

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

“Trabajo final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”.

**EFFECTO DE LA INOCULACIÓN EN EL CULTIVO DE MANÍ
(*Arachis hypogaea* L.) SOBRE LOS COMPONENTES DEL
RENDIMIENTO Y LA CALIDAD COMERCIAL EN EL SUR DE
LA PROVINCIA DE CÓRDOBA**

ALUMNO:

Toniotti Diego Rene
DNI: 29.506.387

DIRECTOR:

Ing. Agr. MSc. Cerioni Guillermo

Río Cuarto-Córdoba

Noviembre-2008

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: EFECTO DE LA INOCULACIÓN EN EL CULTIVO DE
MANÍ (*Arachis hipogaea* L.) SOBRE COMPONENTES DEL RENDIMIENTO Y
CALIDAD COMERCIAL EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA.

Autor: Toniotti Diego Rene
DNI: 29.506.387

Director: Ing. Agr. MSc. Cerioni Guillermo

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

OSCAR GIAYETTO

SERGIO GONZALEZ

ALICIA THUAR

Fecha de Presentación: ____ / ____ / ____

Aprobado por Secretaría Académica: ____ / ____ / ____

Secretario Académico

Dedicado a mis padres, por creer, por confiar en mí y por todo el apoyo brindado desde el comienzo...

Agradecimientos:

A mis padres, por el apoyo incondicional a lo largo de tanto tiempo...

A Patricia, Eugenia, Alicia y Elio por estar siempre a mi lado...

A Guillermo por su amistad y dedicación...

A OLAM Argentina S.A. por su aporte en este trabajo...

INDICE GENERAL

Página

Certificado de aprobación.....	I
Dedicatoria.....	II
Agradecimientos.....	III
Índice general.....	IV
Índice de figuras.....	V
Índice de tablas.....	VII
Índice de fotografías.....	VIII
Resumen.....	IX
Summary.....	X
Introducción.....	1
Hipótesis.....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
Materiales y métodos.....	5
Análisis de los resultados.....	8
Resultados y discusión.....	9
Numero de nódulos y actividad nitrogenasa.....	9
Biomasa.....	12
Número de frutos.....	15
Peso de frutos.....	18
Rendimientos de frutos y semillas.....	21
Calidad.....	25
Rendimiento Confitería.....	25
Relación grano/caja.....	25
Síntesis de los resultados.....	27
Conclusiones.....	29
Bibliografía.....	30
Anexo fotografías.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

<u>Figura 1:</u> Nanomoles de etileno producidos por hora por gramo de nódulo.....10 fresco, por planta y número de nódulos pl^{-1} en la etapa R7 bajo el tratamiento inoculado (2) y control en Chaján.	
<u>Figura 2:</u> Nanomoles de etileno producidos por hora por gramo de nódulo.....11 fresco, por planta y número de nódulos pl^{-1} en la etapa R7 bajo el tratamiento inoculado (2) y control en Pincén.	
<u>Figura 3:</u> Nanomoles de etileno producidos por hora por gramo de nódulo.....11 fresco, por planta y número de nódulos pl^{-1} en la etapa R7 bajo el tratamiento inoculado (2) y control en Jovita 1.	
<u>Figura 4:</u> Pesos secos de hojas + tallos, frutos, semillas, cáscara y total en.....13 la etapa R8 bajo diferentes tratamientos de inoculación en Pincén.	
<u>Figura 5:</u> Pesos secos de hojas + tallos, frutos, semillas, cáscara y totales.....14 en la etapa R8 bajo el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 1.	
<u>Figura 6:</u> Pesos secos de hojas+tallos, frutos, semillas, cáscara y totales.....14 en la etapa R8 bajo el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 2.	
<u>Figura 7:</u> Número de frutos maduros, inmaduros y totales en la etapa R8.....16 bajo diferentes tratamientos de inoculación en surco en Pincén.	
<u>Figura 8:</u> Número de frutos maduros, inmaduros y totales en la etapa R8.....16 bajo el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 1.	
<u>Figura 9:</u> Número de frutos maduros, inmaduros y totales en la etapa R8.....17 bajo el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 2.	
<u>Figura 10:</u> Número de frutos totales (maduros e inmaduros) en la etapa R8.....17 bajo diferentes tratamientos de inoculación y control sin inocular en Chaján.	
<u>Figura 11:</u> Pesos de frutos, semillas y cáscara ($g\ m^{-2}$) en la etapa R8.....19 del cultivo de maní bajo diferentes tratamientos de inoculación en surco en Pincén	
<u>Figura 12:</u> Pesos de frutos, semillas y cáscara ($g\ m^{-2}$) en la etapa R8.....19 del cultivo de maní en el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 1.	
<u>Figura 13:</u> Pesos de frutos, semillas y cáscara ($g\ m^{-2}$) en la etapa R8.....20 del cultivo de maní en el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 2.	

<u>Figura 14:</u> Rendimientos de frutos y semillas (kg ha^{-1}) bajo diferentes.....	22
tratamientos de inoculación en surco en Pincén.	
<u>Figura 15:</u> Rendimientos de frutos y semillas (kg ha^{-1}) en el tratamiento.....	23
inoculado (2) y control (1) en Jovita 1.	
<u>Figura 16:</u> Rendimientos de frutos y semillas (kg ha^{-1}) en el tratamiento.....	23
inoculado (2) y control (1) en Jovita 2.	
<u>Figura 17:</u> Rendimientos de frutos y semillas (kg ha^{-1}) bajo diferentes.....	24
tratamientos de inoculación en Chaján.	

ÍNDICE DE TABLAS

Página

<u>Tabla 1:</u> Porcentajes de cada categoría granométrica, mani.....26 confitería y relación grano/caja.	
<u>Tabla 2:</u> Resultados del análisis de suelo en Pincén, Jovita 1, Jovita 2 y Chaján.....28	

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

	<u>Página</u>
<u>Fotografía 1:</u> Sembradora marca Fercam de 20 surcos con “kit” inoculador.....	32
<u>Fotografía 2:</u> Sistema distribuidor de mangueras (bajadas de tubos flexibles..... de 1/8 pulgadas).	32
<u>Fotografía 3:</u> Tanque contenedor del caldo inoculante y agua..... bomba y manómetro.	33
<u>Fotografía 4:</u> Detalle de la aplicación del inoculante en el fondo del surco..... con la sembradora levantada, los picos se encuentran ubicados detrás del caño de bajada de la semilla.	33
<u>Fotografía 5:</u> Cultivo de maní en la etapa R8 en Pincén.....	34
<u>Fotografía 6:</u> Cultivo de maní en la etapa R8 en Jovita 1.....	34
<u>Fotografía 7:</u> Cultivo de maní en la etapa R8 en Jovita 2.....	35
<u>Fotografía 8:</u> Cultivo de maní en la etapa R8 en Chaján.....	35

RESUMEN

En campos ubicados al sur y sur-oeste de la provincia de Córdoba (localidades de Pincén, Jovita y Chaján) y sin antecedentes de maní en la rotación se evaluó la respuesta a la inoculación en surco en el cultivo de maní. Los tratamientos fueron inoculados con cepas comerciales y experimentales aplicadas en el surco a la siembra y un testigo sin inocular. Se utilizó un kit inoculador sobre una sembradora de grano grueso que tiene un depósito (350 l de agua), una bomba eléctrica y caños de bajada para cada abresurco. La dosis fue 1.5 l.ha⁻¹ de inoculante en 50 l.ha⁻¹ de agua aplicado debajo de la semilla. En tres de los sitios estudiados, se registraron incrementos significativos en el número de nódulos y la actividad nitrogenasa por planta, no obstante no hubo cambios en la actividad nitrogenasa por nódulo. A cosecha (R8), la biomasa vegetativa y total por planta, los componentes directos del rendimiento número y peso de frutos y el rendimiento de frutos y semillas en los tratamientos inoculados aumentaron con la inoculación. Los parámetros de calidad de los granos de maní sólo mostraron un incremento no significativo en respuesta a la inoculación en el surco de siembra. Estos resultados validan el uso de la técnica de inoculación como parte de un conjunto de otras prácticas de manejo orientadas a lograr una agricultura sustentable.

Palabras clave: Inoculación, *Arachis hypogaea*, rendimiento, calidad.

SUMMARY

It has been evaluated the reaction to the furrow inoculation in fields without precedents of peanut in the rotation located in the south and southwest of the province of Cordoba (localities of Pincén, Jovita and Chaján). The treatments were inoculated with commercial and experimental stocks applied in the furrow during the sowing and control was left without inoculating. An inoculating kit was used on a thick grain drill which has a deposit (350 l of water), an electric pump and descent tubes for every open-furrow. The dose applied under the seed was 1.5 l.ha^{-1} of inoculants in 50 l.ha^{-1} of water. In three of the studied sites, significant increments were recorded in the number of nodules and nitrogenasa activity per plant. Nerveless, there were no changes in the nitrogenasa activity per nodule. During harvest (R8), the vegetative and total biomass per plant, the direct components of the yield number and weight of pods and the yield of pods and seeds in the inoculated treatments increased with the inoculation. The quality parameters only showed not significant increase in response to the furrow inoculation during the sowing. These results validate the use of the inoculation technique as part of a set of other managing practices directed to the achievement of a sustainable agriculture.

Key Word: Inoculation, *Arachis hypogaea*, yield, quality.

INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una planta originaria de la región andina del NO de Argentina y Bolivia. En nuestro país el maní comenzó a cultivarse en pequeñas superficies durante la época colonial, principalmente en Jujuy, Salta, Corrientes, Misiones y pequeños sembrados en el Chaco y norte de Santa Fe. Hoy, el 98% de la producción Argentina de maní se obtiene en la zona central de la provincia de Córdoba, donde se concentra su cultivo, comercialización, selección como maní confitería e industrialización (Pedellini y Casini, 1996).

Por lo general, el maní, no responde a la aplicación directa de fertilizantes excepto en suelos extremadamente pobres en nutrientes (Stalker, 1997).

Es una planta muy eficiente en la fijación de nitrógeno, siempre y cuando estén presentes en el suelo las cepas del género *Bradyrhizobium* sp. adecuadas. La inoculación es recomendable en suelos donde nunca se cultivó maní previamente (Pedellini y Casini, 1996).

Los rizobios son bacterias del suelo que tienen capacidad para establecer simbiosis con distintas leguminosas. Esa asociación simbiótica permite que las bacterias transformen el nitrógeno gaseoso en amoníaco, facilitando que el hospedante obtenga del aire parte del nitrógeno que necesita para vivir (Azpilicueta, citados por Fernández *et al.*, 2003).

La Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN) es uno de los componentes críticos para la producción con altos rendimientos en cultivos de leguminosas como soja, arveja, alfalfa, maní. Luego del agua, el nitrógeno resulta ser con mayor frecuencia el nutriente limitante para la producción agrícola. El uso de inoculantes para la provisión de bacterias fijadoras de nitrógeno resulta más conveniente y económico que la fertilización química, evitando además la contaminación ambiental. Es entonces importante, entender cómo y por qué ocurre este proceso (FBN), de modo de poder tomar las decisiones correctas para obtener el máximo beneficio de la inoculación. El uso de inoculantes continúa creciendo en EEUU., Canadá, Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay donde se cultivan estas importantes leguminosas. Esto se debe en parte a la aparición de nuevas formulaciones y a la aplicación de nuevas técnicas que hacen de la inoculación una práctica más beneficiosa que nunca (Nitragin, 2007).

La fijación de nitrógeno atmosférico representa un ahorro considerable y disminuye los costos de producción debido a que se evita el uso de fertilizante nitrogenado. Así mismo, la no aplicación de fertilizantes nitrogenados inorgánicos al suelo representa una práctica no contaminante del mismo ni de las aguas superficiales o las subterráneas (Méndez Natera, 2002).

El maní es una leguminosa con altos requerimientos de nitrógeno (N), donde las vías de obtención son absorción directa del suelo y de la FBN en simbiosis con rizobios. Al realizarse

cultivos en suelos arenosos, con bajos contenidos de materia orgánica, la oferta edáfica de N es escasa, por lo que los aportes de la fijación simbiótica adquieren gran relevancia para el logro de altos rendimientos. El área manísera tradicional se ubica mayoritariamente en la región central de la provincia de Córdoba, extendiéndose en el último lustro hacia el sur y el sudoeste, dónde predominan ambientes con algunas limitantes para la producción de cultivos ya que son suelos arenosos con bajos contenidos de materia orgánica, moderada a baja capacidad de retención de humedad y limitada provisión de N. En estos ambientes, es frecuente detectar nodulaciones espontáneas debido a la presencia de rizobios naturalizados, muy infectivos pero con limitada eficiencia para la FBN tal como ocurre en otras leguminosas (Ej.: soja, alfalfa). La incorporación de cepas seleccionadas por su alta eficiencia de FBN, mejora el aporte de N y, en consecuencia, mejora la productividad del cultivo de maní. Por otro lado, las semillas de maní presentan tegumentos débiles sensibles a su manipuleo y además es frecuente la aplicación de curasemillas con posibles efectos deletéreos sobre la población de rizobios aportados por el inoculante en tratamientos de semilla. En referencia a este tema, es abundante la información que sugiere la conveniencia de aplicar los inoculantes con rizobios directamente en el suelo (“en el surco de siembra”). Baliña y Díaz Zorita (2006), obtuvieron como resultado que la producción de frutos (vainas) varió entre 1055 y 6278 Kg ha⁻¹, mostrando diferencias entre ambientes de producción y tratamientos de inoculación en surco.

En Argentina la inoculación del maní no es una práctica común, aunque recientemente está comenzando a ser utilizada con éxito en algunas zonas de la actual región manísera de Córdoba. En los departamentos Río Cuarto y Juárez Celman no se observaron respuestas a la inoculación de la semilla en el rendimiento de frutos y semillas, aunque hubo una tendencia a mejorar la relación grano/caja y la granometría (Bonadeo y Moreno, 2006).

Díaz Zorita M. y Baliña R. (2004) en un estudio realizado en la región central y sudeste de Córdoba en condiciones de secano durante las campañas 2001/02 y 2002/03 obtienen que la producción de frutos varió entre 967 y 6278 Kg ha⁻¹ entre los tratamientos no inoculados e inoculados respectivamente.

Giayetto *et al.* (1999) en un ensayo realizado en Gral. Deheza (provincia de Córdoba), obtuvieron como rendimiento de semillas en el sector inoculado 5253 vs. 4965 Kg ha⁻¹ del tratamiento sin inocular.

En la campaña 2004/2005 se realizó la inoculación del cultivo en lotes comerciales de la firma Aceitera General Deheza (AGD) ubicada en cercanía de la localidad de Villa Dolores, en el centro oeste Cordobés. En el ensayo se analizaron los siguientes parámetros: granometría, relación grano/caja, porcentaje de granos violáceos, sueltos, etc. En el tratamiento con inoculante el rendimiento fue de 3871 Kg ha⁻¹, mientras que en la parte sin

inoculante fue de 2614 kg ha⁻¹. En cuanto a la calidad de los granos, hubo un mayor porcentaje de los mayores calibres y la relación grano/caja fue mayor en el tratamiento inoculado, con un porcentaje de 75% vs. 73% en el tratamiento sin inocular (Harte *et al.*, 2005).

Díaz Zorita *et al.* (2003) obtienen en la campaña 2002/03 que el rendimiento de los cultivos varió entre 1865 y 6278 Kg ha⁻¹ mostrando diferencias en cuanto a la respuesta al tratamiento de inoculación. En tres de los sitios estudiados la práctica de inoculación en surco permitió aumentos en los rendimientos que en promedio fueron de aproximadamente 1500 Kg ha⁻¹. En otros 2 sitios las diferencias entre los tratamientos inoculados y testigos no fueron significativas. En promedio para los 5 sitios estudiados, la respuesta a la inoculación fue de unos 900 Kg ha⁻¹ equivalentes a aumentos del 25% sobre el rendimiento del control sin inocular.

Castro *et al.*, (2006) durante tres ciclos agrícolas en el departamento Río Cuarto detectaron un leve aumento no significativo (6 al 11 %) en el rendimiento de maní confitería con los tratamientos inoculados respecto al control.

Giayetto *et al.*, (1998) no encontraron diferencias en el rendimiento de maní confitería ni en la relación grano/caja de los granos de maní, atribuyendo en parte estos resultados al contenido de N-NO₃ en el suelo al momento de la siembra.

HIPÓTESIS

En suelos franco arenosos del sur y sur-oste de la provincia de Córdoba con bajo porcentaje de materia orgánica (MO), la inoculación del cultivo de maní permite un mayor rendimiento y calidad de granos respecto a los cultivos no inoculados.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la respuesta de los componentes del rendimiento y la calidad comercial de granos de maní a la inoculación en surco con cepas de diferentes inoculantes en suelos del sur y sur-oste de la provincia de Córdoba.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el número de nódulos por planta, la actividad nitrogenasa por nódulo y por planta en la etapa fenológica R7.
- Evaluar la materia seca en el cultivo de maní a madurez de cosecha (R8).
- Evaluar los componentes del rendimiento a R8 (madurez de cosecha), número y peso de frutos y semillas por unidad de superficie.
- Evaluar el rendimiento y la calidad comercial del grano de maní.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante el ciclo 2006/07 en dos zonas de la provincia de Córdoba: una en el sur, entre las localidades de Italo y Pincén y la otra ubicada en el sureste a 20 Km. de la localidad de Chaján (Cerro La Madera).

Los suelos de la primera región son Haplustoles típicos, bien drenados a algo excesivamente drenados, desarrollados sobre materiales franco arenosos y vinculados a lomas arenosas ligeramente onduladas con pendientes del 1%. Estos suelos son aptos para agricultura, aunque se encuentran limitados climáticamente. Presentan una moderada retención de humedad y moderada estructura superficial (estabilidad estructural).

El suelo de la segunda región es un Haplustol éntico, algo a excesivamente drenado, desarrollado sobre materiales arenosos finos, vinculado a lomas arenosas ligeramente onduladas, con pendientes que no superan el 1%. Son suelos aptos para agricultura, aunque su uso se encuentra limitado por el clima, de baja retención de humedad y susceptibilidad a la erosión eólica (Gorgas y Tassile, 2003).

Los sitios experimentales fueron: Pincén, (5 Km. al norte de la localidad), Jovita 1 (5 Km. al oeste de esta localidad), Jovita 2 (10 Km. al norte de esta localidad) y Chaján (15 Km. al sur de la localidad). En todos los casos no hubo registro previo del cultivo de maní en la rotación.

En Pincén se sembró el 12/10/06 y se cosechó el 10/03/07, en Jovita 1 se sembró el 12/10/06 y se cosechó el 19/03/07, en Jovita 2 se sembró 14/10/06 y se cosechó el 15/03/07 y en Chaján se sembró 30/10/06 y se cosechó 20/03/07. Se utilizó el cultivar Tegua en hileras a 0.70 m, con 14-15 semillas.m⁻¹. La semilla previamente a la siembra se desinfectó con Maxim® (Fludioxonil y Metalaxil-M).

Durante el ciclo del cultivo se realizaron los siguientes controles sanitarios pre y post-emergentes para el manejo de plagas, malezas y enfermedades: Pre-emergentes: entre 5 a 8 DDS se aplicó S-metolaclor (Dual Gold®) 1 l.ha⁻¹ + Diclosulam (Spider®) 20 g.ha⁻¹ + Glifosato 65 % ingrediente activo (Panzer Gold®) 1.5 l.ha⁻¹. Post-emergentes: entre los 45 a 55 DDS se aplicó Imazipic (Cadre®) 72 g.ha⁻¹ + 2,4-DB 0.5 l.ha⁻¹. Entre los 80 y 95 DDS se aplicó Haloxifop metil ester (Galant R®) 0.65 l.ha⁻¹ + Cletodim (Select®) 0.35 l.ha⁻¹ + aceite de soja (Naturaloleo®) 0.5 l.ha⁻¹. Control preventivo de viruela temprana y tardía: causadas por *Cercospora arachidicola* Hori y *Cercosporidium personatum* (Bert & Curt.) Deighton (syn. *Phaeoisariopsis personata* (Berk. & Curt) v. Arx.), respectivamente mediante dos aplicaciones de Pyraclostrobin + Epoxiconazole (Opera®) en dosis de 750 cm³.ha⁻¹ de p.c. entre el 20/01/2007 y el 20/02/2007.

En todos los sitios se utilizó una sembradora marca Fercam de 20 surcos con un “kit” inoculador. Este equipo (B 360) consta de un tanque contenedor del caldo inoculante y agua. Tanque de fibra de vidrio que no permite que el calor del sol afecte al caldo contenido en el interior del tanque, completamente liso por dentro para facilitar su limpieza y mezcla del producto. Una bomba eléctrica, un sistema de agitación hidráulico, que facilita la mezcla del producto, filtro en tapa de ingreso de agua, filtro pre bomba y filtro en los picos (todo ello diseñado para evitar obstrucciones no deseadas en el circuito del sistema), un sistema distribuidor con mangueras (bajadas de tubos flexibles de 1/8 pulgadas) y discos dosificadores para cada surco. Los picos de bajada están ubicados detrás de los tubos de bajada de la sembradora de manera que el caldo con inoculante se aplica directamente sobre las semillas y en el surco de siembra (Ver anexo fotografías; fotografías 1, 2, 3 y 4).

La dosis de inoculante fue de 1.5 l.ha⁻¹, con 1 x 10⁹ ufc/ml⁻¹ (unidades formadoras de colonia por mililitro) y 50 l. de agua distribuidos debajo de las semillas de la manera anteriormente mencionada.

