

## RESPUESTA DE CULTIVOS DE MANÍ A LA INOCULACIÓN CON *Bradyrhizobium* sp.

DÍAZ-ZORITA M<sup>(1,2)</sup>, R BALIÑA<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Cátedra de Cereales, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Cdad. de Buenos Aires, Argentina. [mdzorita@speedy.com.ar](mailto:mdzorita@speedy.com.ar)

<sup>(2)</sup> Investigación y desarrollo, Nitragin Argentina S.A., Parque Industrial Pilar, Calle 10 y 11, (1630) Pilar, Buenos Aires, Argentina. [ideaplicado@nitragin.com.ar](mailto:ideaplicado@nitragin.com.ar)

Recibido 16 de octubre de 2003, aceptado 23 de abril de 2004

### PEANUT CROP RESPONSE TO *Bradyrhizobium* sp. INOCULATION

The variability in the grain yields of peanut (*Arachis hypogaea* L.) crops in sandy soils can be attributed to inadequate nitrogen nutrition because of a low soil N availability and a poor biological fixation from native rhizobium strains. Our objective was to determine the effects of in-furrow *Bradyrhizobium* sp. inoculation on nodulation and grain yields of 16 dryland peanut crops in sandy soils from the central and southern part of Córdoba province (Argentina). The study was performed during the 2001-02 and the 2002-03 production seasons on Entic Haplustolls and Typic Ustipsamments. The inoculation improved the number of nodules, both in vegetative and early reproductive growth stages and the leaf nitrogen content in early reproductive stages. The average grain yields response, independently of the studied season, was of 630 kg ha<sup>-1</sup> and it increased when the mean productivity of the experimental site increased. In-furrow inoculation with *Bradyrhizobium* sp. is a recommended practice for achieving high yielding peanut crops in sandy soils.

**Key words:** *Arachis hypogaea*, nitrogen, in-furrow inoculation, sandy soils, Semiarid Pampas Region

### INTRODUCCION

La Argentina, después de los EUA, es el segundo exportador de maní (*Arachis hypogaea* L.) principalmente para consumo humano directo. El área manisera se concentra mayoritariamente en la región central de Córdoba, extendiéndose actualmente hacia el sur y el sudeste predominantemente sobre suelos arenosos, con baja capacidad de retención de humedad y provisión de nutrientes (Cisneros *et al.* 2001). Este cultivo se caracteriza por presentar moderadas demandas nutricionales y son escasas las condiciones en las que se describen respuestas al agregado de nutrientes (Pedelini 1999). Al pertenecer a la familia de las leguminosas, gran parte de los requerimientos de nitrógeno son provistos por la fijación biológica con rizobios siendo este proceso de importancia en suelos de baja fertilidad nitrogenada (Giayetto *et al.* 1999).

Este cultivo nodula con facilidad en la mayoría de los suelos agrícolas con presencia de rizobios infectivos aunque la población nativa no siempre resulta eficiente en fijar nitrógeno (Frioni 1985). La aplicación eficiente

de cepas seleccionadas capaces de infectar y fijar nitrógeno ha sido descripta como una práctica de manejo recomendable para el logro de condiciones favorables de nutrición nitrogenada del cultivo. No obstante, la información en cuanto al uso de inoculantes en el cultivo resulta escasa y en algunos casos contradictoria (Frioni 1985, Giayetto *et al.* 1999). Las aplicaciones de inoculantes sobre las semillas no son efectivas en cultivos con semillas con tegumentos delicados tales como maní y tratadas con productos deletéreos para las bacterias tales como funguicidas e insecticidas (Hashem *et al.* 1997). En estas condiciones es recomendable la inoculación directa al suelo o sobre las semillas durante la operación de siembra (Stephens Rask 2000).

La producción del cultivo en suelos arenosos con bajos contenidos de materia orgánica y presencia de cepas de rizobios nativos con variada eficiencia en fijación biológica del nitrógeno podrían limitar la oferta nitrogenada para cultivos de maní y restringir su normal producción de frutos. La aplicación de inoculantes con cepas seleccionadas de *Bradyrhizobium* sp. permitiría mejorar la

eficiencia de fijación simbiótica de nitrógeno y aumentar los rendimientos de maní en estos suelos.

El objetivo de estudio fue evaluar los efectos de la inoculación con *Bradyrhizobium* sp. en cultivos de maní sobre su nodulación y producción de frutos en ambientes de suelos arenosos del área centro-sur de Córdoba, Argentina.

