

Berisso, Carlos Eduardo

Evaluación de inoculantes y promotores de crecimiento en un cultivo de soja en Aldea Asunción, 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:

Berisso, C. E. 2014. Evaluación de inoculantes y promotores de crecimiento en un cultivo de soja en Aldea Asunción, 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-cultivo-soja-aldea-asuncion> [Fecha de consulta:.....]

**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 Aldea Asunción, Provincia de Entre Ríos.**

Autor: Carlos Eduardo Berisso

Profesor Tutor: Ing. Agr. Inés Davérède, PhD

Fecha: 17/12/2014

Modalidad: Experimental



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Resumen

Conociendo los beneficios positivos de la inoculación en el cultivo de soja, y con el objetivo de obtener mayores rendimientos y otras características deseadas, se ha implementado la técnica de co-inoculación, la cual consiste en la utilización de bacterias promotoras de crecimiento PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno (N). El objetivo de esta investigación experimental es evaluar el efecto de inoculantes y co-inoculantes sobre el rendimiento en grano, biomasa, número de nódulos y peso de 1000 semillas del cultivo de soja. El ensayo se realizó en la localidad de Aldea Asunción, provincia de Entre Ríos, mediante un diseño en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones y 3 tratamientos (testigo, inoculado y co-inoculado). La co-inoculación se diferenció en todas las variables experimentadas con respecto al testigo (sin inocular). Cuando se compararon los tratamientos co-inoculados con los inoculados, se observó un aumento en el rendimiento y el peso de 1000 semillas de 10,4 y 5,0 %, respectivamente. Se produjeron aumentos en el número de nódulos y biomasa en los tratamientos inoculados comparados con el testigo del 23,1 % y 8,6%, respectivamente. Las diferencias significativas observadas entre las variables analizadas de inoculación y co-inoculación pueden deberse a que el lote era netamente ganadero. Por ende, se puede estimar que el suelo carecía de rizobios naturalizados. El estrés calórico e hídrico hacia fines del 2012 puede haber estimulado una mayor exploración radical debido a la co-inoculación.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Índice

Introducción.....	3
Materiales y métodos.....	6
Resultados y discusiones.....	7
Conclusiones.....	11
Bibliografía.....	12
Anexos.....	14



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Introducción

La soja, *Glycine max* (L. merril), es un cultivo originario de china y muy difundido a nivel mundial; los cuatro países que más producen son: EEUU, Brasil, Argentina y China, siendo éste el mayor consumidor de soja en el mundo. La Argentina es el tercer país productor del grano y el primer exportador de aceite y harina (Muñoz, 2012). Pertenece a la familia de las Fabaceae, subfamilia Papilonoideas, pero con características propias que la diferencia del resto de los integrantes de dicha familia, se destaca por su alto contenido de proteína y su calidad nutritiva. Ocupa una posición intermedia entre las legumbres y los granos oleaginosos, conteniendo más proteína que la mayoría de las legumbres, pero menos grasa que la mayoría de las oleaginosas (Kantolic et al, 2006). Su importancia en Argentina se manifiesta en el incremento constante de la superficie sembrada. El destino principal del grano es la industrialización para la elaboración de aceites, dicho grano contiene entre 37 a 43 % de proteína y un 18% de aceite. Si bien la proteína tiene una composición balanceada de aminoácidos, requiere un tratamiento industrial para inactivar ciertos inhibidores perjudiciales (Mulin et al., 2004).

El cultivo de soja presenta requerimientos nutricionales por kilogramo de grano producido e índices de cosecha de nutrientes mayores que los cereales. La soja exporta 80-85% y 55-60% del fósforo (P) y potasio (K) que absorbe, respectivamente, mientras que el maíz exporta 70-75% y 20-25% del P y el K absorbido, respectivamente. En cuanto a los nutrientes secundarios, la soja presenta requerimientos de azufre (S) superiores a los de trigo y maíz, y para una eficiente fijación biológica de N, requiere de micronutrientes tales como molibdeno (Mo), cobalto (Co), níquel (Ni), boro (B), hierro (Fe), y manganeso (Mg) (Yamada 1999).

