

Veronesi, Manuel

Evaluación de inoculantes y promotores de crecimiento en un cultivo de soja en Gualeguaychú, provincia de Entre Ríos

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central “San Benito Abad”. Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Veronesi, M. 2014. Evaluación de inoculantes y promotores de crecimiento en un cultivo de soja en Gualeguaychú, provincia de Entre Ríos [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-inoculantes-soja-gualeguaychu.pdf> [Fecha de consulta:.....]



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

Evaluación de inoculantes y promotores de crecimiento en un cultivo de soja en Gualeguaychú, Provincia de Entre Ríos.

Autor: Manuel Veronesi

Profesor Tutor: Ing. Agr. Inés Davèrède, PhD

Fecha: 3/12/2014

Modalidad: Experimental



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Resumen

La co-inoculación en el cultivo de soja con bacterias del género *Rhizobium* y *Pseudomonas* produce un aumento importante en la nodulación y en el desarrollo radicular que incide directamente en una mayor absorción de agua y nutrientes. El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la respuesta en rendimiento en grano, número de nódulos, biomasa aérea y peso de 1000 granos ante la inoculación y co-inoculación de la soja. El ensayo se realizó en la localidad de Gualeguaychú, Entre Ríos, en un diseño de bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones de 3 tratamientos (testigo, inoculado y co-inoculado). La co-inoculación produjo aumentos del 39,8%, 22,1% y 15,8% en número de nódulos, biomasa aérea y rendimiento, respectivamente, con respecto al testigo. Por otro lado, la inoculación incrementó el número de nódulos en 35,8% en comparación con el testigo, promediando 5,4 nódulos por planta. Los incrementos significativos en las variables estudiadas podrían deberse a los pocos años de agricultura del lote y por ende la ausencia de rizobios naturalizados en el suelo. Además, el estrés hídrico y calórico durante el mes de enero debió afectar más a las plantas que no recibieron la co-inoculación por no contar con los efectos benéficos de esta técnica sobre la rizósfera.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Índice

Introducción.....	1
Hipótesis.....	3
Objetivos.....	3
Materiales y métodos.....	3
Resultados y discusiones.....	4
Conclusiones.....	7
Bibliografía.....	8
Anexos.....	11



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Introducción

La soja (*Glycine max*) (L Merrill.) pertenece a la familia Fabaceae, subfamilia Papilionoideas, pero con características propias que la diferencian del resto de los integrantes de dicha familia (Kantolic et al., 2006). Es un cultivo que se adapta a un amplio rango de condiciones edáficas y climáticas pudiendo ser sembrado en la mayoría de las áreas agrícolas de país. Ocupa más del 50 por ciento de la superficie cultivada, y su expansión se debe, entre otras causas, al aumento de las precipitaciones, la difusión de la siembra directa, al desarrollo de la soja transgénica, la sencillez de su manejo, su bajo costo de implantación, altos precios internacionales, incorporación en la dieta humana y la demanda externa (Bragachini et al., 2005).

La soja presenta requerimientos nutricionales por kg de grano e índices de cosecha de nutrientes mayores que los cereales, exportando el 75% de nitrógeno (N) y el 80-85% de fósforo (P) (García, 2000). Asimismo, presenta requerimientos de azufre (S) superiores a los de trigo y maíz, y para una eficiente fijación biológica de nitrógeno (FBN) requiere de micronutrientes tales como molibdeno (Mo), cobalto (Co), níquel (Ni), boro (B), hierro (Fe) y manganeso (Mn) (Baigorri, 1999).

La soja, un cultivo proteico por excelencia, necesita acumular grandes cantidades de N para su normal crecimiento. Según Andrade et al. (1996), los requerimientos oscilan entre 60 y 80 kg N por tonelada de grano. Para cubrir tal demanda, además de la absorción del nutriente desde el suelo, las leguminosas han desarrollado el mecanismo de la fijación biológica de nitrógeno (FBN), a partir de la asociación con bacterias del suelo pertenecientes a la familia de las Rhizobiáceas (Racca, 2002), en el caso de la soja *Bradyrhizobium japonicum*.

La interacción simbiótica entre las bacterias fijadoras de nitrógeno y las plantas leguminosas se establece a través de un intenso intercambio de señales entre ambos simbios, donde se destaca la liberación de compuestos isoflavonoides por la raíz, que inducen la síntesis de los factores de la nodulación en la bacteria. Como resultado tiene lugar en la raíz la formación del nódulo especializado, que garantiza la reducción del nitrógeno atmosférico a través de la enzima nitrogenasa y el suministro adecuado de amonio a la planta en forma de ureidos y amidas (Gage, 2004). Esta asociación es una respuesta fisiológica de dos organismos frente a medios deficitarios; en particular, la simbiosis rizobios-leguminosa es una adaptación al desequilibrio de N en el suelo. Por esta razón, en los suelos ricos en N se dificulta la simbiosis, ya que las plantas lo extraen directamente del suelo, y la carencia de N facilita la fijación biológica (González et al., 1998). Otro factor influyente es la relación carbono/nitrógeno, tanto en el suelo como dentro de la planta; una alta relación edáfica (mayor a 35:1) produce inmovilización de N del suelo, lo que favorece la simbiosis, mientras que una relación más baja la retrasa,



