

TIEMPOS DE INOCULACIÓN EN TRATAMIENTOS DE *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* CON INCLUSIÓN DE MICORRIZAS y ZINC

DESARROLLO RURAL-UNIDAD TERRITORIAL AGRÍCOLA
INTA EEA PERGAMINO. CAMPAÑA 2013/14

Ings. Agrs. Gustavo Ferraris y Lucrecia Couretot

Proyecto Regional Agrícola-CRBAN. UCT Agrícola - Área de Desarrollo Rural INTA EEA Pergamino.
Av Frondizi km 4,5 (B2700WAA) Pergamino
nferraris@pergamino.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN

El Nitrógeno (N) es el elemento que presenta mayor demanda por parte del cultivo de soja, y la fijación biológica del nitrógeno (FBN) atmosférico el principal medio para abastecerlo, motivo por el cual este proceso debe ser optimizado. El presente trabajo, se orienta a una validación y testeo de inoculantes formulados sobre la base de *Bradyrhizobium japonicum* (Bj), evaluando el aporte aditivo de otros microorganismos, entre ellos micorrizas vesículo-arbusculares con capacidad para mejorar la absorción y solubilización de fósforo (P), agua, y otros elementos especialmente los de baja movilidad.

El presente trabajo, se orienta a una validación y testeo de un inoculante presente en el mercado, en cuya formulación contiene bacterias fijadoras de N y micorrizas. Se estudia la eficiencia de tratamientos a la siembra y de preinoculación, y la mejora sobre este último por el uso de un protector bacteriano para preinoculación. Se evalúa además, la compatibilidad con un tratamiento que aporta Zn sobre semilla. Visto que la respuesta a la inoculación aumenta con la mejora del ambiente productivo y los rendimientos (Figura 1), se estudia la interacción entre inoculación y fertilización fosforada.

El objetivo de este proyecto fue 1. Evaluar la respuesta al inoculante Efecthor Plus conteniendo el inoculante Crinigan para soja, en diferentes tiempos de inoculación 2. Estudiar la compatibilidad y el aporte aditivo de un tratamiento conteniendo Zn sobre semilla y 3. Evaluar la interacción con la fertilización con fósforo (P), azufre (S) y zinc (Zn). Hipotetizamos que: 1. Usando los protectores adecuados, los tratamientos de preinoculación presentan similar eficacia que los realizados al momento de la siembra. 2. El agregado de Zn es compatible con *Bradyrhizobium* y micorrizas, permitiendo mejoras aditivas en los rendimientos y 3. La fertilización de base no afecta la respuesta a las bacterias fijadoras de nitrógeno, por lo que la inoculación puede recomendarse en un amplio rango de situaciones productivas.

Palabras clave: Soja, *Bradyrhizobium japonicum*, micronutrientes, tratamientos de semilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la campaña 2013/14 se realizó un experimento destinado a evaluar el impacto de tratamientos biológicos y micronutrientes en semilla sobre el crecimiento, la nodulación, el contenido de N estimado por Spad y la producción de Soja. El ensayo se implantó en la localidad de Pergamino, sobre un suelo Serie Pergamino, de muy buena productividad. Los tratamientos fueron aplicados en soja de primera. La siembra se realizó el día 29 de noviembre, con la variedad DM 4612 RR, en hileras espaciadas a 0,525 m. El sitio experimental registra una rotación agrícola continua con varios cultivos de soja en la secuencia. El antecesor fue maíz. Durante el ciclo se realizaron tres aplicaciones de Glifosato, a la dosis de 3 lha^{-1} acompañados de un coadyuvante organosiliconado. Se aplicaron insecticidas para prevenir el ataque de oruga bolillera y chinches. Las parcelas se mantuvieron totalmente libres de malezas y plagas.

El diseño del ensayo correspondió a bloques completos al azar con cuatro repeticiones, cinco tratamientos y dos niveles de fertilización de base dispuestos en arreglo factorial (7 x 2 x 4) siendo los factores: **1.** Tratamientos biológicos y con micronutrientes y **2.** Fertilización de base 1. PS 0 kg ha⁻¹ y 2. 135 kg ha⁻¹ de una mezcla física de composición (12-17-0-S10). Los detalles de los tratamientos evaluados se describen en la Tabla 1. Por su parte, el análisis del suelo del sitio se presenta en la Tabla 2.

