( $p \geq 0,05$  test de Tukey). El valor para el control blanco sin inoculo no fue considerado para el análisis estadístico.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Uno de nuestros objetivos fue la búsqueda de cepas nativas o naturalizadas del suelo en estudio para su posible utilización como inoculante, sin embargo, nuestro control blanco no presentó nódulos en sus raíces, lo cual nos indicaría la ausencia de rizobios en este suelo sin descartar una posible simbiosis deficiente entre rizobios de la zona con la variedad de soja utilizada, lo cual sugiere mayor número de experimentos con más variedades de soja que actuarían como plantas captadoras.

Para la evaluación del desempeño simbiótico de las diferentes cepas utilizadas en LomaPlata, los resultados fueron sometidos al test de Tukey ( $p \geq 0,05$ ), observándose diferencias estadísticamente significativas, la cepa jml 24 presento alta eficiencia, acumulando mayor masa de parte aérea seca (4,05g/planta), superando en 180% al control blanco, 182% a lul 38, 142% a lul 57, 129% a lul 14b y 128% a lul 14a.

Además, presento mayor masa de nódulos secos (364mg/planta), sugiriendo su posible utilización como inoculante en esa región del Chaco.

La cepa lul 57 obtuvo mayor número de nódulos (82 nódulos/planta), pero con valores bajos de masa de parte aérea seca (2,86 g/planta) y masa de nódulos secos (293 mg/planta); estos datos referentes a lul 57 nos indican buena infectividad pero baja efectividad de fijación biológica de nitrógeno.

Por otra parte, en suelo de colonia Neuland no se observaron diferencias significativas, sin embargo la cepa lul 57 presento buena eficiencia, acumulando mayor masa de parte aérea seca (5,41 g/planta), superando 324% al control blanco, 164% a lul 38, 118% a lul 14a y 107% a lul 14b, sugiriendo su posible uso como inoculante en esa región del Chaco.

En cuanto a la cepa lul 14a, obtuvo mayor masa de nódulos secos (340 mg/planta) y la cepa lul 38 presentó en ambos suelos estudiados baja eficiencia, debida quizás a su mala adaptación a estos suelos.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAPECO. 2012. Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas. Estadísticas Agrícolas. Áreas de siembra, producción y rendimiento de soja. Disponible en: <http://www.capeco.org.py/>
- De Souza Andrade, D. & P. J. Hamakawa. 1994. Estimativa do número de células viáveis de rizobio no solo e em inoculantes por infecção em plantas. In: Hungria, M., Araujo, R.S. (EDS). Manual de Métodos empregados em estudos de microbiología agrícola. EMBRAPA. Servicio de produção de informação. Brasília, DF. Chap 3. Pág. 68.
- Figueredo, A., Villani, H., Michajluk, J., Chen, L. & L. Nagy. 2000. Screening de Rizobios Nativos en Suelos Paraguayos. Revista de Ciencia y tecnología. UNA, Vol 1, N° 2. Pág 87.

- Hungría, M., Campo, R. J. & I. Carvallo. 2001. Embrapa. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. P11. ISSN 1516-7860.
- Hungría, M., Franchini, J. C., Campo, R. J. & P.H Graham. 2005. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: Werner, D. & Newton, W., eds. Nitrogen fixation in agriculture, forestry, ecology and the environment. Dordrecht, Springer. Págs.:25–42.
- Pimentel, F. 1987. Curso de estadística experimental. Librería Nobel S.A. Piracicaba, Brasil. 467 pp.
- Villani, H., Figueredo, A., Chen, L., Michajluk, J. & L. Nagy. 1999. Evaluation of Nitrogen Fixing Efficiency of Indigenous Rhizobia Isolated from Paraguayan Soils. An. Acad. Bras. Ci. Vol 71, N° 3, Pág. 561.
- Vincent, J. M. 1970. A manual for the practical study of root nodule bacteria. Blackwell Scientific Publications. England International Biological Programme. Pág 200.