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

debido a que hay aportes de N por mineralización y un limitado suplemento de C al nódulo (Peticari et al., 2003). La eficiencia de la nodulación depende también de la cepa colonizadora, el lugar de la raíz donde lo hace y las condiciones edáfico-climáticas de desarrollo de las plantas tales como temperatura, humedad, pH, oxigenación y nutrientes (Racca, 2003). Entre 25 y 84% del N de la biomasa aérea puede ser aportado a través de la fijación biológica del nitrógeno (FBN), de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas en las que se desarrolla el cultivo (Buttery et al., 1992).

Actualmente, existen doce géneros de rizobios, pero la soja se asocia únicamente con tres géneros: *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium* y *Mesorhizobium*. Del género *Bradyrhizobium*, solamente *B. japonicum*, *B. elkani* y *B. liaoningense* han sido utilizadas como inoculantes, siendo las dos primeras las más usadas en la Argentina y en el mundo (González et al., 2012). Después de un proceso selectivo intenso iniciado en 1980 por parte del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), se llegó a la conclusión que la cepa *Bradyrhizobium japonicum* E 109 era la más apropiada para la inoculación en la Argentina (Cassán et al., 2009).

Una buena inoculación, aún con inoculantes de buena calidad, no siempre resulta en un aumento demostrable en la nodulación y los rendimientos. Esta falta de respuesta es común cuando el suelo cuenta con una elevada población de rizobios infectivos o cuando el N disponible no es limitante (Lupwayi et al., 2000). Ante la falta de respuesta en los rendimientos en suelos con población establecida, existe una tendencia a suspender la inoculación. Estudios han demostrado que los rizobios que se naturalizan van perdiendo eficiencia en la fijación del N₂, pero mantienen una alta capacidad para formar nódulos. Por otra parte, con incrementos mínimos del 5 al 10% en los rendimientos, es una razón suficiente para inocular (Peticari et al., 2003). Otros autores consideran que no se puede generalizar el concepto que todas las cepas naturalizadas son ineficientes o han perdido atributos asociados a la FBN. No obstante, no es prudente desaconsejar la inoculación, debido a que factores ambientales adversos como sequías o inundaciones o el uso excesivo de agroquímicos pueden disminuir el número de rizobios presentes el suelo (González, 2006). En un trabajo realizado por Arias (2006), la respuesta a la inoculación del cultivo de soja en suelos con historia sojera del este de Entre Ríos, promedio de 18 ensayos, fue de 426 kg ha⁻¹ lo que representa un 14 % sobre los testigos sin inocular.

Los nuevos avances en la investigación sobre inoculantes para uso en soja están impulsando la estrategia de la co-inoculación, que integra las bacterias simbióticas del género *Bradyrhizobium* con otros microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPR: Plant Growth Promoting Rizobacterias) tales como *Pseudomonas* sp y *Azospirillum* sp. Estas últimas son capaces de colonizar activamente las raíces, provocando aumento del crecimiento vegetal y del rendimiento. Los mecanismos por los cuales lo logran incluyen: producción de fitohormonas; control de fitopatógenos mediante liberación de



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

sideróforos, síntesis de antibióticos, enzimas y/o compuestos antifúngicos; así como también solubilización de fosfatos minerales y de otros nutrientes (Gholami et al., 2009).

Algunos estudios realizados sobre inoculación y complementación de *Bradhyrizobium* con promotores de crecimientos (PGPR) observaron aumentos de rendimientos de la soja co-inoculada con respecto a la no co-inoculada. Por un lado, Ventimiglia et al. (2012) observaron aumentos de 12% de los tratamientos co-inoculados con respecto a los inoculados y las diferencias fueron significativas. Por otro lado González Fiqueni et al. (2011) obtuvieron efectos positivos al agregado de bacterias promotoras de crecimientos con respuestas del 3 al 21%, pero estas no fueron significativas. Por último, en un ensayo realizado por Benintende (2010), los incrementos de rendimientos, aunque no estadísticamente significativos, en el tratamiento co-inoculación respecto al inoculado fueron de 118 kg ha⁻¹ para el año con déficit hídrico, y 259 kg ha⁻¹ para el año sin déficit hídrico.

Hipótesis

1. La inoculación aumenta el rendimiento en grano, la biomasa de soja, el número de nódulos y el peso de los mismos.
2. La co-inoculación aumenta el rendimiento en grano, la biomasa de soja, el número de nódulos y el peso de los mismos.