Tabla 1: *Tratamientos de Inoculación y con microelementos evaluados en el ensayo. Soja. Pergamino, campaña 2013/14.*

Tr	Inoculación	Fungicida	Microelementos	Tiempo de tratamiento	Niveles de fertilización
T1	Testigo				T1: Testigo
T2	Crinigan Soja	Metalaxil (35%) 1ml/kg		14 d.a.s.	
T3	Crinigan Soja	Metalaxil (35%) 1ml/kg		Siembra	
T4	Crinigan Soja	Thiram + Carbendazim 1ml/kg	Teprozyn Zinc 0,75 ml/kg	14 d.a.s.	T2: PS 135
T5	Crinigan Soja	Thiram + Carbendazim 1ml/kg	Teprozyn Zinc 0,75 ml/kg	Siembra	

Tabla 2: *Análisis de suelo al momento de la siembra, promedio de cuatro repeticiones.*

Prof	pH		Materia Orgánica	N total	Fósforo disponible	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos suelo 0-60 cm	S-Sulfatos suelo 0-20 cm
	agua 1:2,5		%		mg kg ⁻¹	ppm	kg ha ⁻¹	ppm
0-20	5,3		3,28	0,164	20,9	20	56,0	10,4
	Calcio	Magnesio	Potasio	Zinc	Manganeso	Cobre	Hierro	Boro
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
0-20	1427	180	665	0,82	58,0	1,61	96,8	0,45

Se recontaron plantas, y en el estado V3 se realizó una evaluación de infectividad, considerando infectivas aquellas plantas con más de tres nódulos activos y morfológicamente normales. Se determinó la biomasa acumulada en V6. En R4 se cuantificó el número de nódulos efectivos en raíz principal (RP) y sobre cinco plantas de cada parcela, y se determinó la distribución entre RP y RS. Cualitativamente, se evaluó su funcionalidad a través del color y su tamaño. En el mismo estado, se realizó una estimación indirecta del contenido de N por medio del medidor de clorofila Minolta Spad 502, la cobertura mediante procesamiento con software específico de imágenes digitales, y el vigor a través de un índice cuantitativo de calidad del cultivo. La recolección se realizó con una cosechadora experimental automotriz. Sobre una muestra de cosecha se determinaron los componentes del rendimiento, NG y PG. Los resultados fueron analizados por partición de la varianza, comparaciones de medias y análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CAMPAÑA

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones determinadas en el sitio experimental y la evapotranspiración del cultivo, así como el balance hídrico decádico. La campaña mostró oscilaciones fuertes, con estrés termohídrico en primer lugar y lluvias excesivas luego. De acuerdo al balance, el período inicial mostró temperaturas excesivas pero el suelo conservó reservas durante el período seco. Las situaciones de estrés fueron momentáneas, causadas principalmente por las altas temperaturas (Figura 1).