La soja, al ser un cultivo proteico por excelencia, acumula grandes cantidades de N para su crecimiento. Según Ferraris (2001), los requerimientos oscilan entre 60-80 kg de nitrógeno por tonelada de grano. Para cubrir tal demanda, además de la absorción de nutriente del suelo, las leguminosas han desarrollado el mecanismo de la fijación biológica de N (FBN), a partir de la asociación con bacterias del suelo pertenecientes a la familia de las Rhizobiacias (Racca, 2002), en el caso de la soja *Bradyrhizobium japonicum*.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Las bacterias fijadoras de N atmosférico (N_2) convierten esta molécula en amonio mediante la acción de la enzima nitrogenasa. La soja fija el N_2 en simbiosis mutualista con *Bradyrhizobium japonicum*; la expresión de esta asociación es la presencia de órganos en las raíces, llamados nódulos dentro de los cuales se lleva a cabo la reducción del N_2 . La combinación de factores tales como las características del huésped, temperatura y humedad ambiental, las propiedades físico-químicas del suelo y la naturaleza de la población rizobiana naturalizada determinan la adecuada formación de los nódulos, la eficiencia en la fijación de nitrógeno y la productividad del cultivo. 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 (30:1), debido que hay aportes por mineralización y un limitado suplemento de C al nódulo (Peticari et al., 2003). En cultivos de soja sin limitantes ambientales para su desarrollo, entre 50 y 80% de los requerimientos de N del cultivo de soja son aportados a través de la FBN (Salvagiotti et al., 2008).

En la actualidad, existen varios géneros de rizobios; la soja se asocia exclusivamente con: *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium* y *Mesorhizobium*. Dentro del género de *Bradyrhizobium*, podemos encontrar *B. japonicum*, *B. elkanii*, *B. liaoningense*, siendo las primeras las más usadas en el mundo y en la Argentina para la fabricación de inoculantes (González et al., 2012). Después de un proceso selectivo intenso en 1980 por parte del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), se llegó a la conclusión que la cepa *Bradyrhizobium japonicum* E109 era la más apropiada para la inoculación en Argentina (Cassan et al., 2009).

La inoculación en suelos sojeros no siempre se traduce en diferencias en rendimiento, dada la competencia entre los rizobios eficientes en la fijación del nitrógeno presentes en el inoculante y las poblaciones naturalizadas, numerosas, inefectivas pero menos eficientes. Un incremento en rendimiento del 5 al 10 % puede constituirse en una buena razón para no suspender la inoculación, dado que cubre los costos económicos de la práctica que son menores a los de fertilización y permite el ahorro del nitrógeno del suelo, dado que la fijación puede aportar hasta un 50 % del nitrógeno que necesita el cultivo (Toresani et al., 2012). En un ensayo realizado por Ventimiglia (2008), en la región centro oeste bonaerense, la respuesta a la inoculación de 15 ensayos en diferentes campañas fue de 352 kg ha⁻¹, esto representa un aumento del 10,5% con respecto a los lotes sin inocular.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Recientemente, se han comenzado a utilizar otros tipos de microorganismos en la agricultura, a los cuales se los ha designado en forma genérica como promotores de crecimiento o PGPR. Dentro de estos promotores, hay diversos microorganismos, tales como: *Azospirillum spp*, *Pseudomonas spp*, *Bacillus spp*, *Trichoderma spp*, etc., los cuales cumplen diferentes funciones benéficas y por lo general logran, cuando se combinan en una misma aplicación, efectos sinérgicos (Ventimiglia et al., 2012). Los microorganismos conocidos como PGPR pueden afectar el crecimiento vegetal de dos formas: indirecta (reducen o anulan los efectos nocivos de uno o varios organismos fitopatógenos a través de la producción de sustancias biocidas) o directa (producción de fitoreguladores como auxinas, citocininas y giberilinas, fijación de nitrógeno (N) atmosférico y absorción incrementada de agua y minerales).

En cultivos de leguminosas, la aplicación dual de rizobios y azospirilos ha sido señalada como un área de investigación de interés, ya que existen trabajos en los que se han observado efectos positivos en producción de materia seca, rendimiento de grano y contenido de N en leguminosas en comparación con inoculaciones con rizobios solamente (Burdman et al., 1998). Los resultados positivos de la inoculación dual en leguminosas han sido atribuidos a la ocurrencia de una nodulación más temprana, incremento en el número de nódulos, mayores tasas de fijación de N₂ e incrementos en el desarrollo radical en general (Yahalom et al., 1987). Cassan et al. (2009) también observaron que la co-inoculación produjo un crecimiento positivo en distintos cultivos, particularmente en los estadios tempranos de desarrollo vegetal. Asimismo, Uhrich y Benintende (2005) encontraron en la región noreste argentina que la inoculación de rizobios y azospirilos en un lote en el que se había realizado un cultivo de soja con anterioridad, produjo efectos positivos en la variables peso y número de nódulos en los estadios fenológicos V4 y R4 de la escala desarrollada por Fehr y Caviness (1971).

Hipótesis

La inoculación aumentará el rendimiento en grano, la biomasa de soja, el número de nódulos y el peso de los mismos con respecto al testigo sin inocular.