Objetivos

El objetivo de este trabajo de investigación experimental fue evaluar si la inoculación y la co-inoculación aumentan el rendimiento en grano del cultivo de soja, la biomasa, el número de nódulos y el peso de los mismos.

Materiales y métodos

Se realizó un ensayo en la ciudad de Gualeguaychú, provincia de Entre Ríos, durante la campaña 2012/2013 sobre un Hapludol fluvéntico perteneciente a la serie Palavecino. El mismo presentaba 3,86% M.O., pH 6,5 y P Bray 5,1. El lote provenía de 2 años de agricultura; en la rotación se incluía soja, trigo y maíz. Anteriormente era utilizado para ganadería.

Previo a la siembra, se optó por hacer un barbecho químico, que consistió en dos aplicaciones de herbicidas. La primera se realizó el 15 de julio con glifosato y metsulfurón, y la segunda el 9 de noviembre con glifosato más sulfato de amonio. El 16 de noviembre se sembró la variedad 5009 del semillero Nidera en



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

siembra directa con una sembradora Agrometal. La densidad sembrada fue de 300000 pl ha⁻¹. El inoculante y co-inoculante (ambos de Biagro) se aplicaron a una dosis de 3 ml kg⁻¹ de semilla. Asimismo, éstas fueron tratadas con 1,6 ml kg⁻¹ del fungicida Biagro TC (Thiram + Carbendazim). Al momento de la siembra se fertilizó con 80 kg ha⁻¹ de SPT (superfosfato triple) debajo y al costado de la semilla. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron 3 aplicaciones de insecticida (Karate Zeon) y junto con éstas dos últimas se aplicó un fungicida (Amistar Xtra).

Los tratamientos fueron:

- 0) Sin inoculante (Testigo);
- 1) Inoculado Líquido (*B. japonicum* cepa E109);
- 2) Co-inoculado Líquido (*B. japonicum* cepa E109 + *Pseudomonas fluorescens*).

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados (DBCA) con 4 repeticiones y el tamaño de la unidad experimental fue de 100 metros de largo por 13 surcos separados a 0,42 metros.

A mediados de diciembre el cultivo se encontraba en el estadio fonológico V3-V4, momento en el cual se realizó el recuento de los nódulos, sacando al azar 10 plantas por parcela. Además, con éstas últimas se determinó el peso de la biomasa aérea.

La cosecha se realizó el 19 de abril de forma manual. Se cosechó un surco de 4,76 metros, lo que representa un área de 2 m², elegido al azar dentro de cada parcela. La trilladora que se utilizó fue una experimental del INTA Concepción del Uruguay.

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico Infostat versión 2008. En primer término se comprobaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad, los cuales fueron comprobados mediante gráficos de QQ plots y prueba de Shapiro-Wilks. La homocedasticidad se realizó mediante gráficos de dispersión de residuos. La evaluación de la existencia de diferencias significativas entre tratamientos se realizó mediante un análisis de varianza para cada variable, utilizándose un error alfa=0,1. Cuando hubo diferencias entre tratamientos, las medias se separaron mediante diferencias mínimas significativas (DMS) de Fisher ($P < 0,1$).

Resultados y discusiones

Las bajas precipitaciones y altas temperaturas durante el mes de enero produjeron como resultado estrés hídrico y calórico al cultivo.



El número de nódulos en V3-V4, a mediados de diciembre, presentó diferencias significativas entre tratamientos. La inoculación y la co-inoculación produjeron un promedio de 20,3 nódulos por planta en V3-V4, esto representa un aumento del 35,8% con respecto al testigo sin inocular. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos inoculados (Tabla 1). Resultados semejantes fueron observados en un ensayo a campo realizado por Toresani et al. (2007) en Cañada de Gomez, en el cual el tratamiento inoculado se diferenció del testigo en un 54%.

Tabla 1. Número de nódulos y diferencias sobre el testigo.

Tratamientos	N° de nódulos		Diferencia s/testigo	
	n° pl ⁻¹		n° pl ⁻¹	%
Testigo	14,9	A	---	100
Inoculación	19,7	B	4,8	132
Co-inoculación	20,9	B	5,9	140

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$)

Al medir la biomasa aérea en el estadio fenológico V3-V4 del cultivo de soja, se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos. La co-inoculación produjo 1247 kg ha⁻¹ de biomasa aérea, representando un aumento del 23% con respecto al testigo y al inoculado, que no difirieron en forma significativa (Tabla 2). Benintende et al. (2010), trabajando en dos experimentos durante dos años, encontraron que la acumulación de materia seca en el tratamiento de co-inoculación fue mayor que en el tratamiento de inoculación en los dos años. En el año sin déficit hídrico observaron que la co-inoculación produjo un incremento en la acumulación de biomasa aérea entre 9 y 15% en relación a la inoculación. Mientras que durante el año con déficit hídrico, este incremento fue sólo de 2,5 a 3,5%.