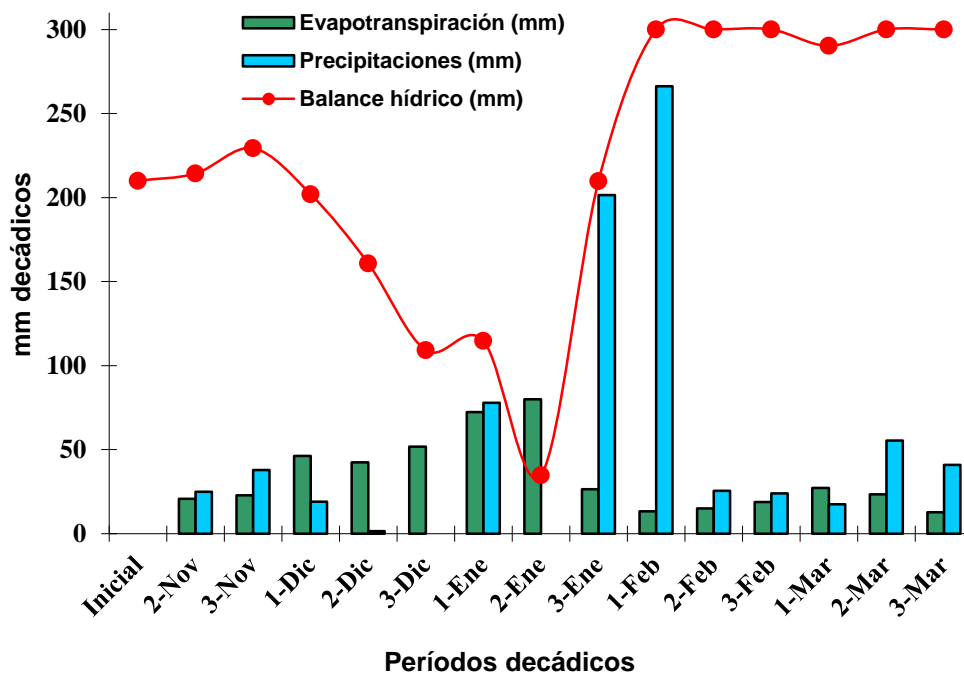


Figura 1: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico decádico considerando 1,4 m de profundidad. Pergamino, campaña 2013/14. Precipitaciones totales en el ciclo 792 mm. AU inicial (140 cm) 210 mm. Déficit acumulado 0 mm.

RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS

En la Tabla 3 se presenta la evaluación de nodulación, y en la Tabla 4, el rendimiento, sus componentes y otras variables asociadas.

Tabla 3: Infectividad, Nódulos x planta en raíz principal (RP) localización, funcionalidad determinada por coloración y tamaño de los nódulos. Para cada variable, en una misma dosis de fertilizante, se destaca en negrita el mejor tratamiento. Inoculación, tratamientos con zinc y fertilización fósforo-azufrada en Soja. Pergamino, campaña 2013/14.

Trat.	Fertilización	Infectividad V3	Nod en RP	% Nód en RP	Color nódulo	Tamaño
T1	PS 0	100	8,5	60	rojo	G
T2		100	13,5	50	rojo	G
T3		100	12,0	70	rojo	G
T4		100	6,0	80	rojo	G
T5		100	7,0	50	rojo	G
T1	PS 135 kg	100	14,5	75	rojo	G
T2		100	10,5	40	rojo	G
T3		100	17,5	80	rojo	G
T4		100	20,0	75	rojo	MyG
T5		100	12,5	80	rojo	MyG
R2 vs rendimiento			0,62	0,00		

V3: Estado de 3 hojas expandidas. Nódulos rojos indica funcionales
Md: nódulos medianos. G: nódulos grandes

Tabla 4: Altura, Índice de Vigor, Cobertura, Índice verde (Unidades Spad), Materia seca en V6, rendimiento de grano, componentes y respuesta sobre el testigo. Para cada variable, en una misma dosis de fertilizante, se destaca en negrita el mejor tratamiento. Inoculación, tratamientos con zinc y fósforo-azufrada en Soja. Pergamino, campaña 2013/14.

Trat.	Fertilización	Altura (cm)	Vigor R4	Cobertura R4	Spad R4	MSecaV6 (kg/ha)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	NG	PG	Dif. sobre T1 (kg ha ⁻¹)
T1	PS 0	73	3,4	92,0	45,3	1770	3575,0			
T2		68	3,4	94,0	48,8	2295	4265,0			690,0
T3		76	3,7	96,0	45,5	1950	4205,0			630,0
T4		73	3,3	93,0	42,8	1690	3713,0			138,0
T5		70	3,6	94,5	45,8	1975	3790,0			215,0
T1	PS 135 kg	68	3,5	93,0	45,5	1974	3937,5			
T2		68	3,4	92,0	46,3	2115	4171,9			234,4
T3		73	3,9	97,0	48	1984	4317,7			380,2
T4		73	3,8	95,0	43,8	1958	4322,9			385,4
T5		68	3,7	93,4	46,7	1958	3947,9			10,4
R2 vs rendimiento		0,000	0,314	0,379	0,196	0,464				
Tratamientos de inoculación (P=)							0,22			
Fertilización PS (P=)							0,15			
Interacción Pre-inoculación * Fertilización PS (P=)							0,66			
CV (%)							8,15			

V6: Estado de 6 hojas expandidas, R4 (vaina de máximo tamaño) y R5,5 (granos a mitad de llenado) de acuerdo a la escala de Fehr y Caviness, 1974.