Los inoculantes utilizados fueron:

- 1- Testigo (sin inocular).
- 2- Nitragin lift®.
- 3- Nitragin optimize lift®.
- 4- Nitragin optimize lift® + AP 85/85®.
- 5- Síntesis química en suelo® (SQSu).
- 6- Síntesis química en semilla® (SQSe).

Los inoculantes evaluados son marcas comerciales o precomerciales de diferentes empresas. A excepción del inoculante 6 (la inoculación se realizó aplicando el inoculante sobre las semillas momentos antes a la siembra), los demás inoculantes fueron aplicados de igual manera; es decir, en el fondo del surco al momento de la siembra. En general estos cuentan con un número de bacterias aproximado de 1x10⁹ ufc/ml⁻¹. En cada localidad las parcelas tuvieron 40 surcos de 800 m. de largo. Los tratamientos se asignaron en bloques al azar con cinco repeticiones.

Los tratamientos según los sitios fueron:

Pincén:

- 1-Testigo sin inocular.
- 2-Nitragin lift®.
- 3-Nitragin optimize lift®.
- 4-Nitragin optimize lift® + AP 85/85®.

Jovita 1 y Jovita 2:

- 1-Testigo sin inocular.
- 2-Nitragin lift®.

Chaján:

- 1-Testigo sin inocular.
- 2-Nitragin lift®.
- 3-Nitragin optimize lift®.
- 4-Nitragin optimize lift® + AP 85/85.
- 5-Síntesis química en suelo® (SQSu).
- 6-Síntesis química en semilla® (SQSe).

Observaciones y mediciones:

Del cultivo:

- Número de nódulos por planta, actividad nitrogenasa por nódulo fresco y por planta en la etapa fenológica R7. La actividad nitrogenasa se midió según la metodología propuesta por Hardy *et al.* (1973), en Pincén, Jovita 1 y Chaján.
- Materia seca de biomasa aérea por superficie (5 muestras de 1 m²): en la etapa fenológica R8, en laboratorio se separaron los órganos presentes (hojas, tallos y frutos), posteriormente se secaron en estufa de circulación de aire forzado a 70° C hasta peso constante en Jovita 1, Pincén y Jovita 2.
- Componentes del rendimiento: se realizaron cosechas de plantas por parcela (5 muestras de 1. m²) en R8 y se evaluó el número de frutos maduros e inmaduros, peso de frutos y semillas y relación grano/caja. Rendimiento de frutos y semillas calculados a partir de los pesos individuales.
- Porcentaje de maní apto para selección tipo confitería y granometría. Se procesaron muestras de 500 grs. de frutos de cada tratamiento empleando la metodología utilizada en las plantas industrializadoras de maní confitería instaladas en la región productora de Córdoba. Se usaron zarandas de tajo de 10,0; 9,0; 8,0; 7,5; 7,0; 6,5; 6,0 mm. de

ancho, de las que se obtuvieron las siguientes categorías de tamaños, expresadas en base al número de semillas por onza (28,35 gramos) :< 38, 38-42, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-100 y descarte, respectivamente.

De suelo:

- En todos los sitios, luego de la cosecha se tomaron muestras de suelo de 0-20 cm. de profundidad compuestas por 30 submuestras para un análisis físico-químico.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante A.N.A.V.A. y separación de medias según el test de Duncan (diferencia mínima significativa) al 5% de probabilidad, utilizando el programa estadístico Infostat, (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de nódulos y actividad nitrogenasa

Las figuras 1, 2 y 3 muestran la eficiencia de fijación de nitrógeno a través de la actividad nitrogenasa expresados como nanomoles de etileno producidos por hora por gramo de nódulo fresco, por planta y número de nódulos pl^{-1} para los tratamientos testigo e inoculado 2 en Chaján, Pincén y Jovita 1 respectivamente.

En estos sitios, se registraron incrementos significativos en el número de nódulos y la actividad nitrogenasa por planta, esta última como medida de la eficiencia de fijación biológica. No obstante no hubo cambios en la actividad nitrogenasa por gramo de nódulo, indicando que los rizobios naturalizados poseen similar capacidad en fijar nitrógeno.

Similar respuesta encontraron Giayetto *et al.* (1999), quienes informan que la aplicación de inoculantes preparados a partir de cepas nativas, no ha mostrado diferencias respecto a las cepas existentes en el suelo en cuanto al aporte relativo de nitrógeno al cultivo de maní y su rendimiento. Mientras que Baliña y Díaz Zorita (2006), obtienen resultados diferentes y sostienen que las cepas naturalizadas poseen baja eficiencia.

Las plantas inoculadas tuvieron, en promedio, un 65% más de nódulos y como consecuencia un 79% más de actividad nitrogenasa por planta. Al respecto, Díaz Zorita *et al.* (2003) señalan que la cantidad de nódulos por planta durante los estadios vegetativos y en inicio de floración fue en general mayor en los tratamientos con aplicación de inoculantes que sin esta práctica, y que en promedio para todos los sitios donde se inoculó las plantas presentaron más del doble de nodulación que en los tratamientos sin inocular.

Se ha indicado que los rizobios nativos compiten significativamente con las cepas de rizobia inoculadas. Al respecto, Wange (citado por Méndez Natera, 2002) estudió la respuesta de la inoculación y la capacidad competitiva de cepas de rizobia introducidos comparadas con cepas nativas en experimentos de nodulación en maní. Los resultados sugieren que las cepas nativas tuvieron una mayor actividad de la enzima nitrogenasa y una mayor capacidad competitiva que las cepas introducidas resultando en mayores respuestas a la inoculación.

Desde el punto de vista de la simbiosis, el maní es considerado un cultivo promiscuo (poco específico), ya que establece una relación simbiótica con rizobios de diferentes géneros, capaces de infectar a un grupo diverso de leguminosas (Alwi y Taurian citados por Castro *et al.*, 2006). Sin embargo, no todos los microsimbiontes de maní son igualmente efectivos en la fijación de nitrógeno con esta leguminosa. En condiciones de campo, las cepas nativas bien adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas del lugar son, en general, de baja capacidad de fijación y/o alta habilidad de nodulación (infectividad), pero pueden

competir y dominar a otras cepas altamente eficientes, seleccionadas en condiciones controladas de laboratorio (Martensson citados por Castro *et al.*, 2006).

CHAJAN

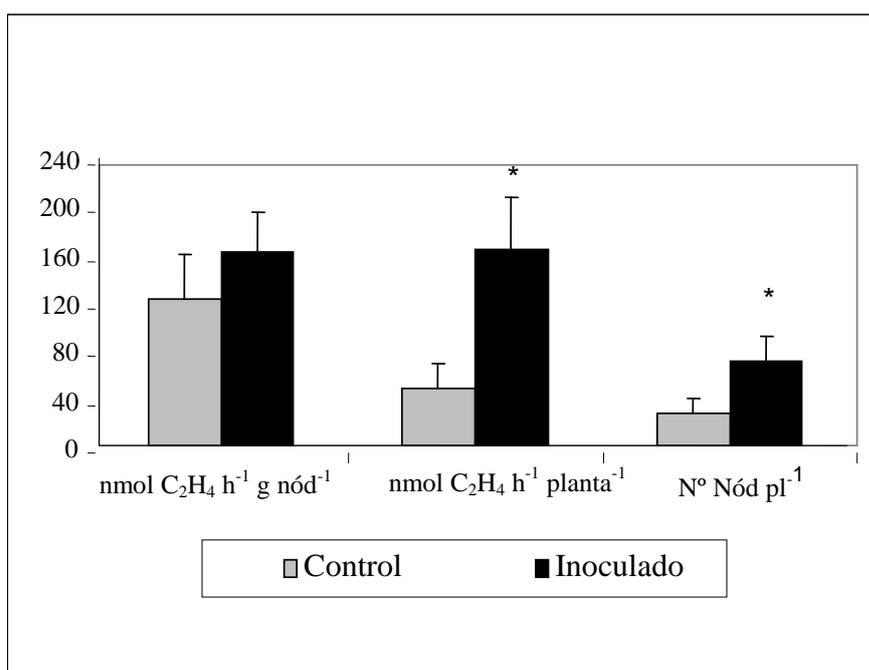


Figura 1: Nanomoles de etileno producidos por hora por gramo de nódulo fresco, por planta y número de nódulos pl⁻¹ en la etapa R7 bajo el tratamiento inoculado (2) y testigo en Chaján. Para cada variable, el * indica diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

PINCEN

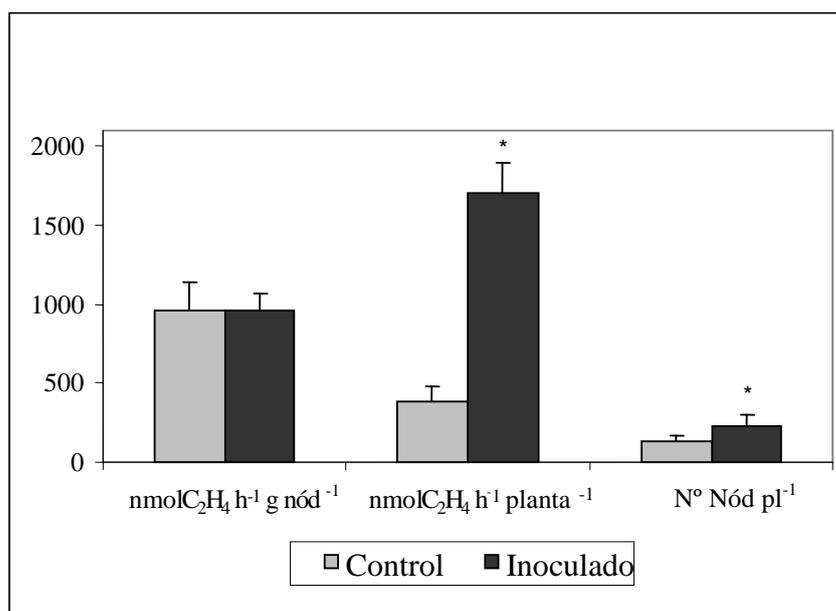


Figura 2: Nanomoles de etileno producidos por hora por gramo de nódulo fresco, por planta y número de nódulos pl⁻¹ en la etapa R7 bajo el tratamiento inoculado (2) y testigo en Pincén. Para cada variable, el * indica diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