Tabla 2. Biomasa aérea y diferencias sobre el testigo.

Tratamientos	Biomasa aérea		Diferencia s/testigo	
	kg ha ⁻¹		kg ha ⁻¹	%
Testigo	1021,2	A	---	100
Inoculación	995,6	A	-25,6	98
Co-inoculación	1246,9	B	225,7	122

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$)

Con respecto al rendimiento a la cosecha, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. La co-inoculación produjo un rinde de 2988 kg ha⁻¹, representando un aumento del 15%, que numéricamente son 385 kg ha⁻¹, con respecto a los otros dos tratamientos que no difirieron entre sí (testigo e inoculado; Tabla 3). Ventimiglia et al. (2012), en un ensayo realizado en la AER INTA 9 de Julio, encontraron un incremento de 6 % entre el tratamiento inoculado respecto al testigo pero esa diferencia no fue significativa.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Mientras que al comparar el tratamiento co-inoculado con el testigo y el inoculado, sí encontraron diferencias significativas de 18 % y 11%, respectivamente.

Tabla 3. Rendimiento y diferencias sobre el testigo.

Tratamientos	Rendimiento		Diferencia s/testigo	
	kg ha ⁻¹		kg ha ⁻¹	%
Testigo	2581	A	---	100
Inoculación	2625	A	44	102
Co-inoculación	2988	B	407	116

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p < 0,10)

Finalmente, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al peso de 1000 granos. El tratamiento testigo no se diferenció ni del tratamiento inoculado ni del co-inoculado. Pero sí hubo diferencia entre la inoculación y la co-inoculación del 7%, que representa 11 gramos más cada 1000 granos (Tabla 4). En un ensayo realizado en la E.E.A Manfredi, Piatti et al. (2014) encontraron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el tratamiento inoculado y esta diferencia fue del 4,2 %, mientras que el aumento del co-inoculado respecto al testigo fue del 2,5 % pero no fue significativa.

Tabla 4. P1000 y diferencias sobre el testigo.

Tratamientos	P1000		Diferencia s/testigo	
	Gramos		gramos	%
Testigo	169	AB	---	100
Inoculación	161	A	-7,8	95
Co-inoculación	172	B	3,3	102

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p < 0,10)



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Conclusiones

Los tratamientos inoculados aumentaron en promedio un 35,8% el número de nódulos en V3-V4, lo que representa 5,4 nódulos por planta, con respecto al testigo sin inocular.

La co-inoculación aumentó un 15% el rendimiento y un 23% la biomasa aérea, representando 385 kg ha⁻¹ y 238 kg ha⁻¹, respectivamente, con respecto al tratamiento inoculado y al testigo.

Por último, los valores del peso de 1000 granos no fueron del todo claros como los resultados de las otras variables, pero la co-inoculación obtuvo el valor más alto.

El estrés hídrico y calórico durante el mes de enero debieron afectar más a las plantas que no recibieron la co-inoculación por no contar con los efectos benéficos de esta técnica sobre la rizósfera.

La inoculación en soja es una práctica que no debería dejar de usarse y los resultados obtenidos en este ensayo confirman las ventajas de complementar la inoculación con *Pseudomonas fluorescens*.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Bibliografía

- Andrade, F., H. Echeverría, N. González, S. Uhart, y N. Darwich. 1996. Requerimientos de Nitrógeno y Fósforo de los cultivos de Maíz, Girasol y Soja. Boletín técnico N° 134. INTA EEA Balcarce, 17 p.
- Arias, N. 2006. Inoculación de soja en el este de E. Ríos. En: Cultivo de soja en el centro este de Entre Ríos. Resultados 2005/06. INTA EEA C. del Uruguay. Bol. Téc. Serie Prod. Veg. N° 47. Pág. 91-95.
- Baigorri H. 1999. Requerimientos nutricionales del cultivo de soja. *En* Jornada de Actualización Técnica para Profesionales “Fertilización de Soja”. INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires. 39 pág.
- Benintende S., W. Uhrich, M. Herrera, F. Gangge, M. Sterren y M. Benintende. 2010. Comparación entre coinoculación con *Bradyrhizobium japonicum* y *Azospirillum brasilense* e inoculación simple con *Bradyrhizobium japonicum* en la nodulación, crecimiento y acumulación de N en el cultivo de soja. *Agriscientia* vol. 27 no. 2. Laboratorio de Análisis Microbiológico, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos.
- Bragachini M., C. Casini. 2005. Soja. Eficiencia de cosecha y postcosecha de grano. Manual Técnico N°3. INTA EEA Precop, 10 p.
- Buttery, B.R.; S.J. Park and D.J. Hume, 1992. Potential for increasing nitrogen fixation in grain legumes. *Can. J. Plant Sci.* 72: 323-342.
- Cassán, F., D. Perrig, V. Sgroy, O. Masciarelli, C. Penna, y V. Luna. 2009 *European Journal of soil Biology.* *Azospirillum brasiliense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) 45. 28-35.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C.W. Robledo. 2008. *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Gage, D. J. 2004. Infection and invasion of roots by symbiotic nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, vol. 68, p. 280-300.
- García, F. 2000. Soja: nutrición del cultivo y fertilización. INPOFOS/PPI/PPIC.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