Índice de Vigor: Según escala 1: mínimo – 5: máximo. Evalúa Sanidad, tamaño de planta y uniformidad de las parcelas. Vuelco: Según escala 1: todas las plantas erectas – 5: todas las plantas volcadas.

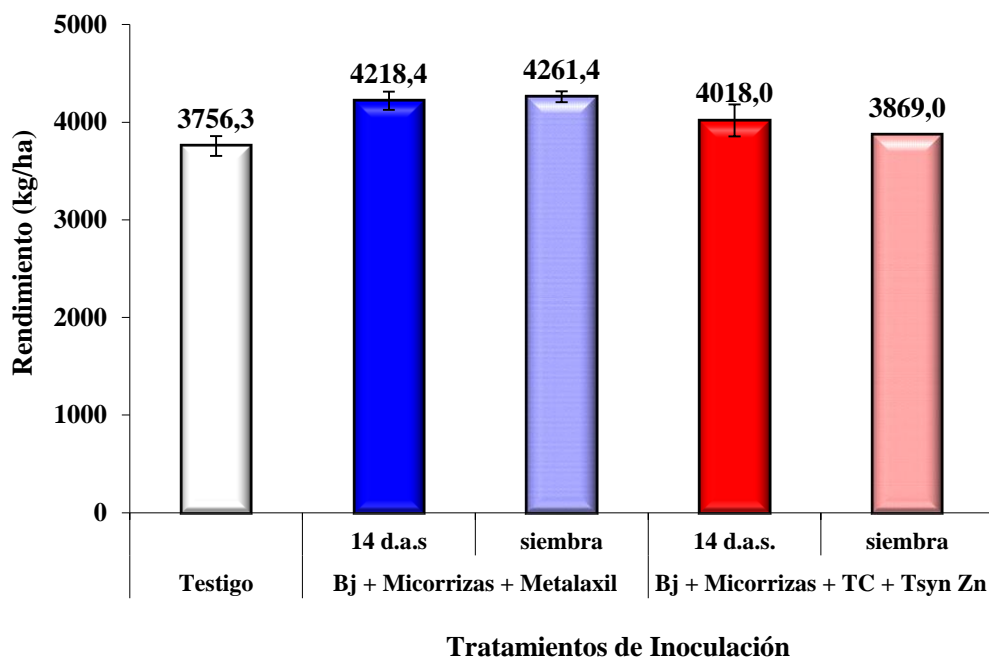


Figura 3: Rendimiento de grano de soja como resultado de tratamientos con Bj junto a un protector tradicional y dos formulaciones conteniendo cobalto (Co) y molibdeno (Mo). Pergamino, campaña 2013/14. Las líneas de error indican la desviación standard de la media.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

* Las condiciones ambientales fueron muy cambiantes a lo largo de la campaña, con extremos hídricos que en general representan una condición desventajosa para el cultivo.

* Los rendimientos alcanzaron un promedio de 4024,6 kg ha⁻¹, abarcando un rango de 3575 a 4323 kg ha⁻¹. Este rendimiento puede considerarse muy favorable, teniendo en cuenta las oscilaciones climáticas de la campaña.

* En líneas generales, los inoculados incrementaron el número de Nódulos en RP y en general la proporción en RP (Tabla 3). El Número de nódulos en RP aumentó considerablemente con la fertilización con PS. La correlación entre rendimiento y Nod RP fue elevada y significativa (P<0,00). (Tabla 3).

* Los tratamientos de inoculación permitieron visualizar mejoras en variables como la acumulación de Materia seca en V6 y la intensidad de verde por Spad, (Tabla 4), ambas variables con correlación significativa con los rendimientos (P<0,05).

* No se determinaron efectos significativos de la interacción inoculación x fertilización (P>0,10), lo mismo se observó de los efectos principales, nodulación y fertilización (Tabla 4), por lo que las diferencias observadas deben analizarse a nivel de tendencia. El número de tratamientos del ensayo es moderado, lo cual origina pocos grados de libertad y hace que la mínima diferencia significativa (524,9 kg ha⁻¹ para el efecto tratamiento de semilla) alcance un valor más elevado que lo agronómicamente esperable.