La co-inoculación aumentará el rendimiento en grano, la biomasa de soja, el número de nódulos y el peso de los mismos con respecto al tratamiento inoculado.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Objetivos

El objetivo de este trabajo de investigación experimental fue evaluar los efectos de la inoculación y la co-inoculación sobre 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 el pueblo de Aldea Asunción, ubicado a 42 km de la ciudad de Gualeguay y a 14 km de la ciudad de General Galarza, provincia de Entre Ríos, durante la campaña 2012/2013 sobre un Argiudol vértico perteneciente a la serie El Triángulo. El potrero era utilizado para rodeos de invernada, base campo natural, y hacía 20 años que no era utilizado en la rotación con agricultura. Se realizó una siembra convencional, se pasó dos veces un disco de doble acción y posteriormente una rastra para homogenizar el terreno. El 22 de noviembre del 2013 se sembró la soja variedad 5009 del semillero Nidera, se sembró con una sembradora Agrometal, la cual contaba con 13 surcos a 0.42m. La densidad de siembra 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. Las semillas también 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 línea de siembra. A lo largo del desarrollo del cultivo, se realizaron 2 aplicaciones de fungicida (Amistar Xtra) y una de insecticida (Karate Zeón).

Los tratamientos fueron:

Sin inoculante (Testigo)

Inoculado Líquido (*B. japonicum* E109)

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 m de largo por 13 surcos separados a 0,42 m. Alrededor del 22/12/2012, el cultivo se encontraba en el estadio fenológico de V₃-V₄, allí se realizó el recuento de nódulos, se eligieron 10 plantas al azar por parcela. También se determinó el peso de la biomasa aérea de las plantas sacadas.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

La cosecha de la soja se realizó manualmente en la tercera semana de abril. Se cosecharon al azar 4,76 m de un surco por parcela, lo que representa un área de 2m². La trilla se realizó con una trilladora estacionaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en la localidad de Castelar, provincia de Buenos Aires. Las muestras se pesaron para calcular el rendimiento y se contaron grupos de 100 semillas para calcular el peso de mil semillas.

Se efectuó un análisis de la varianza de número de nódulos en V₃-V₄, la biomasa aérea, el peso de 1000 semillas, el rendimiento (ajustado a 13% humedad), y el número de plantas por metro cuadrado a cosecha.

Se realizó un análisis de variancia con cada variable mediante el programa estadístico Infostat, versión 2008, utilizándose un error $\alpha=0.1$. 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. Cuando el modelo resultó significativo, se separaron las medias de cada tratamiento con el método de diferencias mínimas significativas de Fisher $\alpha=0.1$.

Resultados y discusión

Las precipitaciones del mes de enero y febrero fueron de 56 mm y 78 mm, respectivamente, muy por debajo de lo requerido por el cultivo para tener un óptimo desarrollo. Hacia mediados de diciembre, las lluvias fueron cesando y el cultivo no recibió lluvias abundantes durante 60 días lo cual pudo haber impactado sobre las variables medidas.

El número de nódulos en V₃-V₄ a los 30 días post-siembra presentó diferencias significativas entre tratamientos. La inoculación y la co-inoculación produjeron un promedio de 22,5 nódulos por planta, representando un aumento del 29% con respecto al testigo sin inocular. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos inoculados (Tabla 1). Resultados semejantes fueron observados por Clua et al. (2012) en un ensayo realizado en el partido de Lobos, provincia de Buenos Aires, en un lote de experimentación en producción agrícola continua



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

\(ultimas 15 campañas; maíz cultivo antecesor), en el cual el tratamiento inoculado se diferenci6 del testigo en un 5%.

Tabla 1. N6mero de n6dulos y diferencia sobre el testigo.

Tratamiento	N6mero de n6dulos n°pl ⁻¹		Diferencia s/testigo	
			n°pl ⁻¹	%
Testigo	17,5	A	-	100
Inoculaci6n	21,5	B	4,0	123
Co-inoculaci6n	23,5	B	6,0	134
Medias con una letra com6n no son significativamente diferentes (p<0,10)				

Al medir la biomasa en el estadio fenol6gico V₃-V₄ a los 30 d6as post siembra, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. La inoculaci6n y la co-inoculaci6n produjeron un promedio de 1133 gr pl⁻¹, representando un aumento del 11% con respecto al testigo sin inocular. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos inoculados (Tabla 2). Resultados semejantes fueron observados por Gonz6lez Fiqueni et al. (2011) en un ensayo realizado en la localidad de Chacabuco bajo siembra directa. Evaluaron el efecto de la co-inoculaci6n sobre la promoci6n del crecimiento, mediante la determinaci6n de la biomasa a6rea por planta. No lograron detectar diferencias significativas entre los tratamientos con los datos obtenidos. Es destacable que la co-inoculaci6n increment6 num6ricamente la biomasa en m6s de 6%.

Tabla 2. Biomasa a6rea y diferencia sobre el testigo.