- Gholami A, S. Shahsavani, S. Nezarat. 2009. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination seedling growth and yield of maize. World Academy of science, Engineering and Technology 49, 19-24.
- González, N. 2006. Fijación de nitrógeno en soja. 3° Congreso de Soja del Mercosur, Workshop de Fijación Biológica de nitrógeno. Rosario. p.335.
- González, N., y R. Racca. 2012. Fijación biológica de nitrógeno en soja. En H.E.J. Baigorri y L.R. Salado Navarro (Eds.) El cultivo de soja en Argentina. ISBN: 987-27584-1-7. Agroeditorial, Vicente López, Buenos Aires, Argentina. Pág. 105-117.
- González, N.; A. Peticari, B. Stegman de Gurfinkel y E. Rodríguez Cáceres, 1998. Nutrición nitrogenada. En L.Giorda y H. Baigorri (Eds.) El cultivo de soja en Argentina. SIN:0329-007. INTA Editar, San Juan, Argentina. pp. 188-198.
- González Fiqueni, M. F., S. Durman, E. Moretti, I. Pueyo, M. Vacca, y T. Bosco. 2011. Mercosoja. Co-Inoculación en soja: efectos sobre la nodulación, crecimiento y rendimiento.
- Kantolic, A., P. Giménez; E. de la Fuente y P. Jiménez. 2006. Soja en cultivos industriales. 1ra edición. Ed: E. de la Fuente et al., Buenos Aires. pp 95-141.
- Lupwayi, N. Z.; P. E. Olsen; E. S. Sande; H. H. Keyser; M. M. Collins; P. W. Singleton y W. A. Rice. 2000. Inoculant quality and its evaluation. Field Crops Research, 65: 259-270.
- Peticari, A.; N. Arias; H. Baigorri; J. J. Battista; M. Montecchia; J. C. Pacheco Basurco; A. Simonella; S. Toresani; L. Ventimiglia y R. Vicente. 2003. Inoculación y fijación biológica de nitrógeno en el cultivo de soja. En: El libro de la soja. Buenos Aires. Servicios y Marketing Agropecuario, p.69-76.
- Piatti, F. D.; L. Ferreira. 2014. Evaluación de rendimiento al usar diferentes inoculantes y fungicidas en semillas de soja. Cartilla Digital Manfredi. ISSN On line 1851-7994. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Área Mejoramiento Vegetal.
- Racca, R. 2002. Fijación biológica del nitrógeno. En: Actas 1er Simposio de Fertilidad de Suelos y Fertilización en Siembra Directa. X Congreso Nacional de AAPRESID. pp 197-208.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

- Racca, R. 2003. Algunos conceptos sobre la fijación biológica del nitrógeno en cultivos. IV Reunión Nacional Científico Técnica de Biología de Suelo y IV Encuentro de Fijación Biológica del Nitrógeno. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero.
- Toresani, S.; M. Borrero y J. M. Enrico. 2007. Comportamiento de inoculantes para soja en la zona sur de la provincia de Santa Fe, Argentina. Revista de investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. Cátedra de Microbiología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Zavalla, Santa Fe, Argentina.
- Ventimiglia, L. y L. Torrens Baudrix. 2012. Inoculación en soja: Dosis de inoculante y complementación de Bradyrizobium con PGPR. Agromercado. 171:14-15.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Anexos

Tabla de precipitaciones Campaña 12/13

	Juni o	Julio	Agos to	Septi embr e	Octu bre	Novi embr e	Dicie mbre	Ener o	Febr ero	Marz o	Abril	May o
Total	0	18	197	106	271	55	243	38	74	55	148	114
1												
2		8			33				17	32		
3		3					4					114
4		7										
5				10				5				
6				12			73					
7				42				0				
8			17		104							
9								0		5		
10					18		19		0			
11						30					68	
12			25									
13									17			
14							11					
15					28							
16							3		0			
17			120				5	28		18		
18				42		6	48					
19			15				32		11			
20							40		11			
21												
22					68	13						
23												
24			20					5	18			
25												
26												
27												
28											80	
29					20							
30	0					6						
31							8					



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Modelo estadístico:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

y_{ij} = valor de la variable respuesta en cada u.e.

μ = media de la población

α_i = efecto del tratamiento i

β_j = efecto del bloque j

ε_{ij} = error de la u.e.

Hipótesis en DBA

A) $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$
No hay efecto de los tratamientos sobre la variable respuesta.

H_1 : alguna $\mu_i \neq \mu$
Al menos un tratamiento tiene efecto sobre la variable respuesta.