* La respuesta media a los tratamientos de inoculación fue superior cuando se realizaron de manera individual, sin agregado de Zinc, lo cual estuvo asociado a una reducción en el número de Nod en RP, especialmente cuando la fertilización de base fue PS0. Resta identificar la causa de este comportamiento. Puesto que la compatibilidad fue previamente testada en laboratorio, podría señalarse la menor sensibilidad de la soja a Zn con relación al maíz, y el nivel moderado en el suelo del sitio (Tabla 2). También el efecto del fungicida metalaxil como acompañante de los tratamientos

T2 y T3, ya que fueron frecuentes las pérdidas de plantas por Dumping off durante la implantación de los cultivos. Este fungicida tiene una acción más destacada en controlar hongos de suelo en comparación con el tradicional Thiram + Carbendazim. En cambio, la preinoculación evidenció similar eficacia que los tratamientos a la siembra, en concordancia con experiencias de campañas anteriores.

* La respuesta media a los tratamientos de semilla fue de 418,3 kg ha⁻¹ sin fertilización y de 252,6 kg ha⁻¹ con PS 135, diferencia que está por encima de la respuesta media esperable en sitios con antecedentes de soja previa.

* Los resultados obtenidos sugieren tendencias positivas por la inoculación sin importar el momento de realización ni la fertilización de base, lo que permite aceptar las hipótesis 1 y 3. En cambio, la hipótesis 2 que refiere a la fertilización con Zn no pudo ser demostrada. Se evidencia que la introducción de bacterias y microorganismos beneficiosos favorecen la nodulación y los rendimientos en diferentes formas de tratamientos y planteos de producción.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Barker, D.W., Sawyer, J.E., 2005. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. *Agron. J.* 97, 615–619.

Bharati, M.P., Whigham, D.K., Voss, R.D., 1986. Soybean response to tillage and nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. *Agron. J.* 78, 947–950.

Bodrero, M., Salvagiotti, F., Enrico, J.M., Mendez, J.M., Trentino, N., 2004. Does nitrogen fertilization increase grain yield in high yielding systems in the south area of Santa Fe Province, Argentina? In: Proceedings VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Congresso Brasileiro de Soja, Foz do Iguassu, PR, Brazil.

Bodrero, M.L., Martignone, R.A., Nakayama, F., Macor, L., 1985. Outlook on Nitrogen Fertilization in Soybean Crops, vol. 6. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, pp. 39–44.

Campo, R. y M. Hungría. 2002. Importancia dos micronutrientes na fixação biológica do N₂. *Informações Agronômicas* N° 98. pp 6-9.

Campo, R., U. Albino y M. Hungría. 1999. Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação biológica do N₂ em soja. Londrina: EMBRAPA Soja. 7p.

Ciampitti I.A. y F.O. García. 2007 Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I Cereales, oleaginosos e industriales. *Archivo Agronómico* N° 11 *Informaciones Agronómicas* N° 33 Instituto Internacional de nutrición de Plantas. Programa Latinoamérica – Cono Sur.

Cordone, G., F. Salvagiotti, M. Bodrero, J. Capurro, F. Martínez, J. Enrico, M. Turinetto, J. Mendez y N. Trentino. 2003. Respuesta de la soja de primera al agregado de nitrógeno en estado reproductivo. Soja, para mejorar la producción, no. 24, INTA EEA Oliveros, pp. 124-129.

Deibert, E.J., Bijeriego, M., Olson, R.A., 1979. Utilization of 15N fertilizer by nodulating and non-nodulating soybean isolines. *Agron. J.* 71, 717–723.

EMBRAPA. 1999. Molibdênio e Cobalto na cultura da soja. 19 pp.

Enrico, J.M., F. Salvagiotti y M. Bodrero. 2003. Fertilización en soja de segunda. Soja, para mejorar la producción 24, INTA EEA Oliveros, pp. 113-115.