JOVITA 1

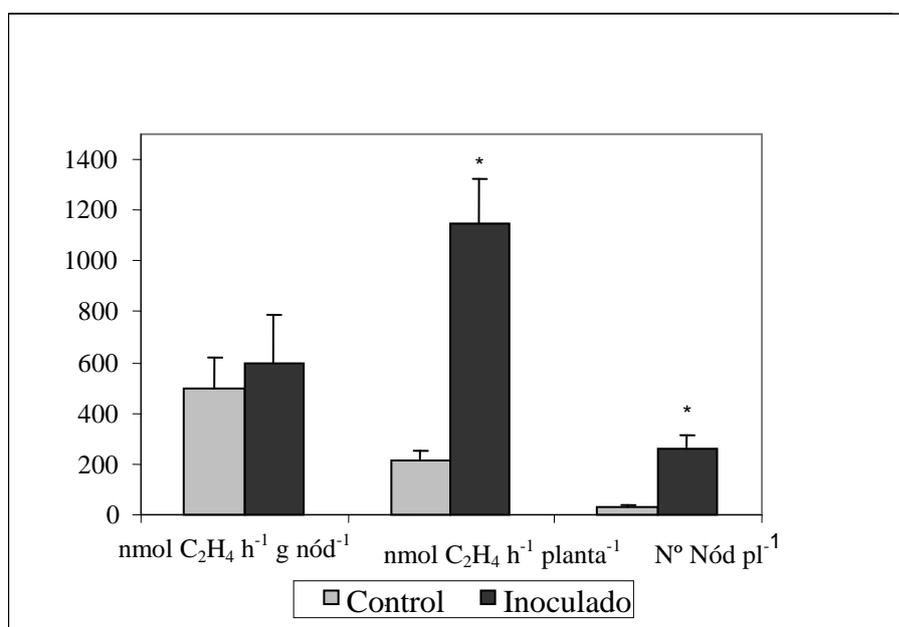


Figura 3: Nanomoles de etileno producidos por hora por gramo de nódulo fresco, por planta y número de nódulos pl⁻¹ en la etapa R7 bajo el tratamiento inoculado (2) y testigo en Jovita 1. Para cada variable, el * indica diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

Biomasa

En las figuras 4, 5 y 6 se muestra la biomasa vegetativa (hojas + tallos), frutos, semillas, cáscara y total en la etapa fenológica R8 (g m^{-2}) de Pincén, Jovita 1 y Jovita 2, respectivamente. El número plantas por superficie no mostró diferencias significativas entre tratamientos en cada sitio (datos no mostrados).

En Pincén no se observaron diferencias significativas en los pesos secos de hojas, tallos y cáscara entre los diferentes tratamientos, aunque el peso de hojas y tallos y la biomasa total mostraron una tendencia a aumentar con la inoculación en surco. El incremento en los tratamientos inoculados respecto del tratamiento testigo en el peso de hojas + tallos fue del 7.38% y en el peso de la cáscara fue del 3.7%.

Por su parte, los órganos reproductivos (frutos y semillas) aumentaron significativamente con la inoculación respecto del tratamiento testigo ($p=0.0606$ y $p=0.0216$ respectivamente). El incremento registrado en el peso de frutos fue del 19.8% y en el peso de semillas fue del 21.4%.

En Jovita 1 los órganos vegetativos (hojas + tallos) y reproductivos (frutos, semillas y cáscara) presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p=0.0285$, $p=0.0215$, $p=0.0290$ y $p=0.0060$ respectivamente), con un incremento en la biomasa total del 23.6% en el tratamiento inoculado. En el peso de hojas + tallos, frutos, semillas y cáscara los incrementos registrados fueron del 11.4, 39.4, 26.1 y 1.8% respectivamente en el tratamiento inoculado respecto al testigo.

En la figura 6 se muestra la biomasa en Jovita 2 y se observa que el tratamiento inoculado presentó mayor biomasa vegetativa y reproductiva con diferencias estadísticas ($p=0.0235$ de biomasa aérea, $p=0.0005$ de frutos maduros, $p=0.0001$ de semillas y $p=0.0365$ de cáscara) entre los tratamientos. En la biomasa total el incremento registrado fue del 54% en las parcelas inoculadas con respecto al testigo sin inocular, siendo esta la mayor diferencia encontrada en los diferentes sitios. En el peso de hojas + tallos, frutos, semillas y cáscara los incrementos registrados fueron del 16.2, 92.1, 95.1 y 54.1% respectivamente.

En todos los sitios de experimentación se observó una diferencia de coloración en los órganos vegetativos entre los tratamientos inoculados y no inoculados en el cultivo de maní. Al respecto Díaz Zorita y Baliña (2004), destacan este aspecto concluyendo que aumentos de la coloración verde de los cultivos están asociados a una mayor nodulación por planta y aumentos en la concentración de nitrógeno foliar, estos autores realizaron mediciones con un clorofilómetro modelo SPAD-502, Minolta Inc., sugiriendo que los de coloración más intensa (inoculados) presentan mayor concentración foliar de nitrógeno que los no inoculados.

Los resultados encontrados coinciden con los observados por Ferlini Micheli *et al.* (2007), quienes concluyen que la inoculación de las semillas de maní con bacterias PGPRs produce un incremento en el desarrollo vegetativo de hasta un 45% y en el rendimiento de granos por hectárea de hasta un 47%.

Sin embargo, Castro *et al.* (2006) observaron (año 2000) que las diferencias observadas entre el tratamiento inoculado y el control en la materia seca producida por el cultivo, el nitrógeno acumulado en las plantas de maní y los parámetros de la actividad simbiótica, no fueron estadísticamente significativos.

Méndez Natera (2002) concluye que los caracteres de la nodulación, número y peso de nódulos juegan un papel importante en la expresión del peso seco de las plantas de maní. Los caracteres que más influyeron sobre el peso seco de las plantas fueron el número de hojas/planta y la altura de las plantas, un incremento de estos dos caracteres conlleva a un aumento del peso seco de las plantas.

Por su parte, Albornoz *et al.* (2007) encontraron que la aplicación de inoculantes produce una mejora significativa en el crecimiento de las plantas de maní por efecto de la inoculación con la cepa *Bradyrhizobium sp.* y un incremento tanto en la actividad de las enzimas como en el contenido de aminoácidos totales en raíces de plantas de maní inoculadas.

PINCEN

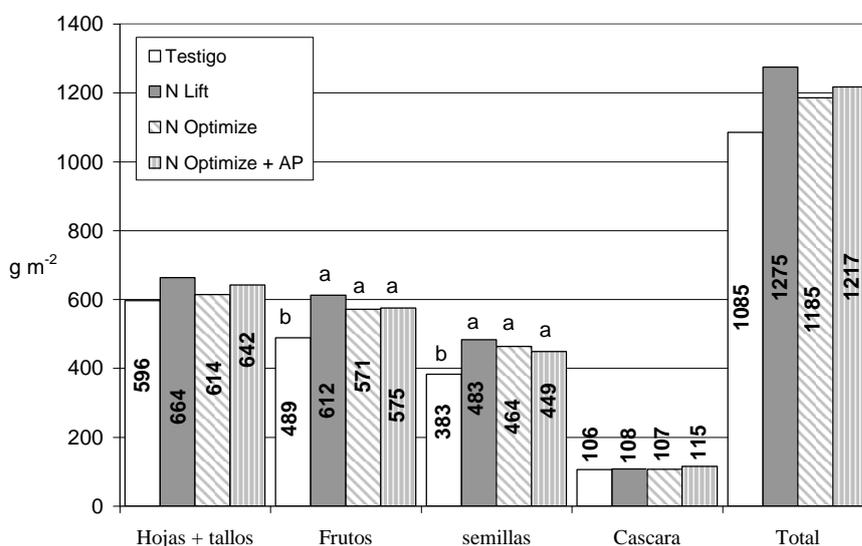


Figura 4: Pesos secos de hojas + tallos, frutos, semillas, cáscara y total en la etapa R8 bajo diferentes tratamientos de inoculación en Pincén. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

JOVITA 1

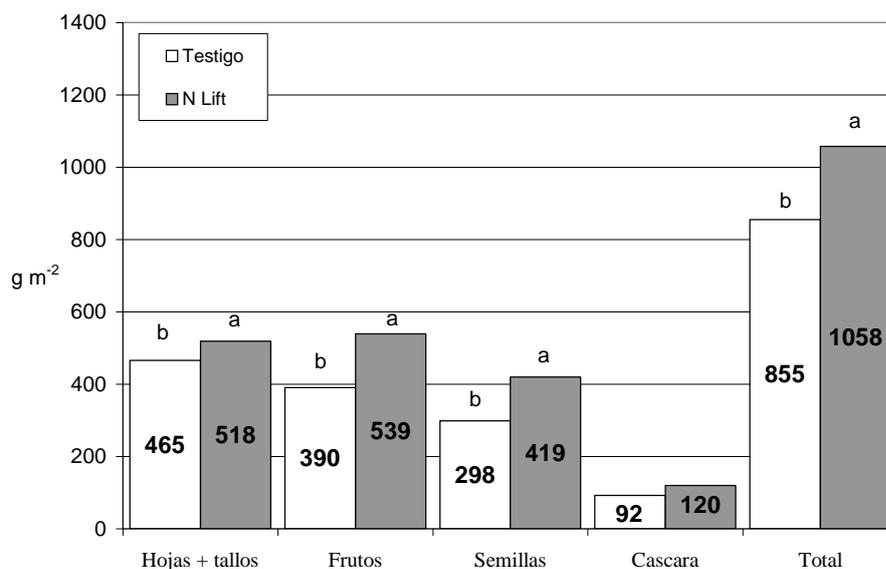


Figura 5: Pesos secos de hojas + tallos, frutos, semillas, cáscara y total en la etapa R8 bajo el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 1. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

JOVITA 2

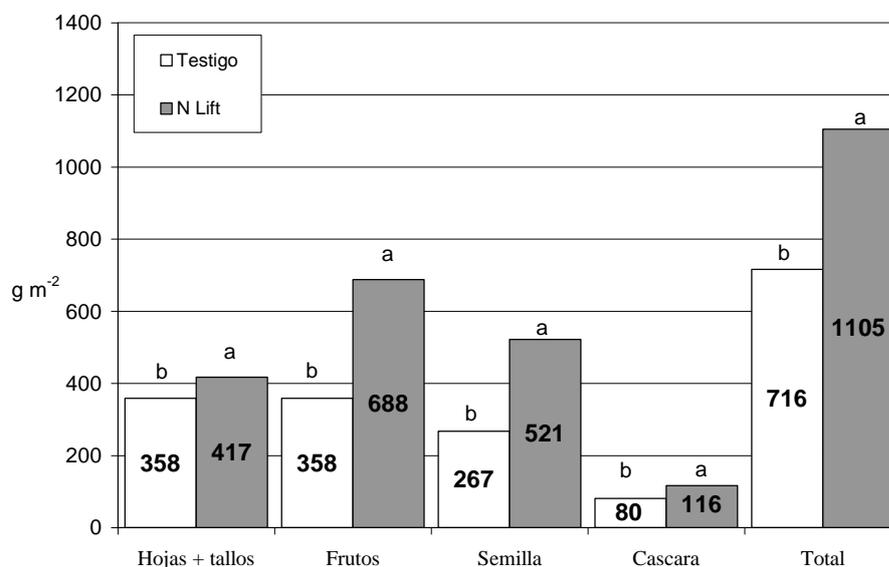


Figura 6: Pesos secos de hojas+tallos, frutos, semillas, cáscara y total en la etapa R8 bajo el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 2. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

Número de frutos

En las figuras 7, 8 y 9 se muestra el número de frutos maduros, inmaduros y totales m^{-2} en Pincén, Jovita 1 y Jovita 2, respectivamente. En Chaján sólo se midió el número total de frutos m^{-2} (Figura 10).