B) $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu$
No hay efecto debido a los bloques.

H_1 : alguna $\mu_j \neq \mu$
Al menos un bloque tiene efecto sobre la variable respuesta.



Tablas de Números de nódulos por tratamiento en V3-V4.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº nódulos	12	0,72	0,48	13,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	90,48	5	18,10	3,02	0,1052
Bloque	11,27	3	3,76	0,63	0,6231
Tratamiento	79,21	2	39,60	6,62	0,0303
Error	35,90	6	5,98		
Total	126,38	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,36101

Error: 5,9833 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0,00	14,95	4	1,22 A
1,00	19,70	4	1,22 B
2,00	20,90	4	1,22 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$)

Tablas de peso de 1000 granos por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P1000	12	0,52	0,12	4,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	395,53	5	79,11	1,29	0,3774
Bloque	137,57	3	45,86	0,75	0,5617
Tratamiento	257,96	2	128,98	2,10	0,2030
Error	367,66	6	61,28		
Total	763,19	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=10,75587

Error: 61,2766 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,00	160,99	4	3,91 A
0,00	168,76	4	3,91 A B
2,00	172,04	4	3,91 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$)



Tablas de rendimiento por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	12	0,91	0,83	7,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2448385,42	5	489677,08	11,79	0,0046
Bloque	2050572,92	3	683524,31	16,45	0,0027
Tratamiento	397812,50	2	198906,25	4,79	0,0572
Error	249270,83	6	41545,14		
Total	2697656,25	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=280,06455

Error: 41545,1389 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0,00	2581,25	4	101,91 A
1,00	2625,00	4	101,91 A
2,00	2987,50	4	101,91 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Tablas de biomasa por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa (kg/ha)	12	0,66	0,37	12,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	229015,84	5	45803,17	2,30	0,1698
Bloque	76039,13	3	25346,38	1,27	0,3653
Tratamiento	152976,71	2	76488,36	3,84	0,0843
Error	119472,68	6	19912,11		
Total	348488,52	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=193,89058

Error: 19912,1130 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,00	995,58	4	70,56 A
0,00	1021,21	4	70,56 A
2,00	1246,88	4	70,56 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)



Tablas de los residuos de números de nódulos por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO N° nódulos	12	0,00	0,00	143689420186945000,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	5	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	35,90	6	5,98		
Total	35,90	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,36101

Error: 5,9833 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,00	0,00	4	1,22 A
2,00	0,00	4	1,22 A
0,00	0,00	4	1,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Tablas de los residuos de peso de 1000 granos por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO P1000	12	0,00	0,00	157853292610583000,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	5	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	367,66	6	61,28		
Total	367,66	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=10,75587

Error: 61,2766 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1,00	0,00	4	3,91 A
2,00	0,00	4	3,91 A
0,00	0,00	4	3,91 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)



Tablas de los residuos de rendimiento por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO Rendimiento	12	0,00	0,00	1,43429970185074E18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	5	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	249270,83	6	41545,14		
Total	249270,83	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=280,06455

Error: 41545,1389 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0,00	0,00	4	101,91 A
1,00	0,00	4	101,91 A
2,00	0,00	4	101,91 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Tablas de los residuos de biomasa por tratamiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO Biomasa (kg/ha)	12	0,00	0,00	851121742203027000,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	5	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Error	119472,68	6	19912,11		
Total	119472,68	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=193,89058

Error: 19912,1130 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2,00	0,00	4	70,56 A
1,00	0,00	4	70,56 A
0,00	0,00	4	70,56 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