Tratamiento	Biomasa a6rea gr pl ⁻¹		Diferencia s/testigo	
			gr pl ⁻¹	%
Testigo	1021	A	-	100
Inoculaci6n	1109	B	88	109
Co-inoculaci6n	1157	B	136	113
Medias con una letra com6n no son significativamente diferentes (p<0,10)				



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

En cuanto al rendimiento a la cosecha, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. La co-inoculación produjo un promedio de 3195 kg ha⁻¹, representando un aumento del 13% con respecto al testigo sin inocular y al inoculado. No hubo diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el inoculado (Tabla 3). Resultados semejantes fueron observados por Ventimiglia et al. (2012), en un ensayo realizado en el INTA 9 de Julio, campo franco arenoso, con varios años de cultivo de soja. Entre el tratamiento testigo y el inoculado, no encontraron una diferencia significativa, pero sí un aumento numérico del 6 %. Por otro lado, encontraron un incremento significativo entre el tratamiento inoculado y co-inoculado, que fue alrededor de 11%.

Tabla 3. Rendimiento y diferencias con el testigo

Tratamiento	Rendimiento Kg ha ⁻¹		Diferencia s/testigo	
			Kg ha ⁻¹	%
Testigo	2760	A	-	100
Inoculación	2894	A	134	105
Co-inoculación	3195	B	435	116
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0,10)				

Finalmente, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el peso de 1000 semillas. La co-inoculación produjo un promedio de 172 g, representando un aumento del 6% con respecto al testigo sin inocular y al inoculado. No hubo diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el inoculado (Tabla 4). Resultados semejantes fueron observados por Clua et al. (2012), donde encontraron diferencias significativas entre el tratamiento inoculado y co-inoculado del 6%.

Tabla 4. Peso de 1000 semillas y diferencia sobre el testigo

Tratamiento	Peso 1000 semillas Gramos		Diferencia s/testigo	
			gramos	%
Testigo	162	A	-	100
Inoculación	164	A	2,7	101
Co-inoculación	173	B	11,0	107
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<0,10)				



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Tabla 5. Promedios de cada variable medida para los tratamientos 0) Sin inoculante (Testigo); 1) Inoculado Líquido (*B. japonicum* cepa E109); 2) Inoculado líquido (*B. japonicum* cepa E109) + *Pseudomonas fluorescens*

Tratamientos	N° de nódulos (n° pl ⁻¹)	P 1000 (gr)	Biomasa (gr ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
0	17	162	1021	2760
1	21	164	1109	2894
2	23	173	1157	3195
Promedio	20,33	166,33	1095,67	2949,67
p-valor	0,01	0,009	0,02	0,005



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Conclusiones

La inoculación y co-inoculación aumentaron todas las variables estudiadas en el ensayo realizado en la provincia de Entre Ríos. La inoculación incrementó significativamente el número de nódulos con un promedio de 22,5 nódulos por planta en V₃-V₄, representando un aumento del 29% con respecto al testigo sin inocular con 5 nódulos por planta. La inoculación produjo un promedio de 1133 kg pl⁻¹ en biomasa, representado un aumento del 11% (112 kg pl⁻¹) con respecto al testigo sin inocular.

La co-inoculación incrementó significativamente el rendimiento y el peso de 1000 semillas, reflejando efectos positivos al complementar dos bacterias. La co-inoculación produjo un promedio de 3195 kg ha⁻¹ a la cosecha, representando un aumento 13% con respecto al testigo y al tratamiento inoculado, aumentando el rendimiento en 368 kg ha⁻¹. Por último, la co-inoculación produjo un promedio de 173 g, representando un aumento del 6% y aumentando el peso de 1000 semillas en 9,6 g.

El estrés calórico e hídrico hacia fines del 2012 pudo haber estimulado una mayor exploración radical debido a la co-inoculación. Dicho estrés se profundizó en los meses de enero y febrero, momento crítico para el cultivo. La falta de historia sojera en el lote provocó una respuesta en rendimiento a la inoculación.

La inoculación y la co- inoculación son prácticas muy económicas y por lo tanto altamente rentables, especialmente en zonas con riesgo de estrés hídrico. Estas practicas no deberían dejar de usarse, los resultados de este ensayo confirman las ventajas de complementar la inoculación con *Pseudomonas fluorescens*.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Bibliografía

Burdman, S.; D. Vedder; M. German; R. Itzigshon; J. Kigel; E. Jurkevitch and Y. Okon. 1998. Legume crop yield promotion by inoculation with *Azospirillum*. En: Biological Nitrogen Fixation for the 21st. Century, Elmerich, C, Kondorosi, A. & Newton W, Eds. Kluwer Academic Publishers. Dordecht, The Netherlands, pp. 609-612.