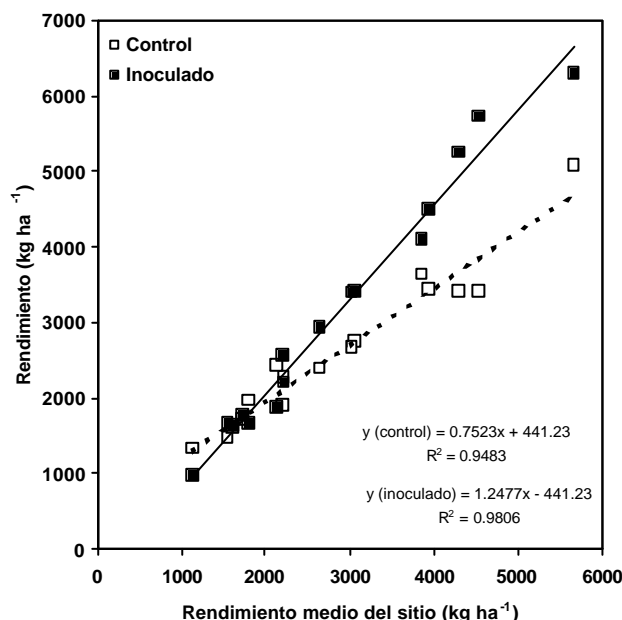
#### MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrolló en la región central y sudeste de Córdoba (Argentina) en condiciones de secano durante las campañas 2001-02 (11 sitios) y 2002-03 (5 sitios). Los suelos fueron clasificados como Haplustoles Enticos y Ustipsamientos Típicos con 18,1 ( $\pm 0,89$ ) g kg<sup>-1</sup> de materia orgánica, 45,3 ( $\pm 25,5$ ) mg kg<sup>-1</sup> de fósforo extractable y 5,84 ( $\pm 0,35$ ) de pH en agua.

En cada lote se instalaron franjas de al menos 10 m de ancho y 100 de longitud sin y con la aplicación de *Bradyrhizobium* sp. en el surco sobre las semillas durante la siembra. Se empleó el inoculante NITRAGIN LIFT® con una dosis de 1500 ml ha<sup>-1</sup> a razón de  $1 \times 10^9$  unidades formadoras de colonias de rizobios ml<sup>-1</sup> diluïdos en aproximadamente 15 l de agua ha<sup>-1</sup>. En ambas campañas, la siembra de los cultivos de maní (cv. tipo runner) se realizó entre la última semana de

octubre y la segunda semana de noviembre a razón de 20 semillas m<sup>-1</sup> y a 0,70 m de distancia entre surcos. En todos los casos los cultivos se realizaron bajo prácticas con remoción con arado de rejas, de cinceles o discos de doble acción y barbechos de al menos 30 días de duración. Sólo 6 de los sitios presentaron antecedentes de cultivos de maní en rotación. No se aplicaron fertilizantes dado que los contenidos de fósforo y otros nutrientes fueron considerados como suficientes para la normal producción del cultivo (Bernardo *et al.* 2000).

En estadios de desarrollo vegetativo y reproductivos de inicio de llenado de los granos, se evaluó la nodulación por planta a partir del recuento de nódulos en 30 plantas por tratamiento. Se empleó una pala sacando cuidadosamente las plantas y, luego de lavadas las raíces, se contaron los nódulos ubicados sobre la raíz principal y en las raíces laterales hasta los 15 cm de profundidad. En la campaña 2001-02 se estimó el contenido foliar de nitrógeno de las plantas a partir de lecturas de intensidad de color verde de las hojas superiores empleando un clorofilómetro (modelo SPAD-502®, Minolta Inc.). En madurez fisiológica (marzo-abril) se realizó la cosecha manual de los tratamientos en cada uno de los sitios experimentales. Se consideraron muestras apareadas de 3 surcos de ancho y 1 m de longitud arrancándose manualmente con pala las plantas en 7 y 3 sectores de cada tratamiento en las campañas 2001-02 y 2002-03, respectivamente. Luego las



**Figura 1.** Rendimientos de frutos de maní según tratamientos de inoculación y productividad media de los sitios experimentales.

**Figure 1.** Peanut fruit yield depending on inoculation treatments and mean productivity of the experimental sites.

plantas se secaron en galpón durante 15 días antes de la separación manual de los frutos y estimación del rendimiento según el peso de los granos. Se determinó la calidad de los granos según el porcentaje de granos confitería (i.e. fracción de granos retenidos por zarandas de 7,50 mm).

Los resultados se analizaron según ANVA considerando a los sitios como repeticiones y a los tratamientos de inoculación y campañas estudiadas como factores de variación (Analytical Software 2000). Las diferencias en pendiente e intercepción de las relaciones lineales entre los rendimientos observados por tratamiento y el promedio de productividad por sitio experimental se evaluaron según la metodología propuesta por Jennrich (1995).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En ambas campañas, los tratamientos inoculados mostraron mayor nodulación que sin esta práctica,  $9 (\pm 2,6)$  y  $4 (\pm 2,2)$  nódulos planta<sup>-1</sup> a los 45 días desde la siembra, respectivamente. Este comportamiento también se observó a los 75 días desde la siembra con  $11 (\pm 6,5)$  y  $24 (\pm 8,0)$  nódulos planta<sup>-1</sup> en los tratamientos control e inoculados, respectivamente. En coincidencia con la mayor nodulación de los tratamientos inoculados, se observó mayor intensidad de color verde en estos tratamientos que en los sin inocular,  $47,3 (\pm 8,4)$  y  $40,7 (\pm 6,5)$  unidades SPAD, respectivamente. Aumentos en la coloración verde de los cultivos están asociados con aumentos en la concentración de nitrógeno foliar (Díaz-Zorita *et al.* 2002) sugiriendo que los cultivos de maní en los tratamientos inoculados presentarían una mayor concentración de nitrógeno que los sin inocular.