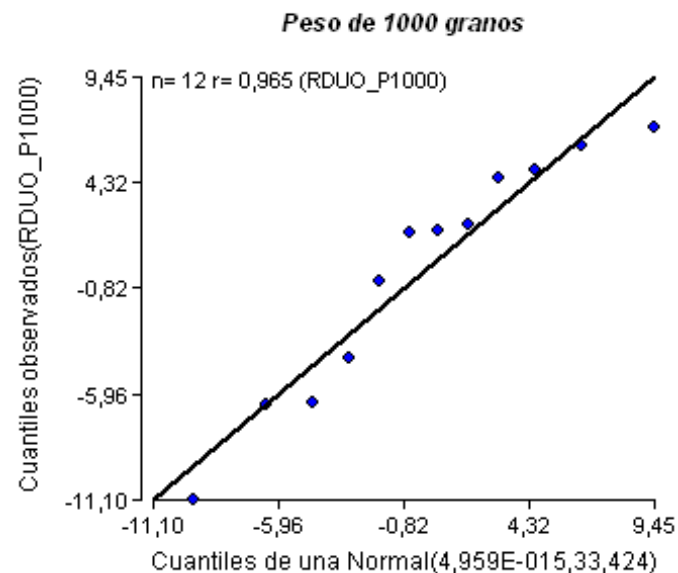
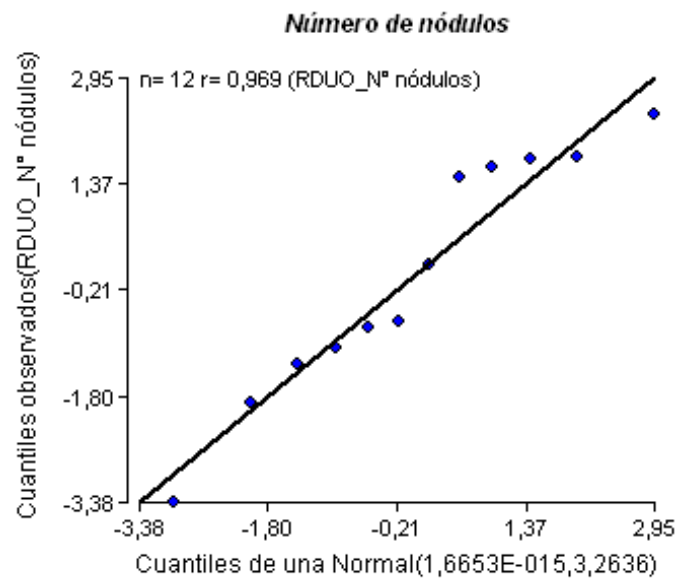


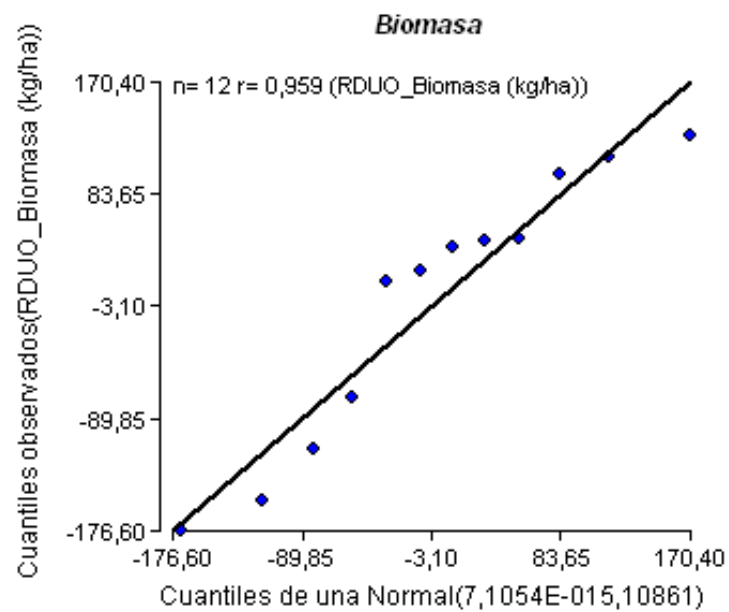
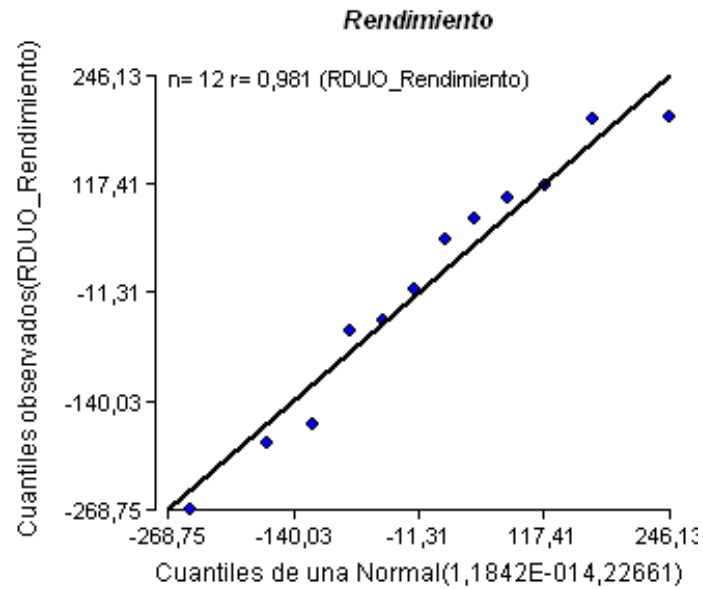
Normalidad analítica.

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_N° nódulos	12	0,00	1,81	0,91	0,3606
RDUO_P1000	12	0,00	5,78	0,90	0,2612
RDUO_Rendimiento	12	0,00	150,54	0,92	0,4702
RDUO Biomasa (kg/ha)	12	0,00	104,22	0,87	0,1334

Normalidad gráfica.