Cassan, F.; D. Perrig; V. Sgroi; O. Masciarelli; C. Penna, y V. Luna. 2009. *Azospirillum brasilense* 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.). European Journal of Soil Biology 45: 28-35.

Clua, A.; M. Conti; J. Beltrano; 2012. The effects of glyphosate on the growth of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and its interaction with different phosphorus contents in soil. Journal of agricultural Science, 4 (7): 208-218

Di Renzio J.A, F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C.W. Robledo. 2008. Infostat, versión 2008, Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Cordoba, Argentina

Ferraris, G.N. 2001. Nutrición: La cosecha que se lleva el carretón del lote. Revista Fertilizar, VI(24): 28-29.

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 Fiqueni, M. F., S. Durman, E. Moretti, I. Pueyo, M. Vacca y T. Bosco. 2011. Mercosoja. Co-inoculación en soja: efecto sobre la nodulación, crecimiento y rendimiento.

Kantolic, A., P. Giménez; E. de la Fuente y P. Giménez. 2006. Soja en cultivos industriales. 1ra edición. Ed: E. de la Fuente et al., Buenos Aires. pp 95-141.

Mulin, E. y K. Alvarez, 2004. El gran libro de la siembra directa. Editorial Facultad de Agronomía. UBA. pp 142-147.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Muñoz, R. 2012. Economía y mercado de la 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. 51-82.

Perticari, 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.

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.

Salvagiotti, F., K.G. Cassman, J.E. Specht, D.T. Walters, A. Weiss, A. Dobermann, 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. Field Crops Research 108, 1-13.

Toresani, S.; V. Romangnoli; B. Canavese. 2012. Inoculación en soja: Calidad de inoculantes y experiencia a campo en el sur de Santa Fe. ISSN: 16698584. Revista Agromensajes de la Facultad Nacional de Rosario N° 33.

Uhrich, W. y S. Benintende. 2005. Aplicación de *Azospirillum brasilense* en cultivo de soja en co-inoculación con *Bradyrhizobium japonicum*. Revista Científica Agropecuaria 9(1): 71-75.

Ventimiglia, L.; L. Torrens Baudrix. 2008. Inoculación en soja. En Experimentación en campo de productores. Resultados de experiencia, campaña 2007/08. EEA INTA Pergamino, pag 155-157.

Ventimiglia, L. y L. Torrens Baudrix. 2012. Inoculación en soja: Dosis de inoculante y complementación de *Bradyrhizobium* con PGPR. Agromercado. 171:14-15.

Yahalom, E.; Y. Okon; A. Dovrat. 1987. *Azospirillum* effects on susceptibility to *Rhizobium* nodulation and on nitrogen fixation of several forage legumes. Can J. Microbiol. 33: 510-514.

Yamada T. 1999. Adubação balanceada da soja. En jornada de actualización técnica para profesionales "Fertilización de soja". INPOFOS Cono Sur. Acassuso, Buenos Aires. 39 pag.



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Anexos

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

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

μ = media de la población

α_i = efecto el tratamiento y

β_j = efecto del bloque j

ε_{ij} = error de la u.e.

Hipótesis en D.B.A

A)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

No hay efecto de los tratamientos sobre la variable respuesta

$$H_1: \text{alguna } \mu_i \neq \mu$$

Al menos un tratamiento tiene efecto sobre la variable respuesta

B)

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$$

No hay efectos debido al bloque

$$H_1: \text{alguna } \mu_i \neq \mu$$

Al menos un bloque tiene efecto sobre la variable respuesta



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Tabla de número de nódulos por tratamiento en V₃-V₄

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de nódulos	12	0,83	0,68	9,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102,84	5	20,57	5,71	0,0279
Tratamiento	74,80	2	37,40	10,38	0,0113
Bloque	28,04	3	9,35	2,59	0,1479
Error	21,63	6	3,60		
Total	124,47	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,60856

Error: 3,6042 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0,00	17,45	4	0,95 A
1,00	21,48	4	0,95 B
2,00	23,45	4	0,95 B

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

Tablas de peso de 1000 semillas por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 semillas	12	0,80	0,64	2,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	286,99	5	57,40	4,84	0,0404
Tratamiento	260,34	2	130,17	10,99	0,0099
Bloque	26,65	3	8,88	0,75	0,5610
Error	71,09	6	11,85		
Total	358,08	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,72961

Error: 11,8483 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0,00	161,67	4	1,72 A
1,00	164,40	4	1,72 A
2,00	172,63	4	1,72 B

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



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Tablas de rendimiento por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	12	0,90	0,81	4,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	779927,08	5	155985,42	10,69	0,0060
Tratamiento	397154,17	2	198577,08	13,61	0,0059
Bloque	382772,92	3	127590,97	8,74	0,0131
Error	87545,83	6	14590,97		
Total	867472,92	11			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=165,97403