Ferraris G.; G. González Anta y M. Díaz Zorita. 2006. “Aportes actuales y futuros de tratamientos biológicos sobre la nutrición nitrogenada y producción de soja en el Cono Sur”. En: Actas 3er Congreso Soja del MERCOSUR. Conferencias plenarias, Foros y Workshops. Pp 85-89.

Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. a. Evaluación de la aplicación de nutrientes y estrategias de fertilización alternativas en soja. *Agromercado. Cuadernillo Soja 2007.* 27 (141):142-143.

Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. b. Evaluación de nuevos desarrollos en inoculación en soja. Campaña 2005/06. Proyecto Regional Agrícola. Pergamino/Gral.Villegas pp.75-79.

Ferraris, G. y L. Couretot. 2007. c. Nuevas estrategias de producción para alcanzar los rendimientos potenciales en Soja. *Agromercado. Cuadernillo Soja 2007.* 27 (141):18-20.

Ferraris, G. y L. Couretot. 2008. b. Tecnologías alternativas para lograr rendimientos potenciales en soja. En: *Revista Agromercado.* ISSN 1515-223x. Cuadernillo clásico Soja. Vol.28, N.157.

- Ferraris, G. y L. Couretot. 2008. Estrategias de inoculación en soja. En: Soja en Siembra Directa. ISSN 1850-0633. AAPRESID. Septiembre 2008.
- Ferraris, G. y G. González Anta. 2007. Contribución al nitrógeno orgánico y de la FBN a la nutrición nitrogenada de soja en Argentina. Proyecto Regional Agrícola. Pergamino/Gral.Villegas. p.80-96.
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2004. Evaluación de la fertilización química nitrogenada en soja como complemento de la inoculación. Revista de Tecnología Agropecuaria, EEA INTA Pergamino, IX (27):37-39.
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2005. Hacia una mejora en la fijación biológica de nitrógeno (FBN). Evaluación de diferentes dosis de cobalto y molibdeno como tratamientos de semilla o foliar en soja de primera. En: Soja. Resultados de Unidades demostrativas del Proyecto Regional Agrícola, año 2005. CERBAN. Áreas de Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino y General Villegas. pp 66-69.
- Ferraris, G. y L. Couretot. 2005. Respuesta de la soja a la inoculación con *Bradhyrhizobium japonicum* en lotes con antecedentes de soja previa. En: Soja. Resultados de Unidades demostrativas del Proyecto Regional Agrícola, año 2005. CERBAN. Áreas de Desarrollo Rural EEA INTA Pergamino y General Villegas. pp 70-72.
- Ferraris, G., M. Ferrari y J. Ostojic. 2001. Fertilización fosforada en soja: fitotoxicidad en aplicaciones localizadas a la siembra y efectos sobre el rendimiento. Revista de Tecnología Agropecuaria, EEA INTA Pergamino, VI(18): 20-23.
- Ferraris, G.; M. Ferrari y J. Ostojic. 2001. Experiencias de fertilización azufrada en soja y trigo/soja en Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria, EEA INTA Pergamino, VI(18): 16-19. □
- Ghelfi, R.A., A. Bujan, M.C. Quitegui, y L.E.P. de Ghelfi. 1984. Determinación de N₂ atmosférico fijado por soja (*Glycine max* L.) mediante utilización de 15N en condiciones de campo. Ciencia del Suelo 2: 45-51.
- Gutiérrez Boem, F.H., J.D. Scheiner, H. Rimski Korsakov y R.S. Lavado. 2004. Late season nitrogen fertilization of soybeans: effects on leaf senescence, yield and environment. Nutrient Cycling in Agroecosystems 68: 109-115.
- Gutiérrez Boem, F.H., J.D. Scheiner, L. Martín, y R.S. Lavado. 2002. Respuesta del cultivo de soja a la fertilización fosforada y nitrogenada. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Puerto Madryn, Abril 16-19.
- Haq, M.U., Mallarino, A.P., 2000. Soybean yield and nutrient composition as affected by early season foliar fertilization. Agron. J. 92, 16–24.
- Hungria, M., Franchini, J., Campo, R., Graham, P., 2005a. 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. Springer, Netherlands, pp. 25–42.
- Hungria, M., Franchini, J.C., Campo, R.J., Crispino, C.C., Moraes, J.Z., Sibaldelli, R.N.R., Mendes, I.C., Arihara, J., 2006. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. Can. J. Plant Sci. 86, 927–939.
- Hungria, M., Loureiro, M., Mendes, I., Campo, R., Graham, P., 2005b. Inoculant preparation, production and application. In: Werner, D., Newton, W. (Eds.), Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environment. Springer, Netherlands, pp. 223–253.
- Lindsay, W. 1991. Inorganic equilibria affecting micronutrients in soils. In: Mortvedt, J., F. Cox, L. Shuman and R. Welch. (Eds.) Micronutrients in agriculture. 2ed. Madison, SSSA: 549-592.
- Maddux, L.D. 1998. Effects of application method, time, and rate of supplemental nitrogen on irrigated soybeans. p. 50-51. En Kansas Fertilizer Research, Report of Progress 829, Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Manhattan (disponible on-line en www.oznet.ksu.edu/library/crpsl2/)
- Marschner, H.E. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition. Academic Press, London/San Diego/New York/Boston/Sydney/Tokyo, 889 p.
- Mousegne, F y A. Paganini. 2003. Soja de Segunda: Uso de inoculantes. Campaña 2001/02. Resultados en Unidades Demostrativas. Proyecto Regional Agrícola. Pergamino/Gral.Villegas pp.51-55.
- Mousegne, F y A. Paganini. 2005. Inoculación y fungicidas. Evaluación de la respuesta del cultivo. Resultados de Unidades Demostrativas. Proyecto Regional Agrícola. Pergamino/Gral.Villegas pp.29-32.
- Mousegne, F, A. Paganini. y D. Cozzetti. 2005. Inoculación: Evaluación de la respuesta del cultivo. Resultados de Unidades Demostrativas. Proyecto Regional Agrícola. Pergamino/Gral.Villegas pp.23-29.
- Mousegne, F, M. López de Sabando, y A Paganini. 2006. Soja de Primera. Inoculación. Campaña 2005/06:

Resultados de Unidades Demostrativas. Proyecto Regional Agrícola. Pergamino/Gral.Villegas pp.11-26.

Salvagiotti, F. et al., Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review, *Field Crops Res.* (2008), doi:10.1016/j.fcr.2008.03.001

Scheiner J.D., F.H. Gutiérrez Boem, J. Pirotta, y R.S. Lavado. 2000. Respuesta del cultivo de soja a la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosforados en el norte de la Pcia. de Buenos Aires. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Comisión 3 no. 62. Mar del Plata. 11 al 14 de abril de 2000.

Starling, M.E., Wood, C.W., Weaver, D.B., 1998. Starter nitrogen and growth habit effects on late-planted soybean. *Agron. J.* 90, 658–662

Tisdale, S., W. Nelson, J. Beaton y J. Havlin. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*, fifth edition. Macmillan, New York, 634 p.

Ventimiglia, L. y L. Torrens Baudrix. 2008. Inoculación chorreada en el fondo del surco versus la inoculación clásica en semilla utilizando diferentes dosis de inoculantes. E: Experimentación en campo de productores. Campaña 2007/08. pp 158-162. AER 9 de Julio, EEA Pergamino. INTA.

Whitney, D.A., y W.B. Gordon. 1999. Nitrogen source, rate, and application time for soybean. p. 97-98. En *Kansas Fertilizer Research, Report of Progress 829*, Kansas State University, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Manhattan (disponible on-line en www.oznet.ksu.edu/library/crps12/).

Wingeyer, A.B., H. Echeverría y H. Sainz Rosas. 2004. Fertilización nitrogenada en soja de primera bajo condiciones hídricas variables. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Paraná, junio.

Zapata, F., Danso, S.K.A., Hardarson, G., Fried, M., 1987. Time course of nitrogen fixation in field-grown soybean using nitrogen-15 methodology. *Agron. J.* 79,

Zapata, F., S.K.A. Danso, G. Hardarson, y M. Fried. 1987. Time course of nitrógeno fixation in field-grown soybean using nitrogen-15 methodology. *Agon. J.* 79: 173-176.

Zhang, F., y D.L. Smith. 2002. Interorganismal signaling in suboptimum environments: The legume-rhizobia symbiosis. *Adv. Agron.* 76: 125-161.