La producción de frutos varió entre 967 y 6278 kg ha<sup>-1</sup> siendo el comportamiento de los tratamientos de inoculación independiente de la campaña estudiada ( $p < 0,42$ ). En promedio para las 2 campañas, los tratamientos inoculados presentaron mayor producción que sin la aplicación de esta práctica ( $p < 0,06$ ), 3489 y 2859 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La respuesta a la aplicación de esta práctica es de magnitud similar a la descrita en estudios similares (van Kessel Hartley 2000, Hiep *et al.* 2002). En los sitios con rotación manisera la respuesta a la inoculación fue del 7 % sobre la producción del control mientras que en los lotes sin antecedentes recientes del cultivo el aumento

de rendimiento fue de aproximadamente 25 %. Las pendientes de las rectas de regresión entre los rendimientos de los tratamientos de inoculación según la productividad media de cada sitio fueron diferentes ( $p < 0,01$ ) mostrando que la diferencia media entre los tratamientos aumentó al mejorar las condiciones de producción de los sitios (Fig. 1). Este comportamiento sugiere que en las condiciones del estudio, mejoras en el ambiente productivo favorecieron las respuestas del cultivo a la aplicación del inoculante. A partir de las relaciones descritas, cultivos con rendimientos superiores a los 1756 kg ha<sup>-1</sup> y en condiciones de manejo similares a las estudiadas mostrarían aumentos en producción en respuesta al tratamiento de inoculación. Frioni (1985) concluyó que para la zona central de Córdoba en suelos en rotación manisera y cultivos con rendimientos en frutos inferiores a los 2500 kg ha<sup>-1</sup>, las necesidades nitrogenadas del cultivo serían cubiertas por los aportes del suelo y de la simbiosis con la población autóctona.

La proporción de granos aptos para confitería varió entre el 47 y el 86 % y si bien fue un 4,7 % mayor en los tratamientos inoculados que en los sin tratar esta diferencia no es estadísticamente significativa. La relación entre semillas y vainas (proporción grano:caja) fue en promedio del 65% y resultó independiente de los tratamientos evaluados. En las condiciones ambientales y de conducción de este estudio, la aplicación de inoculantes indujo a mejoras en las condiciones de nutrición nitrogenada de los cultivos de maní sin modificar en forma relevante su calidad industrial.

## REFERENCIAS

- Analytical Software. 2000. Statistix7. User's manual. Analytical Software, Tallahassee, FL. USA. 359 pp.
- Bernardo M, Bongiovanni M, Hampp E. 2000. Respuesta del cultivo de maní a la fertilización fosforada. Actas Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mar del Plata (Buenos Aires), Argentina. En CD.
- Cisneros JM, Degioanni A, Gil H, Giayetto O, Marcos J, Cholaky C, Uberto M. 2001. Limitaciones y propuestas de uso de las tierras para el cultivo de maní en la región sur de la provincia. Actas 16° Jornada Nacional de Maní, General Cabrera (Córdoba), Argentina. 10-13.

- Díaz-Zorita M, Barraco M, Fernández-Canigia MV. 2002. Fertilización nitrogenada de cultivos de soja: evolución del nitrógeno foliar. En: Ferreira Saraiva O, Hoffmann-Campo CL (Eds.). II Congresso Brasileiro de Soja. Mercosoja 2002, EMBRAPA, Foz do Iguaçu, Brasil, 247.
- Froni L. 1985. Simbiosis rizobio-maní en la zona de Río Cuarto. *Ciencia del Suelo* 3: 61-67.
- Giayetto O, Cerioni GA, Castro S, Fabra A. 1999. Nutrición nitrogenada de maní. Contribución de la fijación biológica. Actas 14º Jornada Nacional de Maní, General Cabrera (Córdoba), Argentina. 3-4.
- Hashem FM, Saleh SA, van Berkum P, Voll M. 1997. Survival of *Bradyrhizobium* sp. (*Arachis*) on fungicide-treated peanut seed in relationship to plant growth and yield. *World J. of Microb. Biotech.* 13: 335-340.
- Hiep NH, Diep CN, Herridge DF. 2002. Nitrogen fixation of soybean and groundnut in the Mekong delta, Vietnam. En: DF Herridge (Ed.), *Inoculants and nitrogen fixation of legumes in Vietnam*, ACIAR Proceedings 109e, 10-18.
- Jenrich, RI. 1995: *An introduction to Computational Statistics: Regression Analysis*. Prentice Hall, USA, 364 pp.
- Pedelini, R. 1998. Suelo. En: R.Pedelini y C.Casini (Eds.), *Manual del maní*, INTA EEA Manfredi, 3-7.
- Stephens JHG, Rask HM. 2000. Inoculation production and formulation. *Field Crops Res.* 65: 249-258.
- Van Kessel C, Hartley, C. 2000. Agricultural management of grain legumes: has it led to an increase in nitrogen fixation? *Field Crops Res.* 65: 165-181.