Error: 14590,9722 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0,00	2760,00	4	60,40 A
1,00	2893,75	4	60,40 A
2,00	3195,00	4	60,40 B

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

Tablas de biomasa por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa (kg/ha)	12	0,95	0,92	4,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	311587,10	5	62317,42	25,42	0,0006
Tratamiento	38073,43	2	19036,71	7,77	0,0216
Bloque	273513,67	3	91171,22	37,19	0,0003
Error	14708,80	6	2451,47		
Total	326295,90	11			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=68,03165

Error: 2451,4666 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0,00	1021,21	4	24,76 A
1,00	1109,06	4	24,76 B
2,00	1157,28	4	24,76 B

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



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Tablas de residuos de número de nódulos por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO N° de nódulos	12	0,00	0,00	1,46570109881949E18

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
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	21,63	6	3,60		
Total	21,63	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,60856

Error: 3,6042 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

0,00	0,00	4	0,95	A
2,00	0,00	4	0,95	A
1,00	0,00	4	0,95	A

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

Tablas de residuos de peso de 1000 semillas por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO Peso de 1000 semillas..	12	0,00	0,00	387549692770757000,00

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
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	71,09	6	11,85		
Total	71,09	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,72961

Error: 11,8483 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

2,00	0,00	4	1,72	A
1,00	0,00	4	1,72	A
0,00	0,00	4	1,72	A

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



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Tablas de residuo de rendimiento por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RDUO Rendimiento	12	0,00	0,00	1,27500877853412E18

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
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	87545,83	6	14590,97		
Total	87545,83	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=165,97403

Error: 14590,9722 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

2,00	0,00	4	60,40	A
1,00	0,00	4	60,40	A
0,00	0,00	4	60,40	A

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

Tablas de residuo 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	983750818216512000,00

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
Tratamiento	0,00	2	0,00	0,00	>0,9999
Bloque	0,00	3	0,00	0,00	>0,9999
Error	14708,80	6	2451,47		
Total	14708,80	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=68,03165

Error: 2451,4666 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

1,00	0,00	4	24,76	A
0,00	0,00	4	24,76	A
2,00	0,00	4	24,76	A

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



UCA

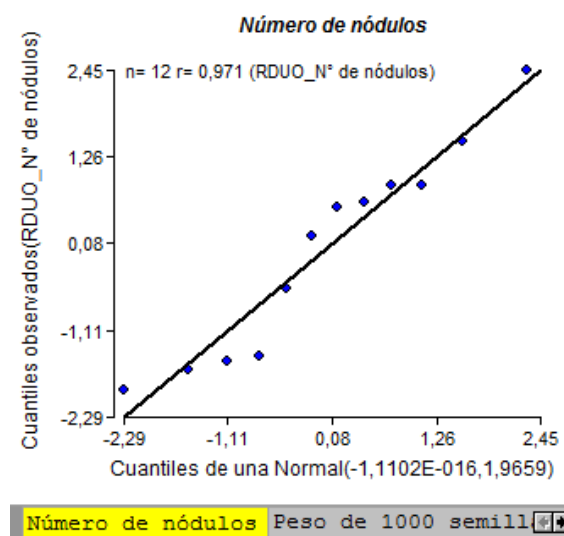
Facultad de Ciencias Agrarias

Normalidad analítica

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_N° de nódulos	12	0,00	1,40	0,91	0,3316
RDUO_Peso de 1000 semillas..	12	0,00	2,54	0,92	0,4638
RDUO_Rendimiento	12	0,00	89,21	0,96	0,8183
RDUO_Biomasa (kg/ha)	12	0,00	36,57	0,85	0,0669