En Pincén la respuesta observada en el número de frutos maduros, inmaduros y totales muestra una tendencia no significativa de aumento en los tratamientos inoculados vs. el testigo sin inocular. Con respecto al número de frutos maduros, la mayor diferencia (no estadística) fue obtenida con el tratamiento 2, quien superó al resto de los tratamientos con un incremento del 13.3% en relación al testigo, para el número de frutos totales fue de 8.3%; mientras que para el número de frutos inmaduros se registró un descenso del 11.7% respecto del tratamiento testigo.

En Jovita 1 con la inoculación en surco se encontraron diferencias estadísticas significativas en el número de frutos maduros y totales m^{-2} ($p=0.0099$ y $p=0.0058$ respectivamente), no así en el número de frutos inmaduros por superficie. El tratamiento 2 superó (21.8%) en el número de frutos maduros y totales (29.6%) al tratamiento testigo.

En Jovita 2 se observó en el número de frutos maduros un aumento (45.9%) con diferencia estadística altamente significativa ($p=0,0001$) en el tratamiento 2 respecto del tratamiento testigo. En el número de frutos inmaduros se registraron los menores valores respecto a Pincén y Jovita 1, sin diferencias entre el tratamiento inoculado vs. el no inoculado. El número de frutos totales tuvo un aumento del 80.3% en el tratamiento inoculado con diferencia estadística altamente significativa ($p=0,0001$).

En Chaján no se observaron diferencias entre los tratamientos en el número de frutos totales. En la figura 10 se observa que el tratamiento 3 fue superior al resto, y que el tratamiento 6 tuvo la menor producción de frutos m^{-2} , sin diferencias estadísticas significativas.

PINCEN

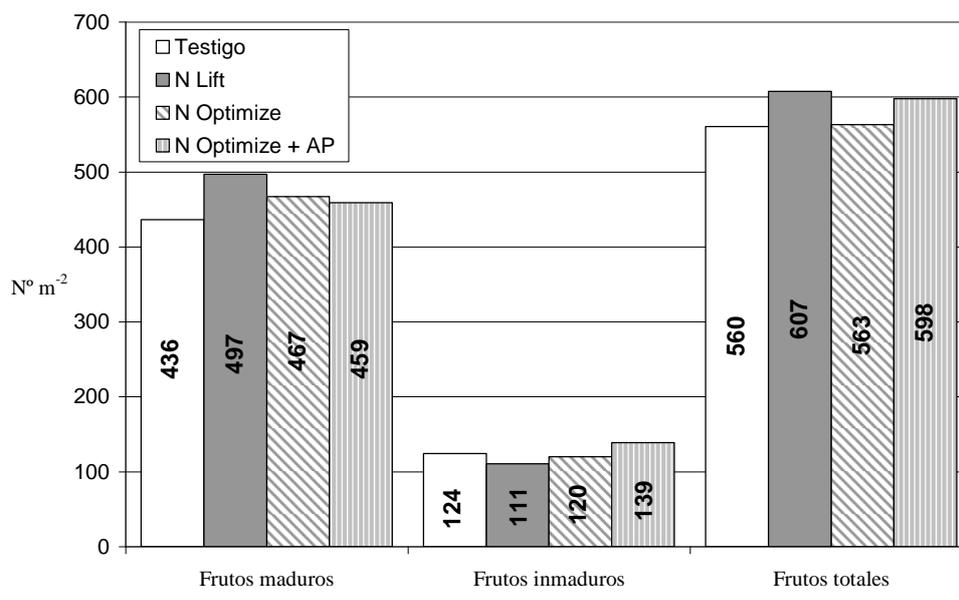


Figura 7: Número de frutos maduros, inmaduros y totales por m² en la etapa R8 bajo diferentes tratamientos de inoculación en surco en Pincén.

JOVITA 1

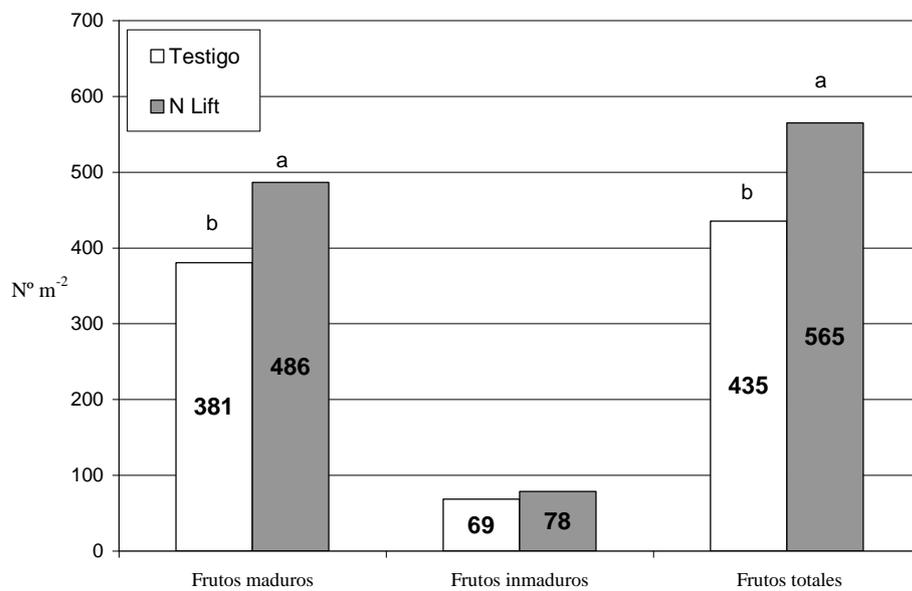


Figura 8: Número de frutos maduros, inmaduros y totales por m² en la etapa R8 bajo el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 1. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

JOVITA 2

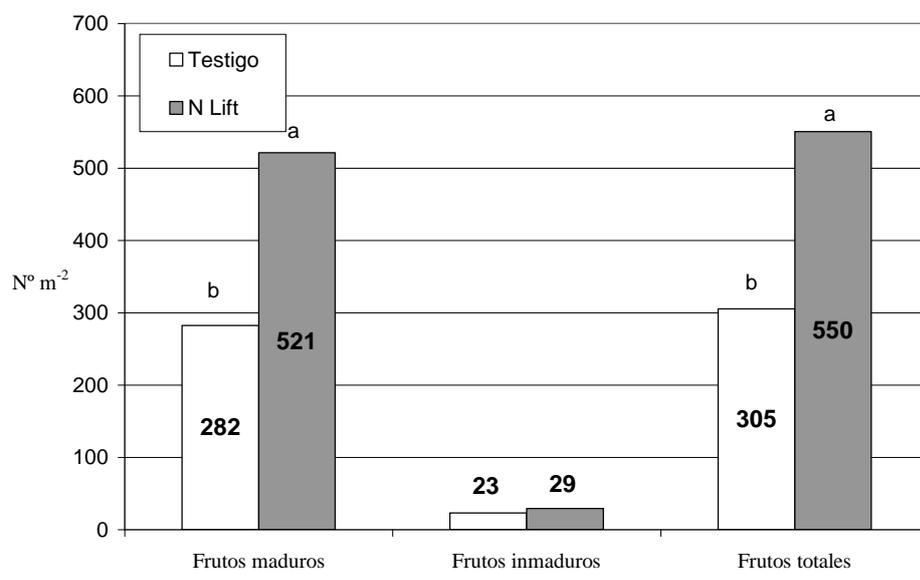


Figura 9: Número de frutos maduros, inmaduros y totales por m² en la etapa R8 bajo el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 2. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

CHAJÁN

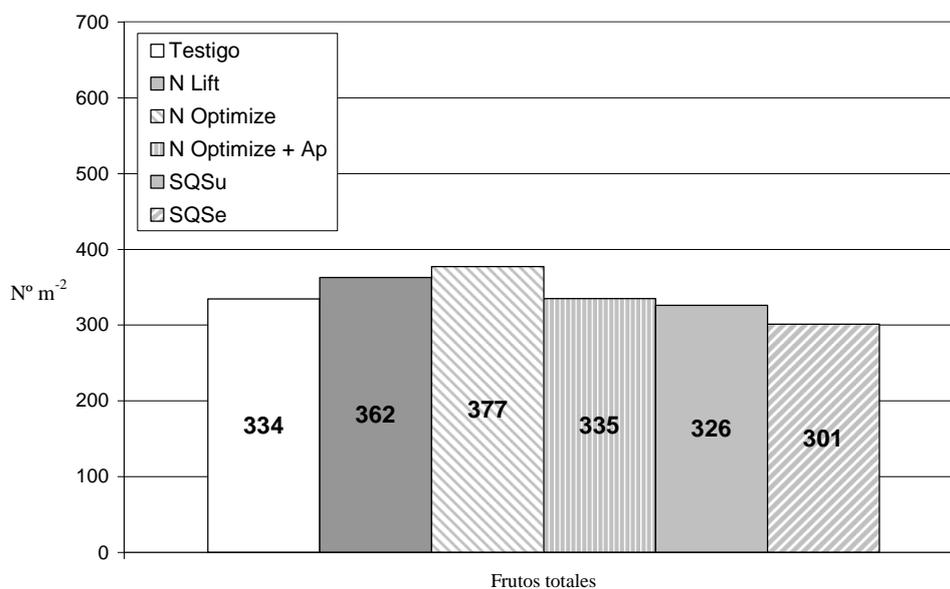


Figura 10: Número de frutos totales (maduros e inmaduros) en la etapa R8 por m² bajo diferentes tratamientos de inoculación y control sin inocular en Chaján.

Peso de frutos y semillas

En las figuras 11, 12 y 13 se muestra el peso de frutos, semillas y cáscara para los diferentes tratamientos realizados en Pincén, Jovita 1 y Jovita 2 respectivamente.

En Pincén, se observa como los pesos de frutos y semillas fueron mayores en los tratamientos donde se aplicaron los diferentes inoculantes superando al tratamiento testigo sin inocular con diferencias estadísticas significativas ($p=0.0606$ y $p=0.0216$ respectivamente). Sin embargo el peso de la cáscara no tuvo diferencia estadística entre los tratamientos. Los incrementos registrados en los pesos de frutos, semillas y cáscara para el tratamiento 2 respecto del testigo sin inocular fueron del 24.9, 25.8 y 1.9% respectivamente.

En Jovita 1 y como lo muestra el figura 12 se observa una respuesta superior del tratamiento inoculado 2 respecto del tratamiento testigo sin inocular. En este sitio hubo diferencias estadísticas significativas en el peso de frutos, semillas y cáscara ($p=0.0215$, $p=0.0290$ y $p=0.0060$). El incremento registrado para el peso de frutos fue del 38.5%, para el peso de las semillas fue del 41% y para el peso de la cáscara fue del 29.3%.