Tablas de homocedasticidad para número de nódulos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS N° nódulos	12	0,37	0,23	48,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,93	2	1,46	2,65	0,1242
Tratamiento	2,93	2	1,46	2,65	0,1242
Error	4,96	9	0,55		
Total	7,89	11			

Tablas de homocedasticidad para peso de 1000 granos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS P1000	12	0,11	0,00	63,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,50	2	5,25	0,57	0,5855
Tratamiento	10,50	2	5,25	0,57	0,5855
Error	83,15	9	9,24		
Total	93,65	11			

Tablas de homocedasticidad para rendimiento.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Rendimiento	12	0,14	0,00	67,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9456,02	2	4728,01	0,70	0,5205
Tratamiento	9456,02	2	4728,01	0,70	0,5205
Error	60555,56	9	6728,40		
Total	70011,57	11			

Tablas de homocedasticidad para biomasa.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Biomasa (kg/ha)	12	0,22	0,04	59,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6464,58	2	3232,29	1,24	0,3338
Tratamiento	6464,58	2	3232,29	1,24	0,3338
Error	23415,62	9	2601,74		
Total	29880,20	11			



Gráficos de dispersión residuos vs predichos.

Gráfico de dispersión de número de nódulos

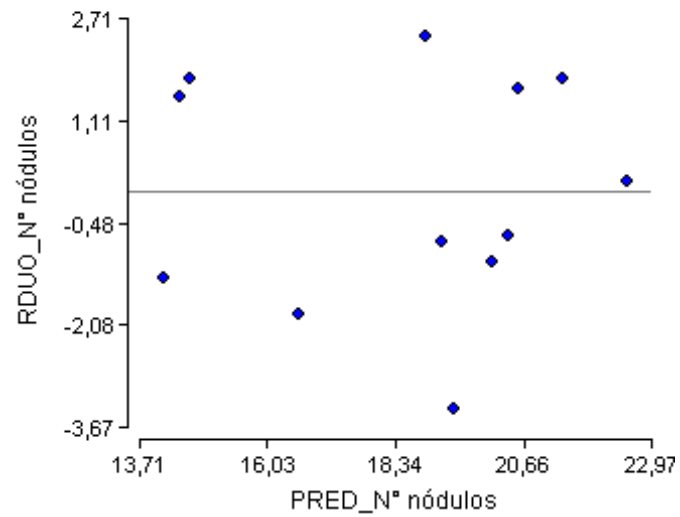


Gráfico de dispersión de P1000

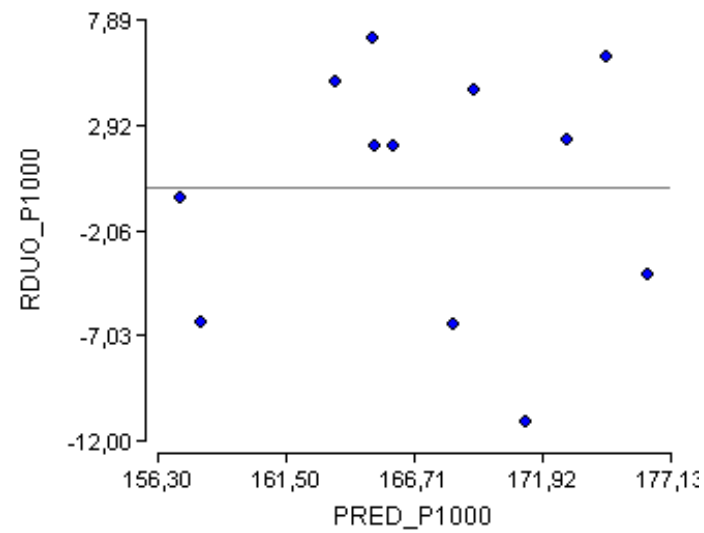




Gráfico de dispersión de rendimiento

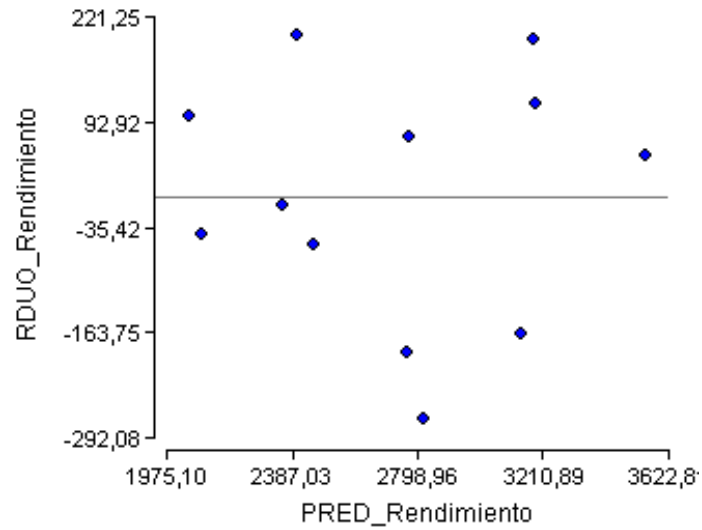


Gráfico de dispersión de biomasa