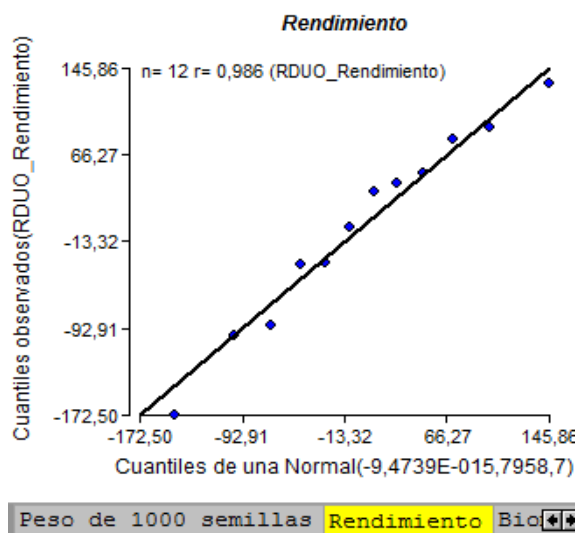
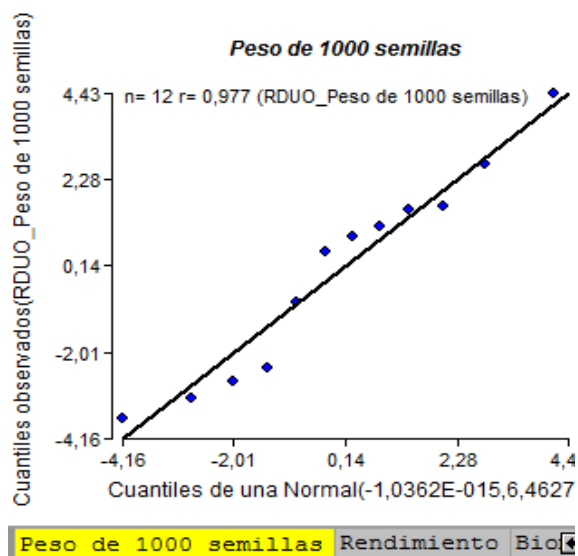
Normalidad gráfica





UCA

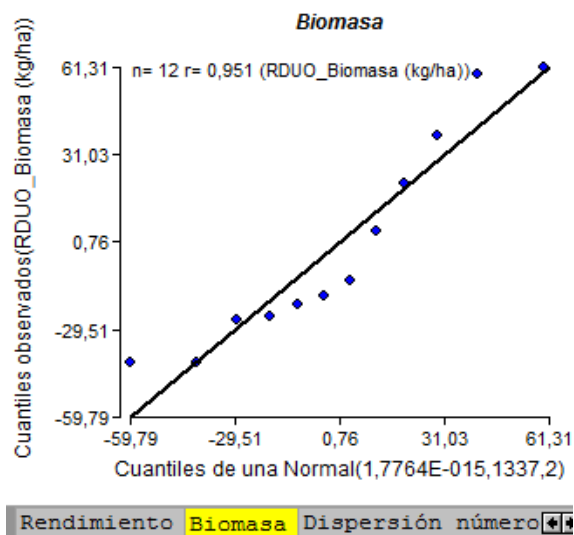
Facultad de Ciencias Agrarias





UCA

Facultad de Ciencias Agrarias



Tablas de homocedasticidad para número de nódulos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS N° de nódulos	12	0,17	0,00	57,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,83	2	0,42	0,91	0,4356
Tratamiento	0,83	2	0,42	0,91	0,4356
Error	4,11	9	0,46		
Total	4,94	11			



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Tablas de homocedasticidad para peso de 1000 semillas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Rendimiento	12	0,05	0,00	73,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1422,69	2	711,34	0,26	0,7793
Tratamiento	1422,69	2	711,34	0,26	0,7793
Error	24966,67	9	2774,07		
Total	26389,35	11			

Tablas de homocedasticidad para rendimiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Peso de 1000 semillas..	12	0,15	0,00	60,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,59	2	1,30	0,80	0,4791
Tratamiento	2,59	2	1,30	0,80	0,4791
Error	14,59	9	1,62		
Total	17,19	11			



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Tablas de homocedasticidad para biomasa

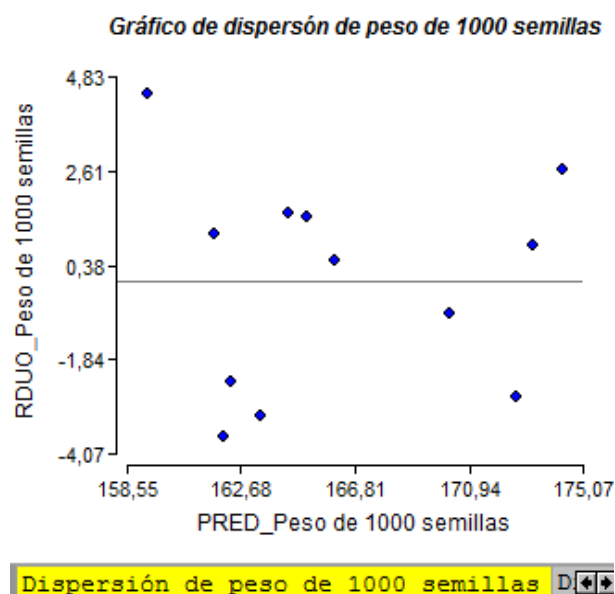
Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Biomasa (kg/ha)	12	0,01	0,00	63,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,30	2	17,15	0,05	0,9555
Tratamiento	34,30	2	17,15	0,05	0,9555
Error	3373,31	9	374,81		
Total	3407,62	11			