La respuesta observada en Jovita 2 fue mayor respecto a Pincén y Jovita 1 tanto en el peso de frutos como así también en el peso de las semillas y cáscara de los granos de maní, donde los incrementos registrados fueron del 83.5, 95.1 y 45 % respectivamente con diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento inoculado vs. el tratamiento sin inocular ($p=0,0005$, $p=0,0001$ y $p=0,0365$ respectivamente).

PINCEN

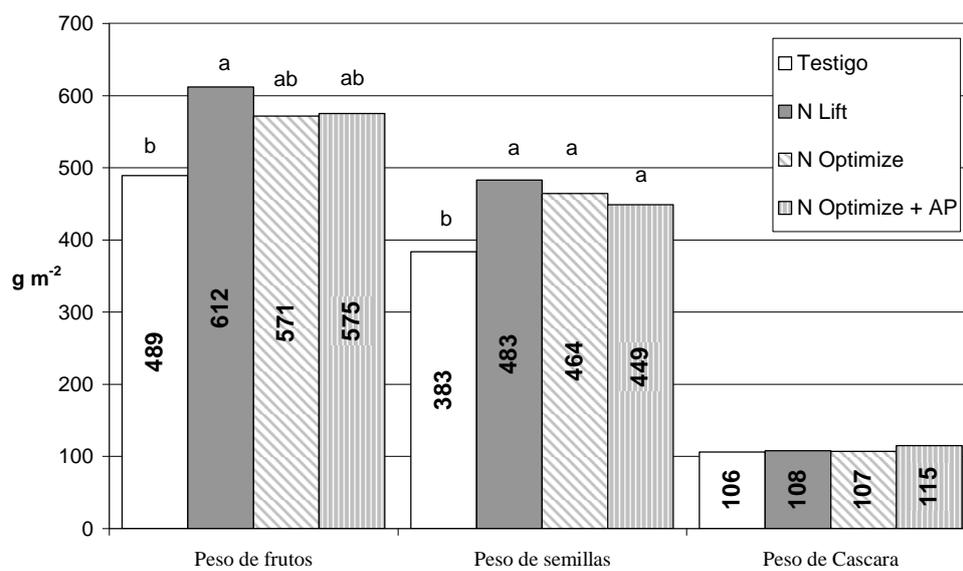


Figura 11: Pesos de frutos, semillas y cáscara (g m^{-2}) en la etapa R8 del cultivo de maní bajo diferentes tratamientos de inoculación en surco en Pincén. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

JOVITA 1

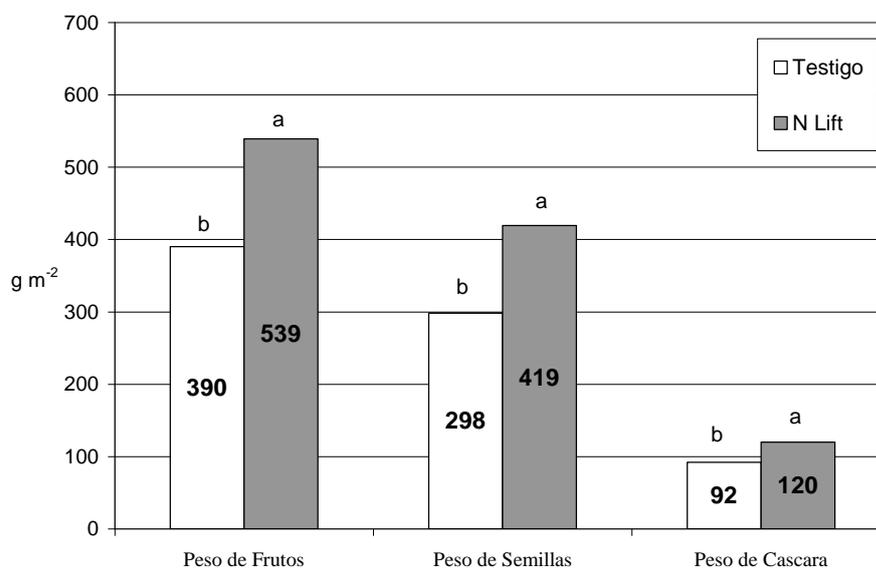


Figura 12: Pesos de frutos, semillas y cáscara (g m^{-2}) en la etapa R8 del cultivo de maní en el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 1. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

JOVITA2

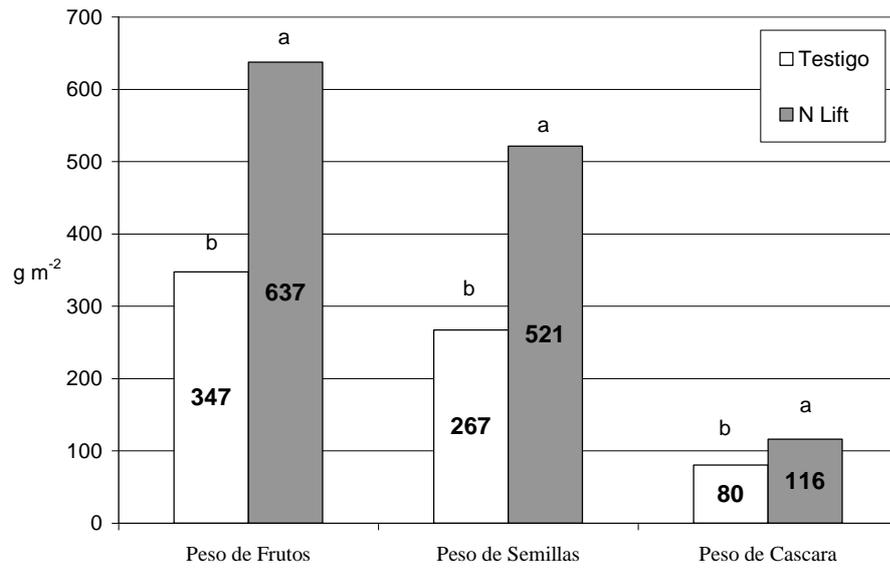


Figura 13: Pesos de frutos, semillas y cáscara (g m^{-2}) en la etapa R8 del cultivo de maní en el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 2. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

Rendimientos de frutos y semillas

La inoculación del cultivo de maní aplicada en el surco a la siembra en campos sin registro previo de este cultivo en la rotación, aumentó los rendimientos de frutos y semillas en Pincén, Jovita 1 y Jovita 2. En Chaján solo mostró una tendencia no significativa de aumento en el rendimiento de frutos (figuras 14, 15, 16 y 17 respectivamente).

En Pincén se encontraron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de frutos y semillas ($p=0.0606$ y $p=0.0216$ respectivamente) entre los tratamientos testigos sin inocular y el resto de los tratamientos, pero no así entre ellos (figura 14).

En Jovita 1 el rendimiento de frutos del tratamiento (inoculado) fue de 5392 Kg ha^{-1} y en el testigo 3899 Kg ha^{-1} (incremento del 38.2%). El rendimiento de semillas del tratamiento inoculado fue de 4193 Kg ha^{-1} y en el testigo 2979 Kg ha^{-1} (incremento del 40.7%) con diferencias significativas ($p=0.0215$ y $p=0.0290$ en frutos y semillas respectivamente).

En Jovita 2 se observaron diferencias estadísticas altamente significativas en el rendimiento de frutos y semillas ($p=0,0004$ y $p=0,0001$ respectivamente). El rendimiento de frutos del cultivo de maní inoculado fue de 6625 Kg ha^{-1} y en el tratamiento testigo fue de 3553 Kg ha^{-1} .

El rendimiento de semillas del tratamiento inoculado fue de 4193 Kg ha^{-1} y en el testigo fue de 2671 Kg ha^{-1} . Los incrementos en el rendimiento de frutos y semillas con la inoculación en este sitio fueron mayores que en los demás ambientes (86.4 y 95.1% respectivamente).

En Chaján no hubo diferencias entre los tratamientos en el rendimiento de frutos y semillas, aunque el tratamiento 3 mostró un aumento no significativo del rendimiento de frutos con la inoculación. El tratamiento 6 tuvo un rendimiento inferior al testigo no inoculado, valor asociado al bajo número de frutos por m^2 encontrados en este sitio (diferencia no estadística).

Los resultados encontrados concuerdan con lo señalado por Díaz Zorita *et al.* (2003), Baliña y Díaz Zorita (2006), Lanier *et al.* (2005) y Cavaignanc (Citado por Fernández y Giayetto, 2006), quienes sostienen que la inoculación aumentó la producción de frutos, mostrando diferencias entre ambientes de producción y tratamientos de inoculación. Destacan además los primeros autores, que la respuesta a la inoculación fue casi exclusivamente en los campos donde maní no había sido cultivado previamente.

Al respecto, Díaz Zorita y Baliña (2004) en un estudio realizado en la región central y sudeste de Córdoba, indicaron que la producción de frutos varió entre 967 y 6278 Kg ha^{-1} entre los tratamientos no inoculados e inoculados respectivamente y que en los sitios con rotación manisera la respuesta a la inoculación fue un 7% superior sobre la producción del

control mientras que en los lotes sin antecedentes recientes del cultivo el aumento de rendimiento fue de aproximadamente un 25%. Por su parte, Harte *et al.* (2005) observan similares respuestas a las de este estudio, donde los tratamientos inoculados superan en el rendimiento de frutos a los tratamientos sin inocular.

Sin embargo, los resultados de este estudio difieren de los observados por Giayetto *et al.* (1998), Bogino *et al.* (2006) y Castro *et al.* (2006), quienes no encontraron respuesta en el rendimiento con la inoculación en semilla. Estos estudios fueron realizados en la zona central de la provincia de Córdoba donde maní está presente en la rotación.

Por último, Frioni (citado por Díaz Zorita y Baliña, 2004), señala para esa misma región que en suelos con rotación manísera y cultivos con rendimientos de frutos inferiores a los 2500 Kg ha⁻¹, las necesidades nitrogenadas serían cubiertas por los aportes del suelo y de la simbiosis con la población autóctona.