Gráficos de dispersión residuos vs predichos

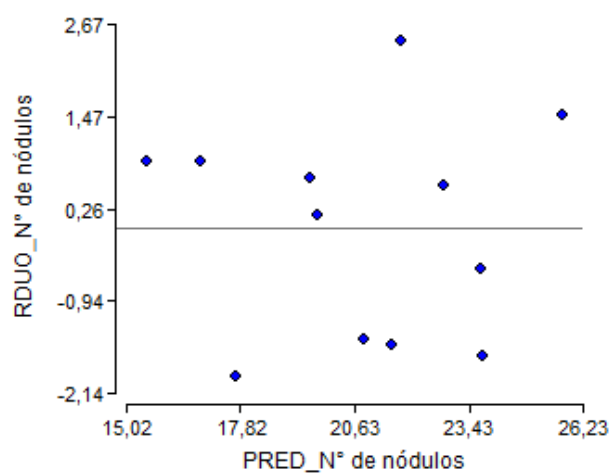




UCA

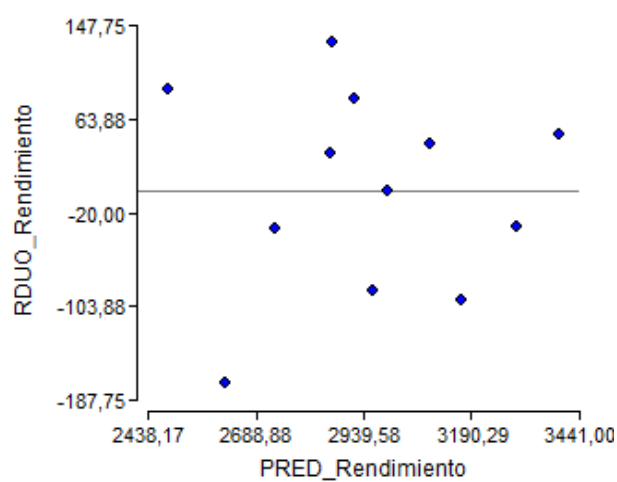
Facultad de Ciencias Agrarias

Dispersión de número de nódulos



Biomasa **Dispersión número de nódulos** [icon]

Gráfico de dispersión de rendimiento

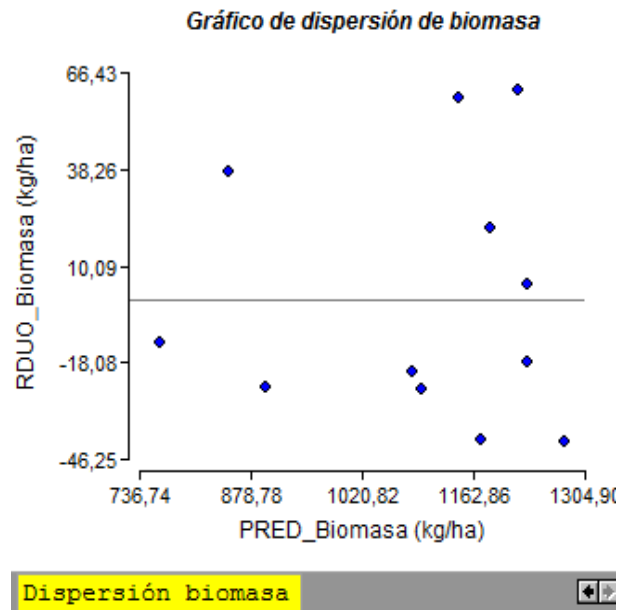


Dispersión de rendimiento Dispersión [icon]



UCA

Facultad de Ciencias Agrarias





UCA

Facultad de Ciencias Agrarias

Precipitaciones durante la campaña 2012/ 2013

	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Total	20	10	235	106	365	97	265	56	78	69	82	0
1												
2		0			58				30	30	12	
3		0					3					
4		10										
5				15				40				
6				16			105					
7				25				0				
8			5		120							
9								0		4		
10						25	20		0			
11											70	
12			40									
13												
14							10					
15	5				35							
16							7		8			
17	10		140				12	16				
18				45		20	45					
19			25				30		2			
20				5	20		32		3	35		
21												
22					70	20						
23												
24			25					0	35			
25												
26												
27												
28												
29					62							
30						32						
31	5						1					

Análisis de suelo para la campaña

	pH	C.E	Materia organica	Fosforo	Nitratos N-NO3	Nitratos NO3	Humedad	KgN/Ha	Nitrogeno total	Nitrogeno Inc. Anaer	Sulfatos S-SO4	Recomendaciones
	1:2,5	dS/m	%	ppm	ppm	ppm	%		%	ppm	ppm	
Lote N°1 experimental	6.4		4.8	18.9					0.23			
Lote N°2	5.9		4.5	7.2					0.23			