PINCEN

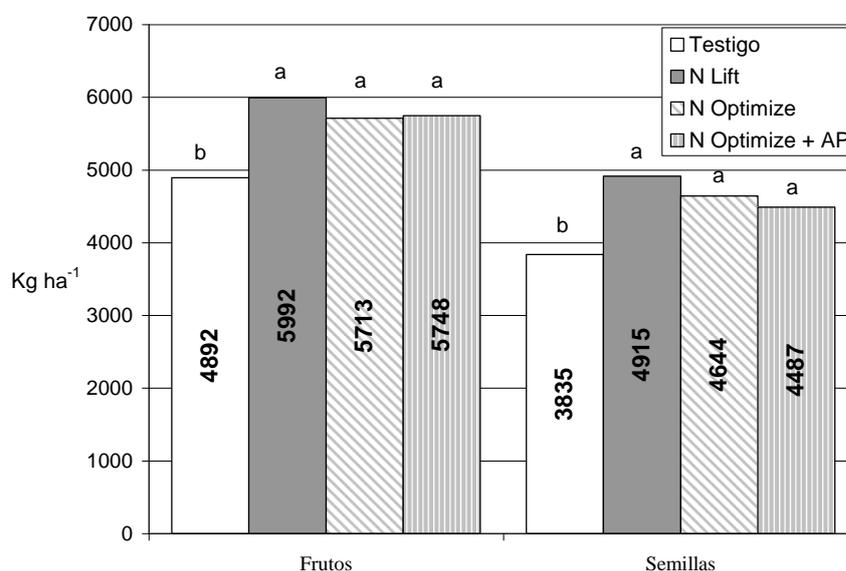


Figura 14: Rendimientos de frutos y semillas (kg ha⁻¹) bajo diferentes tratamientos de inoculación en surco en Pincén. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

JOVITA1

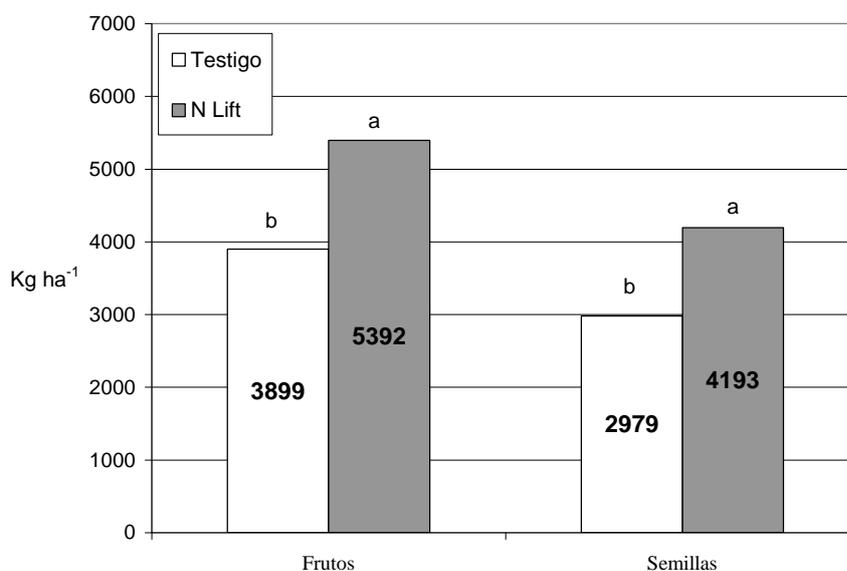


Figura 15: Rendimientos de frutos y semillas (kg ha⁻¹) en el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 1. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

JOVITA2

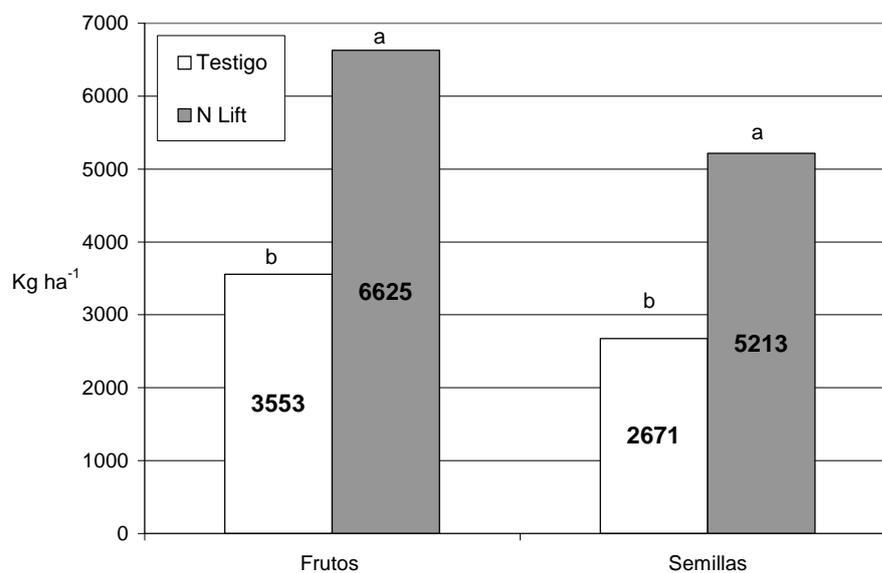


Figura 16: Rendimientos de frutos y semillas (kg ha⁻¹) en el tratamiento inoculado (2) y control (1) en Jovita 2. Para cada variable, letras distintas indican diferencias estadísticas según test de Duncan al 5 % de probabilidad.

CHAJÁN

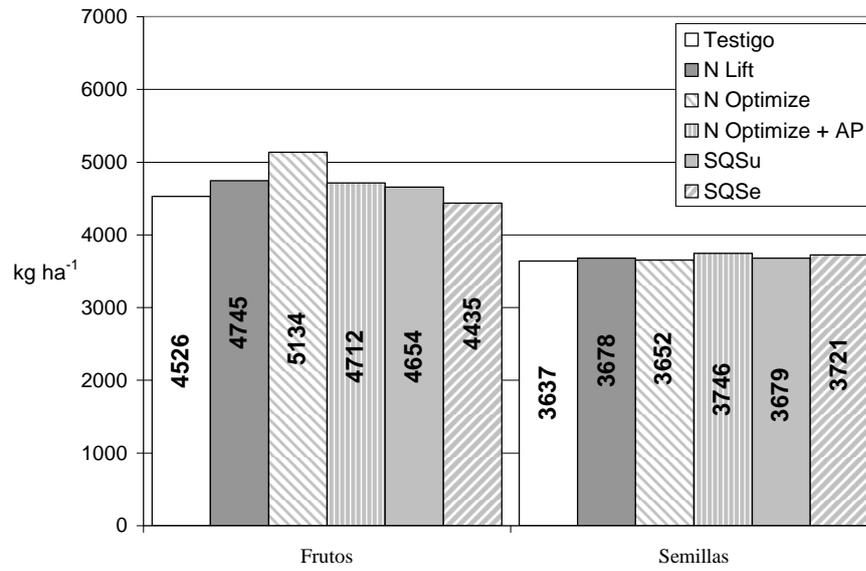


Figura 17: Rendimientos de frutos y semillas (kg ha⁻¹) bajo diferentes tratamientos de inoculación en Chaján.

Calidad

En la tabla 1 se muestran los porcentajes de cada categoría granométrica, porcentaje de maní confitería y relación grano/caja para los sitios Pincén, Jovita 1, Jovita 2 y Chaján.

Rendimiento confitería:

En Pincén se observaron diferencias estadísticas significativas ($p=0.0649$) entre los tratamientos. El tratamiento 3 tuvo mayor rendimiento confitería (74,3%) respecto a los tratamientos 1, 2 y 4, aunque no se observaron diferencias entre éstos últimos. Por su parte, hubo aumentos no significativos en los calibres 40-50 y 50-60 en los tratamientos 3 y 2 respectivamente.

En Jovita 1 no se observaron diferencias significativas en el rendimiento de maní confitería con la inoculación en surco, aunque se registró un aumento no significativo en los calibres 38-42 y 40-50, y una disminución del calibre 50-60 respecto del tratamiento testigo sin inocular.

En Jovita 2 no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento testigo sin inocular (78.9%) y el tratamiento inoculado (79.3 %).

En Chaján no se observaron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados. En este sitio el tratamiento 3 (75.4%) fue mayor respecto a los demás. Los tratamientos 1, 2, 4 y 5 no tuvieron diferencias entre sí, mientras que el tratamiento 6 fue el de menor rendimiento confitería (67,4%).

El menor valor en el rendimiento de maní confitería fue obtenido en Jovita 1, tanto en el tratamiento testigo como en el tratamiento 2 (60.4% y 61.3% respectivamente). Los mayores valores fueron obtenidos en el tratamiento 2 y testigo en Jovita 2 (79.3% y 78.9% respectivamente) (Tabla 1).

Relación grano/caja:

En Pincén el análisis estadístico de esta variable mostró diferencias significativas ($p=0.0006$) entre los tratamientos evaluados. En este sitio el tratamiento 2 presentó mayor relación grano/caja (82.1%) en comparación con los demás tratamientos. Por su parte, el tratamiento testigo sin inocular fue el que presentó el menor valor (78.4%).

En Jovita 1 y Chaján no se encontraron diferencias significativas para los tratamientos evaluados.

En Jovita 2 se observó diferencia significativa ($p=0,0078$), con la mayor relación grano/caja en el tratamiento donde se aplicó inoculación en surco.

Giayetto *et al.* (1998), en la campaña 1997/98 no observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos inoculados y testigo para los parámetros rendimiento maní confitería y granometría. Estos autores sugieren que los resultados observados se debían

al contenido de N-NO₃ en el suelo al momento de la siembra (135 Kg ha⁻¹) que indicaba una condición de alta fertilidad superior a la frecuentemente hallada en sistemas maniseros de la región de Córdoba (20-45 Kg ha⁻¹ de N-NO₃ a la siembra).

Por su parte Harte *et al.* (2005), tampoco encontraron un aumento en la relación grano/caja y de las fracciones granométricas 38/42 y 40/45 (granos/onza).

Díaz Zorita y Baliña (2004) indican que la proporción de granos aptos para confitería si bien fue un 4.7% mayor en los tratamientos inoculados que en los sin tratar, esa diferencia fue estadísticamente no significativa. La relación entre semillas y vainas (proporción grano/caja) fue del 65% y resultó independiente de los tratamientos evaluados. También señalan que la inoculación mejora la nutrición nitrogenada de los cultivos de maní sin modificar en forma relevante su calidad industrial.

Baliña y Díaz Zorita (2006), durante 5 años de evaluaciones, sostienen que la proporción de granos aptos para confitería se incrementó, en promedio, un 5 %.

Castro *et al.* (2006) en estudios realizados en el departamento Río Cuarto en tres ciclos agrícolas, detectaron en promedio un leve aumento no significativo (6 al 11 %) en el rendimiento de maní confitería con la inoculación respecto al control. En el año 1999 señalan que la ocupación de los nódulos con las cepas inoculadas fue muy baja y, aunque no hubo diferencias en los parámetros simbióticos determinados entre plantas provenientes de semillas inoculadas y sin inocular, se observó un leve incremento en el rendimiento de maní confitería en los tratamientos inoculados, que en promedio alcanzó un 82,4% mientras que en el control sin inocular fue de 74,8%.

Tabla 1: Porcentajes de cada categoría granométrica, maní confitería y relación grano/caja.

SITIO	TRAT.	< 38	38-42	40-50	50-60	60-70	70-80	80-100	> 100	Conf.	grano/ caja
PINCEN	Trat. 1	0,4	6,7	26,2	36,6	15,5	9,7	2,9	2	69,8	78,4
	Trat. 2	0,3	6,8	27,4	39,3	16,2	7,9	1,2	0,9	73,8	82,1
	Trat. 3	0,2	6,7	28,9	38,4	15,9	7,6	1,3	0,9	74,3	79,6
	Trat. 4	0,3	8,6	27,1	34,2	15,4	9,7	2,8	2	70,2	79,9
JOVITA 1	Trat. 1	0,3	4,8	21	34,3	17	15,1	4,6	3	60,4	76,2
	Trat. 2	0,4	7,8	23	30,1	16,1	14,8	4,7	3,1	61,3	77,5
JOVITA 2	Trat. 1	0,2	7,7	38,2	32,8	12,3	6,9	1,2	0,8	78,9	77
	Trat. 2	0,3	8,4	36,4	34,1	11,6	6,9	1,4	0,9	79,3	81,8
CHAJÁN	Trat. 1	0,7	12	32,2	27,6	12	11,1	2,6	1,8	72,5	81
	Trat. 2	0,7	10,6	30,9	29,4	12,1	10,5	3,5	2,3	71,5	78
	Trat. 3	1,6	14,5	32,4	26,9	11,4	9,3	2,3	1,6	75,4	71,8
	Trat. 4	0,4	11,5	33	28,2	13	9,3	2,5	2	73,2	81,1
	Trat. 5	1,1	14,2	31,1	26,7	11,8	10,1	2,8	2,3	73	81,8
	Trat. 6	0,5	11,9	28,9	26,1	13,9	11,6	3,8	3,1	67,4	84,9

SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS

En tres de los sitios estudiados, se registraron incrementos significativos en el número de nódulos y la actividad nitrogenasa por planta, no obstante no hubo cambios en la actividad nitrogenasa por nódulo.

En estos suelos, el principal aporte de la inoculación al cultivo de maní sería proveer un alto número de nódulos eficientes que permitirían elevar los niveles de fijación de nitrógeno comparados con un reducido número de nódulos eficientes en los controles sin inocular.

La biomasa vegetativa y total por planta de los tratamientos inoculados en el surco de siembra aumentó. En los sitios donde hubo respuesta al inoculante se observó una marcada diferencia en la coloración del follaje, donde los tratamientos inoculados presentaron una coloración verde intenso respecto a los tratamientos sin inocular (Ver anexo fotografías; fotografías 5, 6, 7 y 8). Probablemente se deba al aumento de nitrógeno foliar en los tratamientos inoculados.

El número y peso de frutos y el rendimiento aumentó con la aplicación de inoculantes respecto a los tratamientos testigos.

Los parámetros de calidad cuantificados a través de la relación grano/caja, el rendimiento confitería y la granometría solo mostraron una tendencia positiva (no significativa) en respuesta a la inoculación en el surco de siembra.

La respuesta observada en cada sitio fue de diferente magnitud y estuvo asociada a cada ambiente en particular. La cantidad de N de nitratos en el suelo medida luego de la cosecha (Tabla 2), mostró una estrecha relación con el incremento de la respuesta en cada sitio, es decir donde quedo más $N-NO_3^-$ fue donde la simbiosis aportó más N_2 .

Esta presunción es confirmada por Castro *et. al.* (2006), quienes en los ciclos 1999 y 2000 con baja disponibilidad de nitrógeno al momento de la siembra (25 y 47 Kg ha⁻¹ de $N-NO_3^-$, respectivamente) observaron que la proporción de N aportado por la inoculación fue mayor, y que lo inverso ocurrió en condiciones de alta disponibilidad, debido a que la absorción de nitrógeno del suelo tiene un costo energético para la planta menor que el requerido para fijarlo simbióticamente. Las leguminosas poseen un mecanismo de regulación que limita la fijación biológica de nitrógeno cuando la planta puede satisfacer sus necesidades de otra fuente.

Tabla 2: Resultados del análisis de suelo en Pincén, Jovita 1, Jovita 2 y chaján.

		PINCEN	JOVITA 1	JOVITA 2	CHAJÁN
<i>Materia Orgánica:</i>	%	2,11	1,33	3,10	1,93
<i>Fósforo:</i>	ppm	36,00	21,10	29,30	26,50
<i>Nitrógeno de Nitratos</i>	ppm	16,30	12,90	10,10	23,10
<i>Nitratos</i>	ppm	72,21	57,15	44,74	102,33
<i>pH (en agua):</i>		5,96	6,15	7,90	6,26
<i>Humedad:</i>	%	13,20	15,30	17,90	18,90
<i>Conductividad eléctrica</i>	dS/m	0,10	0,10	0,30	0,10

CONCLUSIONES

La inoculación del cultivo de maní aplicada en el surco de siembra en campos del sur y sur-oeste de la provincia de Córdoba, sin registro previo de este cultivo en la rotación, aumentó significativamente los rendimientos de frutos y semillas.

La respuesta observada estuvo asociada a incrementos en el número de nódulos y la actividad nitrogenasa por planta, peso de la biomasa total, componentes del rendimiento (número y peso de frutos y semillas); y en estrecha relación con la cantidad de N-NO₃, donde los niveles fueron menores la respuesta a la inoculación fue mayor.

Los parámetros de calidad mostraron sólo un aumento no significativo con la inoculación en el surco.

La respuesta a esta práctica varía según ambientes de producción, antecedentes del cultivo en rotación y de la productividad alcanzable.

Estos resultados validan el uso de la técnica de inoculación como parte de un conjunto de otras prácticas de manejo orientadas a lograr una agricultura sustentable y confirman la mejora en producción con aplicaciones de una formulación líquida de rizobios en el surco de siembra en el área de producción del cultivo en el sur y sur-oeste de Córdoba.

BIBLIOGRAFIA

- ALBORNOZ, L.; HAMPP, E. y S. CASTRO. 2007. Contribución de la fijación biológica del nitrógeno a la nutrición nitrogenada del maní en suelos de baja fertilidad. VI Reunión nacional científico técnica de biología del suelo. VI Encuentro sobre fijación biológica de nitrógeno. Carmen Olmedo, Alicia Thuar y Estela Castro (comp.). P 46.
- BALIÑA, R. Y M. DÍAZ ZORITA. 2006. Aportes de la inoculación en cultivos de maní: Resumen de 5 años de evaluaciones. XXI Jornada Nacional de maní: Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina. P 9.
- BOGINO P., BANCHIO, E., RINAUDI, L., CERIONI, G., BONFIGLIO, C. y W. GIORDANO. 2006. Peanut (*Arachis hypogaea* L.) response to inoculation with *Bradyrhizobium* sp. in soils of Argentina. *Annals of Applied Biology* .148. 207-212.
- BONADEO, E. y I. MORENO. 2006. Nutrición Mineral. El cultivo de maní en Córdoba. Elena M. Fernández y Oscar Giayetto (comp.). Ed: UNRC. p 280.
- CASTRO, S., CERIONI, G., GIAYETTO, O. y A. FABRA. 2006. Contribución relativa del Nitrógeno del suelo y del fijado biológicamente a la economía de la nutrición nitrogenada de maní (*Arachis hypogaea* L.) en diferentes condiciones de fertilidad. *Agrisciencia*. Vol. XXIII (2):55-66.
- DÍAZ ZORITA, M., BALIÑA, R. Y E. RIBERI. 2003. Inoculación en cultivos de maní del sudoeste de Córdoba: campaña 2002/03. XVII Jornada Nacional de Maní. Gral. Cabrera P 38.
- DÍAZ ZORITA, M. y R. BALIÑA. 2004. Respuesta de cultivos de maní a la inoculación con *Bradyrhizobium* sp. *Ciencia del suelo*. 22 (1): 7-10.
- FERLINI MICHELI, H., DÍAZ, S., y C. OLMEDO 2007. Efectos de la inoculación con bacterias PGPRs (*Azospirillum brasilense*) en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.). VI Reunión nacional científico técnica de biología del suelo. VI Encuentro sobre fijación biológica de nitrógeno. Carmen Olmedo, Alicia Thuar y Estela Castro (comp.). P 61.
- FERNÁNDEZ, L., GÓMEZ, M., Y M. SAGARDOY. 2003. Evaluación de la capacidad infectiva de un inoculante y de métodos de inoculación. *Ciencia de suelo*. 22 (1): 44-47.
- FERNANDEZ, E. Y O. GIAYETTO (Compiladores). 2006. El cultivo de maní en Córdoba. Ed: UNRC. P 116-117.
- GIAYETTO, O., CERIONI, G., CASTRO, S. y A. FABRA. 1998. Fijación biológica y balance de nitrógeno en maní. 13° Jornada Nacional de maní. Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina. P 28.

- GIAYETTO, O., CERIONI, G., CASTRO, S. y A. FABRA. 1999. Nutrición nitrogenada en maní. 14º Jornada Nacional de maní. Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina. P 3.
- GORGAS, J. y J. TASSILE. 2003. Los suelos de Córdoba. Córdoba, Argentina. P 444.
- HARDY, R., BURNS, R. y T. HOLSTEN. 1973. Application of the acetylene reduction assay for the measurement of nitrogen fixation. *Soil Biology and Biochemistry* 5: 47-81.
- HARTE, M., BALIÑA, R. y M. DÍAZ ZORITA. 2005. Calidad de granos de maní según tratamientos de inoculación. XX Jornada Nacional de Maní: Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina. P 26-28.
- INFOSTAT. 2008. Programa estadístico. En www.infostat.com.ar.
- NITRAGIN. 2007. Inoculación en maní. En: www.nitragin.com.ar/guiainoc.asp. Consultada: 28-01-2007.
- LANIER, J., JORDAN, D., SPEARS, J., RANDY, W. y P. JOHNSON. 2005. Peanut Response to Inoculation and Nitrogen Fertilizer. *Agronomy Journal*. 97:79-84.
- MENDEZ NATERA, J. 2002. Relación entre el peso seco total y los caracteres vegetativos y la nodulación de plantas de maní (*Arachis hypogaea* L.). *Revista científica UDO Agrícola*. Vol. 2, No. 1, pp.46-53.
- PEDELLINI, R. y C. CASINI. 1996. Manual del maní. Ed. INTA-Manfredi. Córdoba 41p.
- STALKER, H. 1997. Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*. 53: 205-217.

ANEXO FOTOGRAFIAS



Fotografía 1: Sembradora marca Fercam de 20 surcos con “kit” inoculador.



Fotografía 2: Sistema distribuidor de mangueras (bajadas de tubos flexibles de 1/8 pulgadas).



Fotografía 3: Tanque contenedor del caldo inoculante y agua, bomba y manómetro.



Fotografía 4: Detalle de la aplicación del inoculante en el fondo del surco con la sembradora levantada, los picos se encuentran ubicados detrás del caño de bajada de la semilla.



Fotografía 5: Cultivo de maní en la etapa R8 en Pincén.



Fotografía 6: Cultivo de maní en la etapa R8 en Jovita 1.



Fotografía 7: Cultivo de maní en la etapa R8 en Jovita 2.



Fotografía 8: Cultivo de maní en la etapa R8 en Chaján.